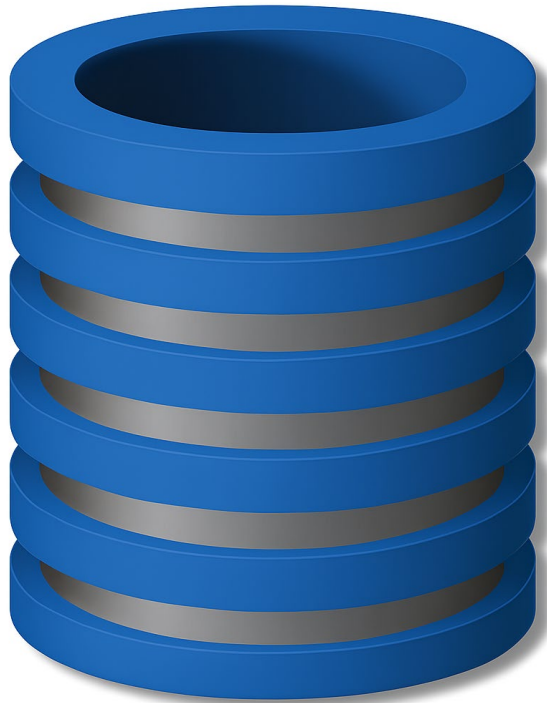




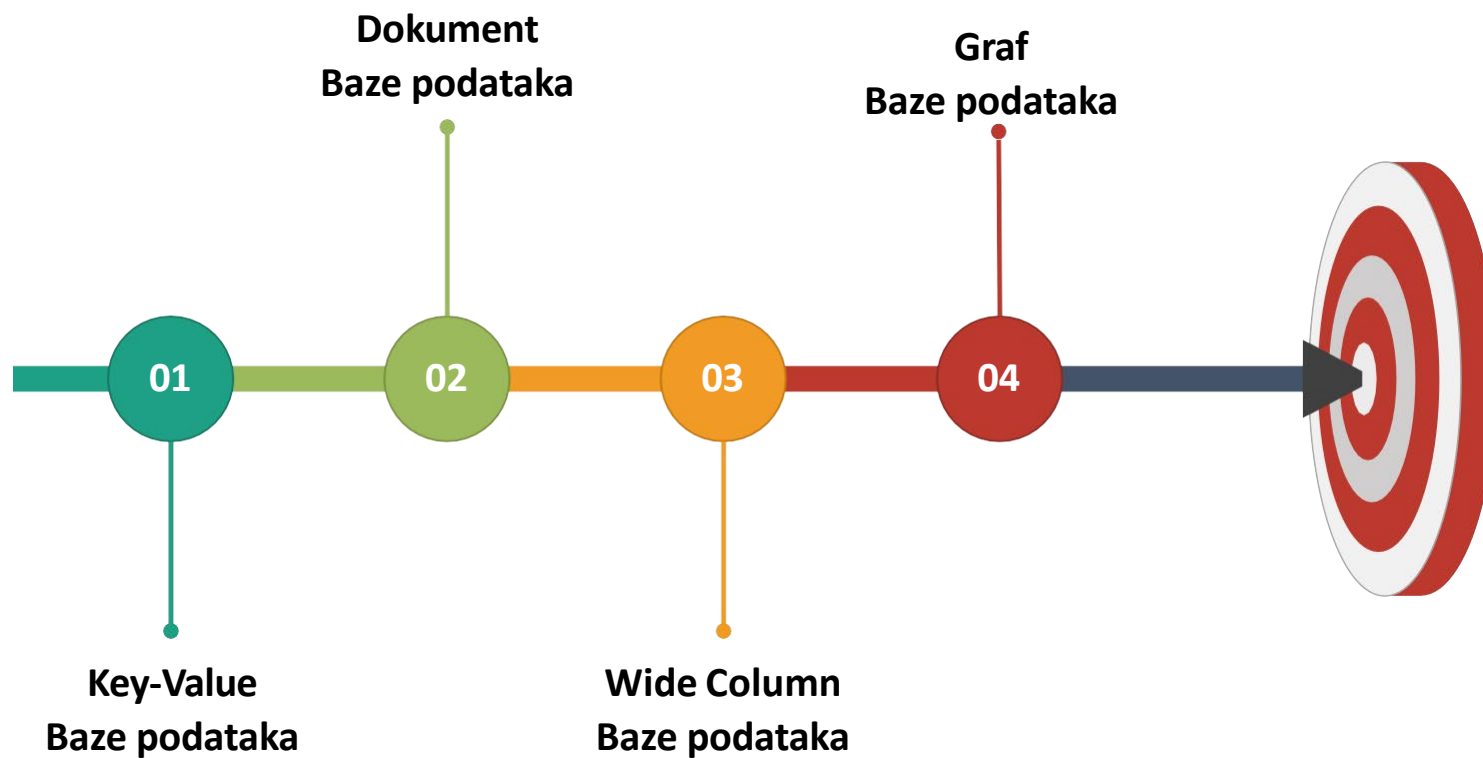
No SQL baze podataka

Predmet: Distribuirani sistemi

Predavač: dr Dušan Stefanović

Vrste NoSQL baze podataka

Pod NoSQL terminom podrazumevaju se različiti modeli baza podataka
Svaka od njih je specijalizovana za određenu namenu (use case)



Key Value baza podataka



Jednostavan NoSQL model

Najjednostavnija vrsta NoSQL modela baze podataka.



Parovi ključ-vrednost

Podaci se čuvaju kao parovi ključ-vrednost.



Nema tabela

Baze podataka sa ključ-vrednostima ne koriste tabele.



Nema unapred definisanih atributa

Nema unapred definisanih atributa ili schema.



Različiti tipovi vrednosti

Svaka vrednost može biti različitog tipa.

Čuva podatke kao kolekcija **key-value** para

Key 1 → Value 1

Key 2 → Value 2

Key 3 → Value 3

Key 1 → Akademija strukovnih studija

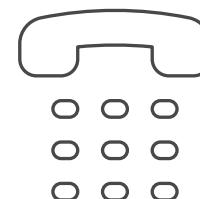
Key 2 → 062-111-222

Key 3 → C:\Direktorijum_Slike\Slika01.jpg



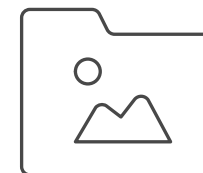
Ključ 1

Akademija strukovnih studija



Ključ 2

062-111-222



Ključ 3

C:\Direktorijum_Slike\Slika01.jpg

Key Value baza podataka



Ključ

Jedinstveni identifikator za pristup podacima



Vrednost

Bilo koji tip podataka je dozvoljen



Fleksibilnost

