



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



# Sistemi baza podataka

---

## MongoDB – INDEKSI

Novi Sad, 2022.

# SADRŽAJ

- **Uvod**
- Naredbe za rad sa indeksima
- Tipovi indeksa
- Osobine indeksa
- Saveti za izbor indeksa
- Dodatni materijali

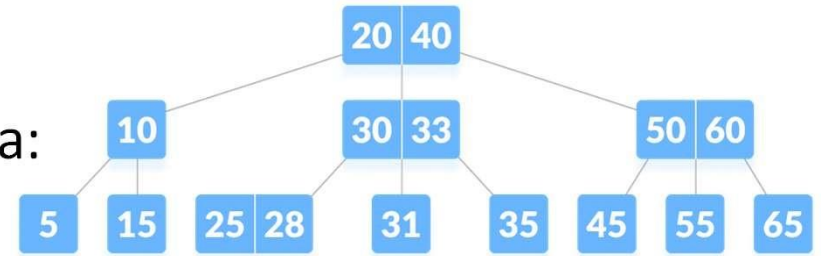
# Motivacija

- *Collection scan*:
  - Da bi se proverilo koji dokumenti odgovaraju uslovima upita, svi dokumenti se sekvencijalno dobavljaju i proveravaju jedan po jedan.
  - Kod relacionih baza podataka ekvivalent je *full table scan*.
- Ovakav način izvršavanja upita nije dovoljno efikasan kada se radi o :
  - kolekcijama sa velikim brojem dokumenata i/ili
  - kolekcijama gde sami dokumenti zauzimaju značajnu količinu memorije.

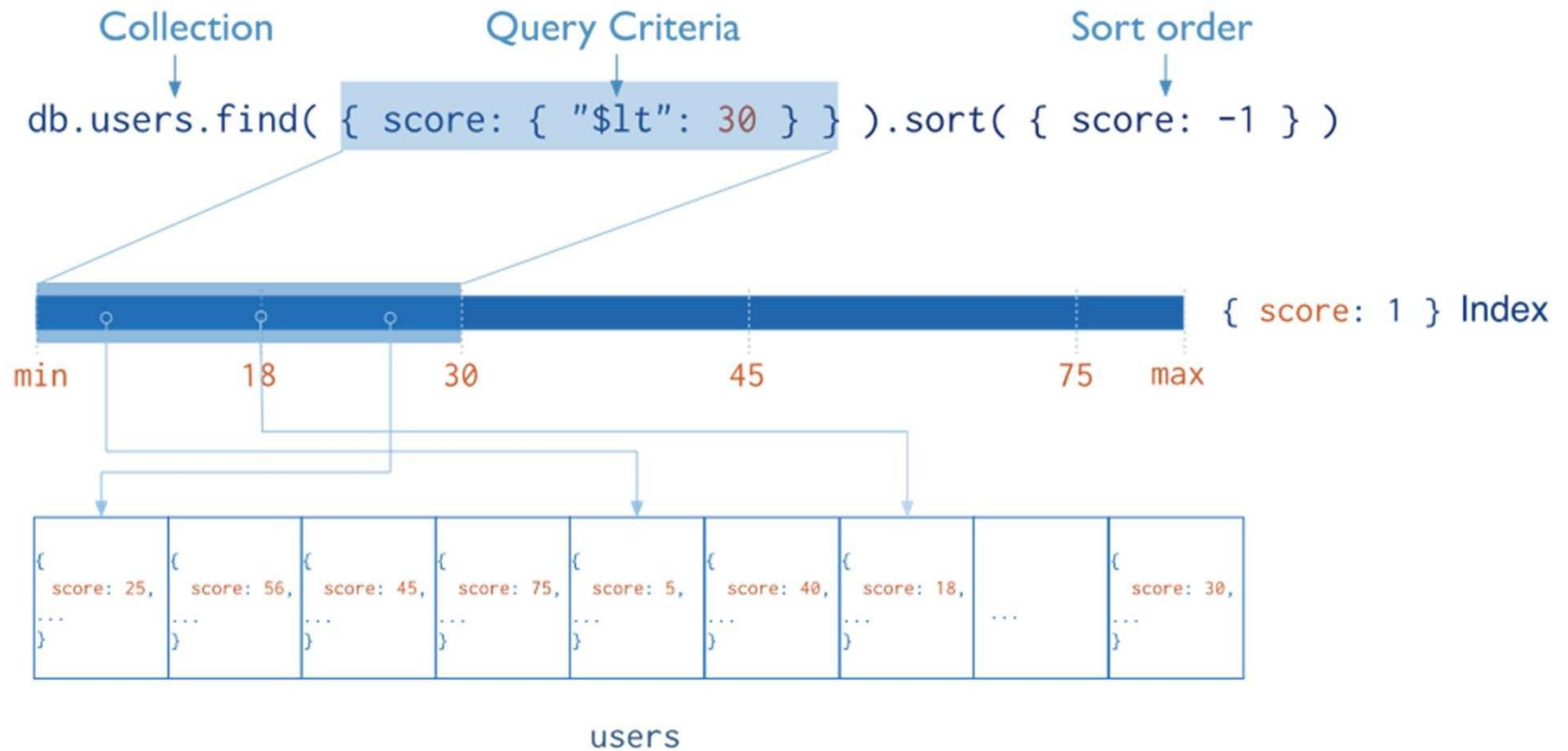
## Definicija indeksa

- **Indeks** je specijalna struktura podataka:

- definiše se na nivou kolekcije,
- sadrži kopiju malog podskupa podataka smeštenih u dokumentima kolekcije,
- koristi organizaciju zasnovanu na *B stablima*,
- osvežava se prilikom unosa, brisanja i modifikacije dokumenata,
- predstavlja način da se ubrza izvršavanje upita eliminacijom dela dokumenata i
- može se koristiti prilikom izvršavanja *find* i *sort* klauzula upita.



# Primer upotrebe indeksa u upitu



# SADRŽAJ

- Uvod
- **Naredbe za rad sa indeksima**
- Tipovi indeksa
- Osobine indeksa
- Saveti za izbor indeksa
- Dodatni materijali

# Naredbe za rad sa indeksima

- Kreiranje indeksa:

```
db.<naziv_kolekcije>.createIndex(  
    <dokument_za_specifikaciju_indeksa>  
    [,<dokument_za_specifikaciju_opcija>])
```

- Brisanje indeksa:

```
db.<naziv_kolekcije>.dropIndex(<naziv_indeksa>|  
    <dokument_za_filtriranje_indeksa>)
```

- Provera plana izvršavanja operacije:

```
db.<naziv_kolekcije>.explain().<metoda>
```

- Statistika upotrebe indeksa:

```
db.<naziv_kolekcije>.aggregate( [ { $indexStats: { } } ] )
```

# SADRŽAJ

- Uvod
- Naredbe za rad sa indeksima
- **Tipovi indeksa**
- Osobine indeksa
- Saveti za izbor indeksa
- Dodatni materijali

## Indeksi nad jednim poljem – *Single Field Indexes*

- Odnose se na **tačno jedno polje** dokumenta.
- Mogu se kreirati nad poljima prostog tipa (*string, number, ...*), ali i nad poljima koja predstavljaju ugnježdene objekte.
- Mogu biti formirani u rastućem i opadajućem redosledu, što neće uticati na upotrebljivost indeksa.
- **Korisni su za upite koji uključuju polje za koje su kreirani bilo u *find* ili *sort* klauzuli.**
- Sintaksa za kreiranje:

```
db.<naziv_kolekcije>.createIndex({<naziv_polja>:1|-1})
```

*1 – rastući redosled, -1 – opadajući redosled*

## Indeksi nad jednim poljem – *Single Field Indexes*

- Indeks nad poljem godina izdavanja filma (*year*) kolekcije *movieDetails*:

```
db.movieDetails.createIndex({"year":1})
```