Prilagodljivost za nestrukturirane podatke



Brzo čitanje i pisanje podataka

Omogućava brzu obradu podataka



Jednostavna skalabilnost

Omogućava lako povećanje ili smanjenje kapaciteta



Idealno za keširanje

Poboljšava performanse sistema keširanjem podataka



Idealno za sesije

Upravlja sesijama korisnika efikasno



Idealno za profile korisnika

Pruža efikasno upravljanje profilima korisnika

Key Value baza podataka

■ Operacije

- **Set**(key, value)
- **Get**(key)
 - Jednostavan model → brzi upiti → “daj ključ i dobićeš vrednost”
 - Ne postoji opcija za složene upite (npr. filter po vrednostima)
- **Delete** (key)

■ Primena

- **Brz pristup** za veliku količinu **jednostavnih podataka**
- **Novi tip podataka** se jednostavno dodaje kroz key-value par
- Pretraga se zasniva na ključu ili opsegu ključeva
- Nije optimizovana za upite na osnovu vrednosti
 - WHERE name=“vts”

■ Use Case

- Najčešće se implementira za **keširanje** (in-memory + key value)

SLUČAJEVI PRIMENE KEY VALUE BAZE PODATAKA

Key: Odredišna mreža

Value: Kako stići do nje (sledeći ruter ili interfejs).

Key (Destinacija)	Value (Next Hop / Interfejs)
192.168.1.0/24	via 10.0.0.1 dev eth0
10.1.1.0/24	via 10.0.0.2 dev eth1
0.0.0.0/0	via 192.168.0.1 dev ppp0

Key: IP adresa uređaja u lokalnoj mreži.