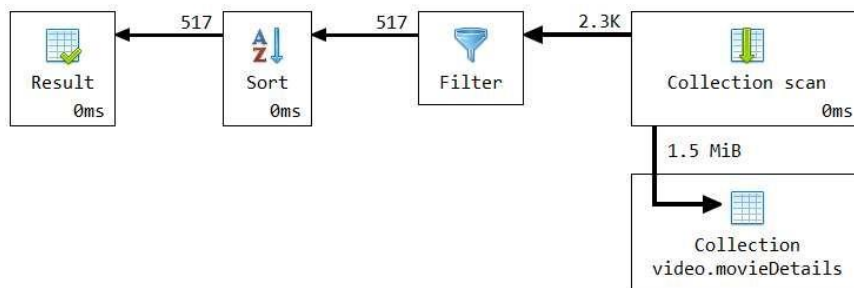
- Primeri upita koji koriste kreirani indeks:

```
db.movieDetails.find({"year":2015})  
db.movieDetails.find({"year":{"$gt:2010, $lt:2019}})  
db.movieDetails.find({"year":2015, "rated":"R"})  
db.movieDetails.find().sort({"year":-1})
```

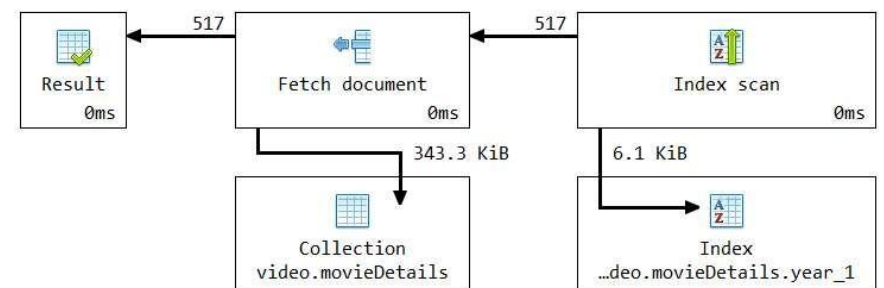
# Indeksi nad jednim poljem – *Single Field Indexes*

```
db.movieDetails.find({"year": {$gt:2010, $lt:2019}})
```

Plan izvršenja kreiranja indeksa



Plan izvršenja upita nakon kreiranja indeksa



## Podrazumevani *\_id* indeks

- Specijalan slučaj indeksa nad jednim poljem - kreira se automatski za polje *\_id*.
- Ovaj indeks se koristi da bi se obezbedilo poštovanje ograničenja jedinstvenosti za polje *\_id*.
- **Ne može se ukloniti.**

Key	Value	Type
▼ (1) {_id:}	{ 3 fields }	Document
v	2	Int32
▼ key	{ 1 fields }	Object
_id	1	Int32
name	_id_	String

## Indeksi nad kombinacijom polja – *Compound Index*

- Definišu se nad proizvoljnom **kombinacijom polja** (maksimalno 32).
- Za svako polje se definiše redosled sortiranja (opadajući ili rastući).
- Sintaksa za kreiranje:

```
db.<naziv_kolekcije>.createIndex(  
    {<naziv_polja_1>:1|-1, <naziv_polja_1>:-1|1, ...}  
)
```

*1 – rastući redosled, -1 – opadajući redosled*

## Indeksi nad kombinacijom polja – *Compound Index*

- Redosled kojim se navode polja i redosled sortiranja utiču na upotrebljivost kombinovanih indeksa.
- Indeks se može koristiti za upite koji u *find* klauzali imaju levi podniz indeksiranih polja.
- Indeks se može koristiti za upite koji u *sort* klauzuli imaju:
  - levi podniz indeksiranih polja sa istim redosledom sortiranja za svako polje kao i indeks ili
  - levi podniz indeksiranih polja sa obrnutim redosledom sortiranja u odnosu na indeks za svako polje.

## Indeksi nad kombinacijom polja – *Compound Index*

- Indeks nad poljem godina izdavanja filma (*year*) kolekcije *movieDetails*:

```
db.movieDetails.createIndex({"year":1, "rated":1, "title":1})
```

- Primeri upita koji koriste kreirani indeks:

```
db.movieDetails.find({"year":2015})  
db.movieDetails.find({"year":2015, "rated":"R"})  
db.movieDetails.find().sort({"year":1, "rated":1})
```

- Primeri upita koje **ne** mogu koristiti kreirani indeks:

```
db.movieDetails.find({"rated":"R"})  
db.movieDetails.find().sort({"year":-1, "rated":1})
```

## Indeksi nad poljima tipa niz – *Multikey Index*

- Automatski se kreira ako je tip polja navedenog u indeksu niz.
- Po jedan unos u indeksu se formira za svaki element u nizu.
- Kod indeksa nad kombinacijom polja najviše jednom polje može biti tipa niz.
- Kreiranje indeksa nad poljem glumci:

```
db.movieDetails.createIndex({"actors":1})
```

- Primer upita u kojima se koristi kreirani indeks:

```
db.movieDetails.find({actors:"Chris Evans"})  
db.movieDetails.find({actors:["Chris Evans"]})  
db.movieDetails.find({"actors": { $all: ["Salma Hayek",  
"Will Smith"] }})
```

## ***Text* indeksi**

- Ukoliko je potrebno pretražiti da li dugačka tekstualna polja ili više tekstualnih polja istovremena sadrže određene reči, može se koristiti specijalni mehanizam za pretragu teksta (*text search*) zasnovan na *text* indeksima.
- Kolekcija može imati najviše jedan *text* indeks, ali jedan *text* indeks može da obuhvata više polja.
- Kreirani indeksi imaju sledeće osobine:
  - **case insensitive** – ne razlikuju mala i velika slova (*a* i *A* su jednaki),
  - **diacritic insensitive** – ne razlikuju specijalne znakove (sa dodatnim tačkama, crticama, kvačicama i slično) od osnovnih znakova (*c* i *ć* su jednaki) i
  - **stop reči su preskočene** (*na primer, the, and* i *an* u engleskom jeziku).

## Text indeksi

- Sintaksa:

```
db.<naziv_kolekcije>.createIndex({"naziv_polja":"text",...})
```

- *Text* indeks:

```
db.movieDetails.createIndex({"title":"text", "plot":"text"})
```

- Pronaći filmove koji u opisu radnje ili naslovu sadrže reči *newspaper*:

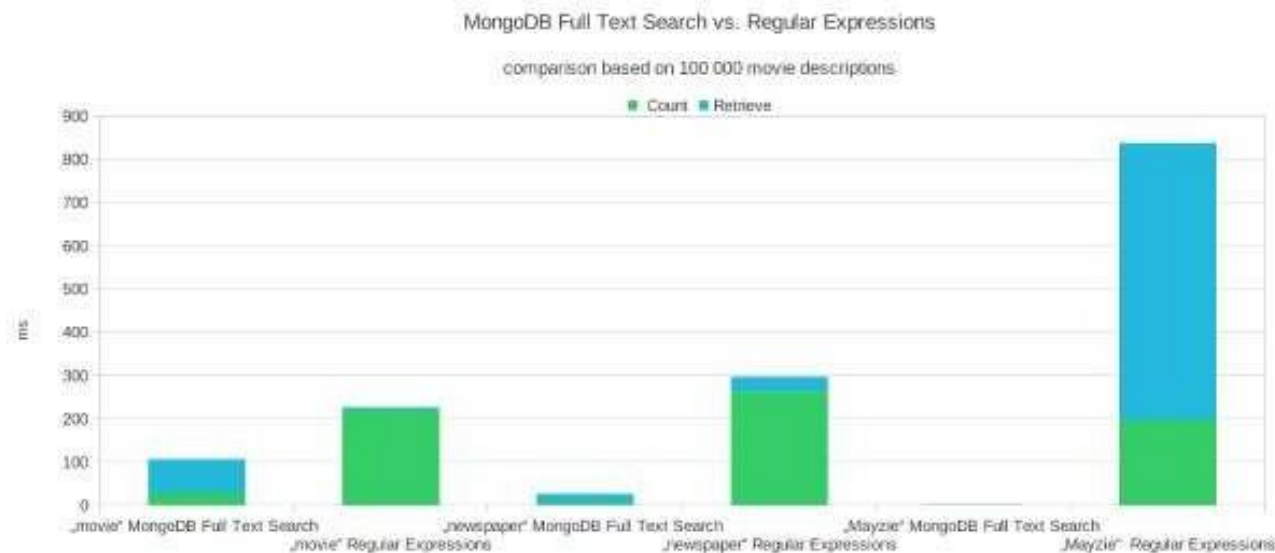
```
db.movieDetails.find({$text:{$search:"newspaper"}})
```