Value: MAC adresa uređaja

Key (IP adresa)	Value (MAC adresa)
192.168.1.10	00:1A:2B:3C:4D:5E
192.168.1.11	00:1A:2B:3C:4D:5F
192.168.1.12	00:1A:2B:3C:4D:60



Azure Cosmos DB



SLUČAJEVI PRIMENE KEY VALUE BAZE PODATAKA

DNS keš (DNS Resolver Cache)

Key = ime domena

Value = IP adresa

Key (Domen)	Value (IP adresa)
google.com	142.250.190.78
example.com	93.184.216.34
mycompany.local	192.168.10.20

Konfiguracioni podaci za aplikaciju

Key	Value
app.theme	dark
app.language	en-US
service.timeout.seconds	30

Sesije korisnika u web aplikaciji

Key = session ID

Value = podaci o korisniku

Key (Session ID)	Value (Korisnički podaci)
sess_ABC123	{username: 'marko', role: 'admin'}
sess_XYZ789	{username: 'ana', role: 'user'}

IoT uređaji i senzori

Key = ID senzora

Value = poslednja očitana vrednost

Key (Sensor ID)	Value (Vrednost)
temp_sensor_01	22.5°C
humidity_sensor_02	45%

PRESLIKAVANJE RELACIONOG MODELA U KEY VALUE

Student

Sid	Ime	Telefon
123	Ana	062123123
321	Marko	064111222



- **Relacija student se u key-value bazi podataka predstavlja šemom**

Ključ

Vrednost

Student:123:ime = "Ana"

Student:123:Telefon = 062123123

Naziv tabele: Primarni ključ : Naziv kolone = Vrednost

Dokument baza podataka

- **Dokument Baza podataka**
 - Grupisanje **key-values para** u objekte koji se zovu **dokumenti**
 - Svaki dokument je fajl kodiran u nekom od formata
 - **JSON**, XML, or YAML
 - Svakom dokumentu je dodeljen jedinstven ID, ključ kojim se čita kompletan dokument
- Dokument u **JSON** formatu

{

"Ime": "Ana",
"Telefon": "111-222",
"Adresa": "Episkopska 10"

}

JSON dokument je skup key-value parova koji su predstavljeni kao običan tekst





Dokument baza podataka

- XML i JSON dokumenti koji mogu da se čuvaju u dokument bazi podataka

```
<artist>
  <artistname>Iron Maiden</artistname>
  <albums>
    <album>
      <albumname>The Book of Souls</albumname>
      <datereleased>2015</datereleased>
      <genre>Hard Rock</genre>
    </album>
    <album>
      <albumname>Killers</albumname>
      <datereleased>1981</datereleased>
      <genre>Hard Rock</genre>
    </album>
    <album>
      <albumname>Powerslave</albumname>
      <datereleased>1984</datereleased>
      <genre>Hard Rock</genre>
    </album>
    <album>
      <albumname>Somewhere in Time</albumname>
      <datereleased>1986</datereleased>
      <genre>Hard Rock</genre>
    </album>
  </albums>
</artist>
```

```
{
  '_id' : 1,
  'artistName' : { 'Iron Maiden' },
  'albums' : [
    {
      'albumname' : 'The Book of Souls',
      'datereleased' : 2015,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }, {
      'albumname' : 'Killers',
      'datereleased' : 1981,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }, {
      'albumname' : 'Powerslave',
      'datereleased' : 1984,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }, {
      'albumname' : 'Somewhere in Time',
      'datereleased' : 1986,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }
  ]
}
```



Dokument baza podataka

Način čuvanja istih podataka u **dokument** i **relacionim** bazama podataka

```
{
  '_id' : 1,
  'artistName' : { 'Iron Maiden' },
  'albums' : [
    {
      'albumname' : 'The Book of Souls',
      'datereleased' : 2015,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }, {
      'albumname' : 'Killers',
      'datereleased' : 1981,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }, {
      'albumname' : 'Powerslave',
      'datereleased' : 1984,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }, {
      'albumname' : 'Somewhere in Time',
      'datereleased' : 1986,
      'genre' : 'Hard Rock'
    }
  ]
}
```

ArtistId	ArtistName
1	Iron Maiden
2	Devin Townsend
3	The Wiggles

GenreId	Genre
1	Country
2	Blues
3	Hard Rock

AlbumId	AlbumName	DateReleased	ArtistId	GenreId
1	The Book of Souls	2015	1	3
2	Killers	1981	1	3
3	Powerslave	1984	1	3
4	Somewhere in Time	1986	1	
5	Ziltoid the Omniscient	2007	2	

Dokument baza podataka

- Aplikacija uzima dokument na osnovu **ključa za taj dokument**
- Nema praznih polja u dokumentu (slučaj kod relacionih baza)
- Dokument baza podataka **nema fiksnu šemu**
- Svaki dokument je skup **jedinstvenih polja**
- Add/remove podataka iz određenih dokumenata **ne utiče** na druge dokumente

■ USE CASE

- Sistem za upravljanje sadržajem (Content Managment System)
- Blog platforme
- Analitika u realnom vremenu
- E-commerce aplikacije



Dokument baza podataka

■ USE CASE - Katalog proizvoda

```
{
  "Proizvod ID": "1",
  "Proizvod Ime": "Igračka",
  "Proizvod Opis": "Daljinsko upravljanje",
  "Uzrast": "5-10",
  "Domet": "25m",
  "Snabdevač-ID": "200"
}
```



```
{
  "Proizvod ID": "222",
  "Proizvod Ime": "Bežična bušilica",
  "Proizvod Opis": "Bušilica za eksperte",
  "Voltaža": "20",
  "Broj Obrtaja": "750",
  "Snabdevač-ID": "300"
}
```



Dokument baza podataka - Šema

Student

Sid	Ime	Telefon
123	Ana	062123123
321	Marko	064111222

- **Relacija student se u dokument bazi podataka predstavlja šemom**

- Jedan red u relacionoj bazi podataka predstavlja jedan dokument

```
{  
  _id : 123,  
  Ime : "Ana",  
  Telefon: 0621233123,  
}
```

Student_123 dokument

```
{  
  _id : 321,  
  Ime : "Marko",  
  Telefon: 064111222,  
}
```

Student_321 dokument

Dokument baza podataka



Pretraga po ključu

Pretraga isključivo po ključu



Pretraga po dokumentu

Pretraga po bilo kom delu dokumenta



Duboka pretraga

Pretraga ugnježdenih objekata i nizova



Pretraga punog teksta

Pretraga punog teksta u dokumentima



Agregacije

Grupiranje i sumiranje podataka



Indeksiranje

Poboljšanje brzine pretrage



Wide Column baza podataka

Relacione baze podataka su **row-oriented**

Svaki red ima ključ **row key**

Svako polje (**field**) unutar reda čuva se zajedno u tabeli

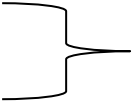
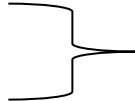
Jednostavno dodavanje novih **redova (rows)** u tabeli

Kolona predstavlja atribut ili polje unutar reda

Id	Ime	Prezime	Telefon
1	Ana	Mitić	111-222
2	Ognjen	Ilić	333-444
3	Petar	Petrović	555-666

ROW ORIENTED BAZA PODATAKA

- Relacione baze podataka su **row-oriented** (način čuvanja podataka)
 - **Način skladištenja (Storage Level)**
 - Podaci su jednodimenzionalni, jedna linija
 - 1, Ana, Mitić, 111-222, 2, Ognjen, Ilić, 333-444, 3, Petar, Petrović, 555-666
 - Kada se vrši upit nad dve kolone – **Ime i Prezime**
 - Skeniraju se **svi redovi i sve kolone**
 - 1, Ana, Mitić, 111-222, 2, Ognjen, Ilić, 333-444, 3, Petar, Petrović, 555-666
 - Bez obzira **koja kolona** se traži
- Primer

- 1 x Red = 10 Kbytes, 1M redova → 10 GB  Aplikacija treba da pročita 10GB podataka na tako jednostavnom upitu
- 2 Kolone = 2 Kbytes, 1M redova → 2 GB  Dve kolone koje želimo da pročitamo su 2KB po svakom redu
Kako njih samo da pročitamo?