- Alternativni način – upotreba *regex* izraza:

```
db.movieDetails.find({$or:[{plot:{ $regex: 'newspaper'}},  
{title:{ $regex: 'newspaper'}}]})
```

## Text indeksi i Regex izrazi

- Regex izrazi se takođe mogu koristiti da bi se proverilo da li polje sadrži izabrane reči, ali su takvi upiti sporiji, jer ne koriste indekse.
- Razlike se značajnu ističu ako se pretražuju retke reči.



## Geospacijalni indeksi i geospacijalni upiti

- *MongoDB* omogućava izvršavanje geospacijalnih upita podržanih specijalnim tipom indeksa.
- Ovakvi upiti odgovaraju na pitanja poput:
  - *koja je udaljenost između dva objekta,*
  - *koji objekti pripadaju određenom području i*
  - *pronađi najbliži objekat.*
- Da bi se koristile u ovakvim upitima lokacije objekata moraju biti opisane poljima *GeoJson* tipa:

```
<naziv_polja>:{type:<GeoJSON_tip>, koordinate:<koordinate>}
```

- Primer:

```
location:{type: "Point",coordinates: [-73.856077,40.848447]}
```

# Geospacijalni indeksi i geospacijalni upiti

- Tipovi geospacijalnih indeksa:
  - **2dsphere** – koristi se formula za računanje udaljenosti između dve tačke smeštene na **sferi** i

```
db.<naziv_kolekcije>.createIndex({<lokacija>:"2dsphere"})
```

- **2d** – koristi se formula za računanje udaljenosti između dve tačke smeštene na **ravni**.

```
db.<naziv_kolekcije>.createIndex({<lokacija>:"2d"})
```

## Operatori i agregacije pokrivene geospacijalnim indeksima

- Geospacijalni indeksi se koriste prilikom izvršavanja sledećih operatora:
  - *\$geoIntersects* – da li se lokacija objekta preseca sa zadatim područjem,
  - *\$geoWithin* – da li se objekat nalazi u određenom radijusu i
  - *\$near* i *\$nearSphere*– koji objekti se nalaze u blizini zadate tačke.
- Geospacijalni indeksi se koriste prilikom izvršavanja sledećih agregacija:
  - *\$geoNear* – formira uređenu listu na objekata sortiranu po udaljenosti od zadane tačke.

## Geospacijalni indeksi - primer

- Uneti sledeće dokumente:

```
db.places.insert( {
  name: "Central Park",
  location: { type: "Point", coordinates: [ -73.97, 40.77 ] },
  category: "Parks"
} );
db.places.insert( {
  name: "Sara D. Roosevelt Park",
  location: { type: "Point", coordinates: [ -73.9928, 40.7193 ] },
  category: "Parks"
} );
db.places.insert( {
  name: "Polo Grounds",
  location: { type: "Point", coordinates: [ -73.9375, 40.8303 ] },
  category: "Stadiums"
} );
```

## Geospacijalni indeksi - primer

- Kreiranje indeksa:

```
db.places.createIndex({location:"2dsphere"})
```

- Za dane koordinate pronači najbliži park:

```
db.places.aggregate( [
  {
    $geoNear: {
      near: { type: "Point", coordinates: [ -73.9667, 40.78 ] },
      spherical: true,
      query: { category: "Parks" },
      distanceField: "calcDistance"
    }
  },
  {$limit: 1}
] )
```

# SADRŽAJ

- Uvod
- Naredbe za rad sa indeksima
- Tipovi indeksa
- **Osobine indeksa**
- Saveti za izbor indeksa
- Dodatni materijali

# Osobine indeksa

- Prilikom kreiranja indeksa opciono se može navesti dokument sa osobinama indeksa.
- Neke od mogućih osobina su:
  - *expireAfterSeconds: broj sekundi* – navodi se za jednokratne indekse, nakon isteka vremena indeks se automatski uklanja,
  - *unique: true/false* – da li indeks nameće ograničenje jedinstvenih vrednosti za polje nad kojim se kreira,
  - *partialFilterExpression: {dokument\_za\_filtriranje}* – indeks se ne kreira za sve dokumente, već samo za one koji ispunjavaju uslove navedene u dokumentu za filtriranje,
  - *collation: {dokument\_sa\_jezičkim\_pravilima}* – specijalne jezičke karakteristike indeksa poput toga da li indeks razlikuje mala i velika slova i koji jezik se koristi i
  - *sparse: true/false* – da li se preskaču dokumenti koji nemaju polje za koje se indeks kreira.

# SADRŽAJ

- Uvod
- Naredbe za rad sa indeksima
- Tipovi indeksa
- Osobine indeksa
- **Saveti za izbor indeksa**
- Dodatni materijali

## Saveti za izbor indeksa

- Prilikom izbora indeksa u obzir treba uzeti sledeće parametre:
  - koji **upiti** se izvršavaju i koliko često,
  - kakav je odnos operacija **pisanja** i operacija **čitanja** i
  - količina dostupne **memorije** za skladištenje indeksa.
- Osnovna strategija prilikom izbora indeksa uključuje sledeće korake:
  1. određivanje najčešćih i najvažnijih upita,
  2. kreiranje reprezentativnog test skupa podataka,
  3. testiranje performansi različitih grupa indeksa,
  4. izbor najbolje grupe indeksa i
  5. redovno uklanjanje indeksa koji se ne koriste.

# Kada indeksirati?

Upotreba indeksa	Prolazak kroz kolekciju ( <i>collection scan</i> )
Veliki broj dokumenata	Mali broj dokumenata
Veliki pojedinačni dokumenti	Mala veličina dokumenata
Selektivni upiti	Neselektivni upiti

## Saveti za izbor indeksa

Slučaj	Savet
Upiti koriste uvek jedno polje.	Koristiti indeks nad jednim poljem.
Neki upiti koriste samo jedno polje, a neki koriste to polje u kombinaciji sa drugim poljima.	Koristiti indeks nad kombinacijom polja.
Upiti koriste specifična jezička podešavanja – na primer, specifičan jezik.	Obavezno definisati odgovarajući <i>collation</i> za indeks.
U upitima se koriste polja sa malim brojem mogućih vrednosti.	Indeksi tipa B stabla ne daju značajna poboljšanja kod ovakvih upita – mala selektivnost.
Upiti proveravaju da li tekstualna polja sadrže reči, a ne samo da li su striktno jednaka nekim rečima.	Koristiti <i>text</i> indeks, obični indeksi ne pomažu ovim upitima.

## Dodatna pravila

- **ESR (Equality, Sort, Range) pravilo** za indekse nad kombinacijom polja:
  - prvo navesti polja za koja se u *find* klauzali proverava jednakost,
  - zatim navesti polja iz *sort* klauzule,
  - Na kraju navesti polja za koje se u *find* klauzuli proverava da li se nalaze u određenom opsegu.
- Najbolje performanse imaju indeksi koji se u celosti mogu smestiti u **radnu memoriju**.
- Birati polja sa **najvećom selektivnošću** – odnosno polja koja odbacuju najviše dokumenata.

# SADRŽAJ

- Uvod
- Naredbe za rad sa indeksima
- Tipovi indeksa
- Osobine indeksa
- Saveti za izbor indeksa
- **Dodatni materijali**

## Dodatni materijali

- <https://docs.mongodb.com/manual/indexes/>
- <https://www.mongodb.com/blog/post/performance-best-practices-indexing>
- Chodorow, Kristina. *MongoDB: the definitive guide: powerful and scalable data storage.* " O'Reilly Media, Inc.", 2013.

# SADRŽAJ

- Uvod
- Naredbe za rad sa indeksima
- Tipovi indeksa
- Osobine indeksa
- Saveti za izbor indeksa
- Dodatni materijali

**PITANJA?**