Wide Column baza podataka

Wide Column Database

Column-oriented db\columnar db\column-family db

Rotira se storage sistem (promenjena je struktura podataka)

Svaki red predstavlja drugi atribut

Red je lista vrednosti povezana sa istom kolonom (Sadržaj kolone se čuva u redu)

Row-oriented

Id	Ime	Prezime	Telefon
1	Ana	Mitić	111-222
2	Ognjen	Ilić	333-444
3	Petar	Petrović	555-666



Column-oriented

Id	1	2	3
Ime	Ana	Ognjen	Petar
Prezime	Mitić	Ilić	Petrović
Telefon	111-222	333-444	555-666

Wide Column baza podataka

- **Wide Column Baza podataka**
- **Struktura**
 - Jednodimenzionalna, jedna linija
 - 1, 2, 3, Ana, Ognjen, Petar, Mitić, Ilić, Petrović, 111-222, 333-444, 555-666
 - Upit nad dve kolone – Ime i Prezime
 - 1, 2, 3, Ana, Ognjen, Petar, Mitić, Ilić, Petrović, 111-222, 333-444, 555-666
 - Kolone su organizovane u grupe (**familije**)

PREDNOSTI I NEDOSTACI

Wide Column baze podataka



Smanjenje količine podataka

Smanjuje količinu podataka koji se čitaju i učitavaju sa diska



Poboljšane performanse

Poboljšava performanse i vreme izvršenja upita



Analiza velikih podataka

Bitan faktor za analizu velikih podataka



Kompresija podataka

Omogućava bolju kompresiju podataka



Skalabilnost

Dizajnirana za horizontalno skaliranje kroz distribuirani klaster



Spor upis podataka

Upis podataka je spor proces



Neefikasnost OLTP

Nije pogodno za OLTP (Transakcije)



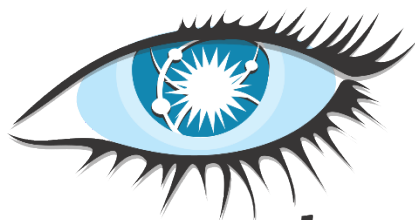
Wide Column baza podataka



Google Cloud
Bigtable



Azure Cosmos DB



cassandra



GRAF BAZA PODATAKA

Graf baze podataka mogu da se razumeju i bez poznavanja **teorije grafova**

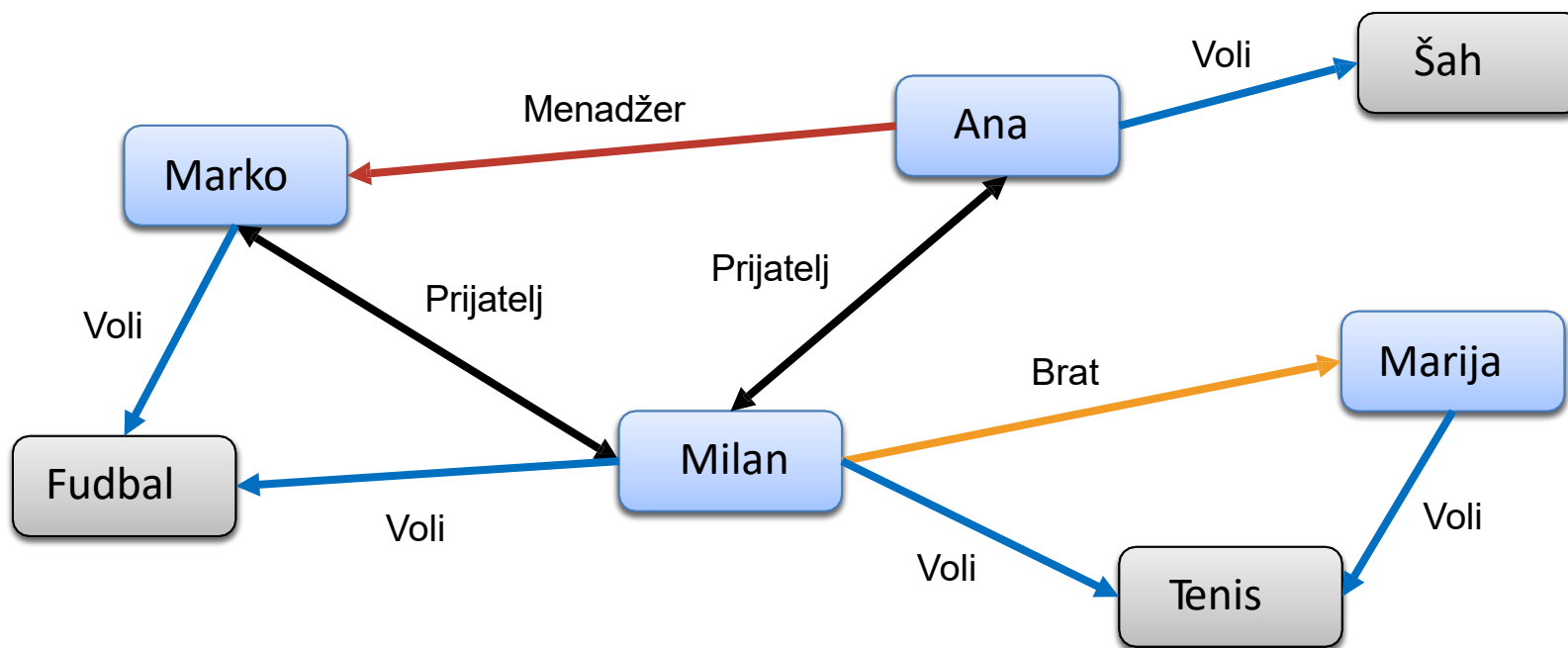
Podaci se predstavljaju formi Grafa

Veze između stavki podataka su jednako važne kao i same stavke podataka

Dva tipa informacija

Čvor (Nodes) – predstavlja entitet (korisnik, proizvod,...)

Veze (Edges) – opisuju način povezivanja dva čvora



GRAF BAZA PODATAKA

Performanse:

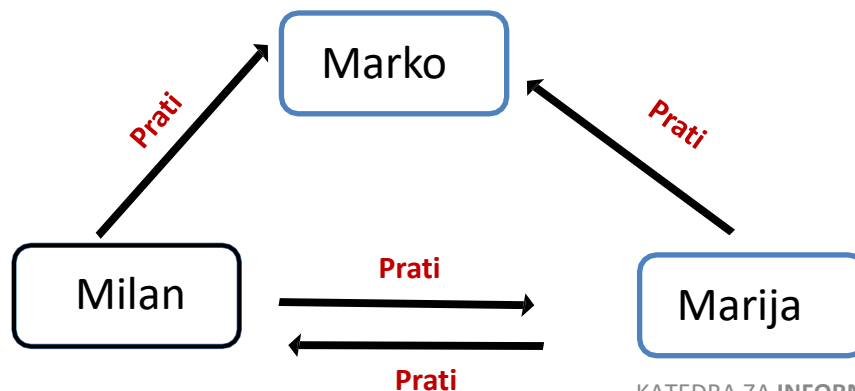
- Količina podataka se vremenom povećava
- Veze (connections) između podataka se uvećavaju znatno brže (eksponencijalno)
- Problem sa performansama relacione baze podataka imaju sa dubinom i brojem konekcija
- Performanse graf baze podataka ostaju konstatne i sa porastom podataka

Fleksibilnost:

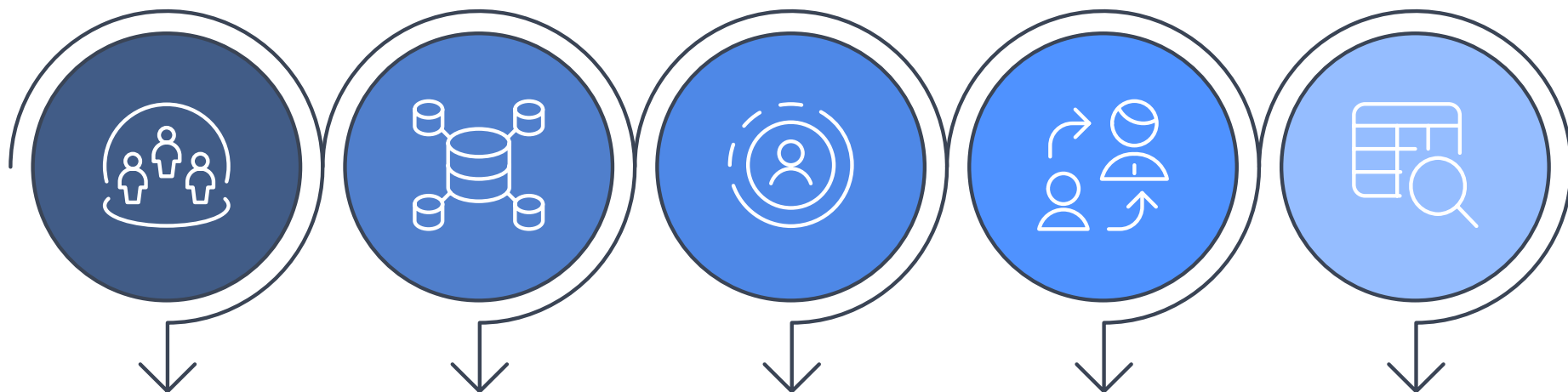
- Struktura i šema graf baze podataka je fleksibilna i prilagodljiva aplikaciji koja se razvija sa promenom strukture u skladu sa modernim tehnologijama
- RDBMS model diktira prilagođavanje tabularnom prikazu podataka

Use Case:

Društvene mreže (Twitter koji povezuje 330 miliona aktivnih korisnika)



PRIMENA GRAF BAZE PODATAKA DRUŠTVENE MREŽE



Društvena mreža

Povezivanje korisnika kroz odnose (prijateljstva, praćenja,...).

Graf baza

Efikasno praćenje višestrukih slojeva veza (bez skupih JOIN operacija).

Čvorovi

Predstavljanje entiteta kao što su Ana, Marko, Luka.

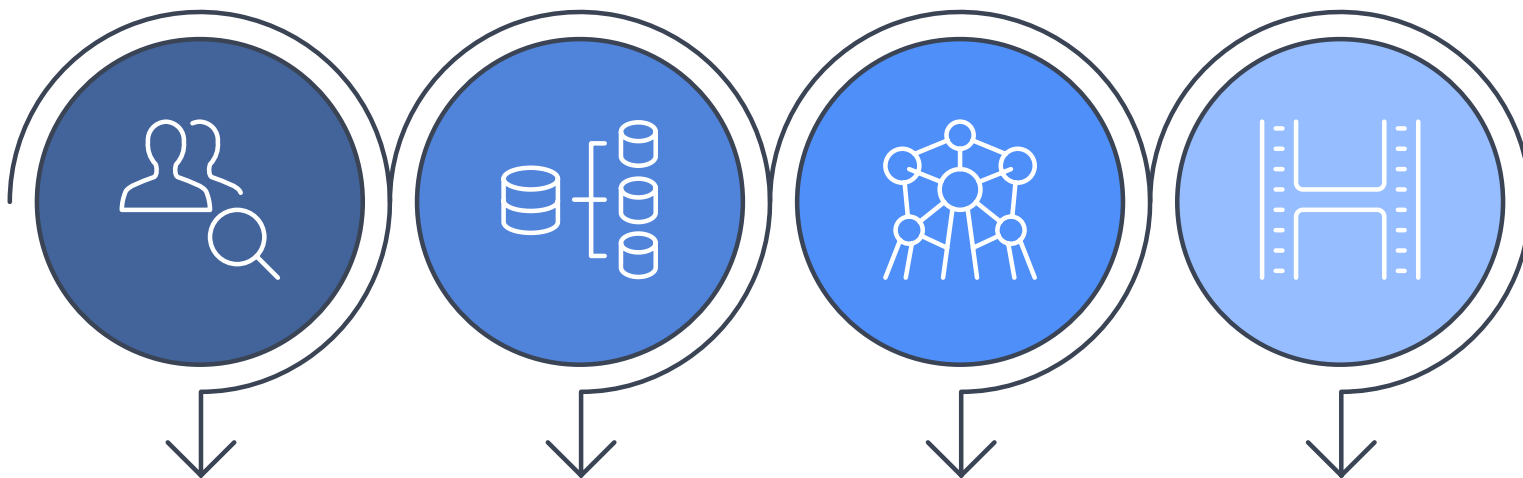
Veze

Ana je prijatelj sa Markom.

Upit

Pronalaženje prijatelja prijatelja Ane.

PRIMENA GRAF BAZE PODATAKA SISTEMI ZA PREPORUKU



Sistem za preporuku

Preporuka za proizvode ili filmove na osnovu sličnosti i ponašanja korisnika.

Zašto graf baza

Lako modeluju međusobne odnose između korisnika i sadržaja, i brzo pronalaze sličnosti i uzorke kroz mrežu podataka

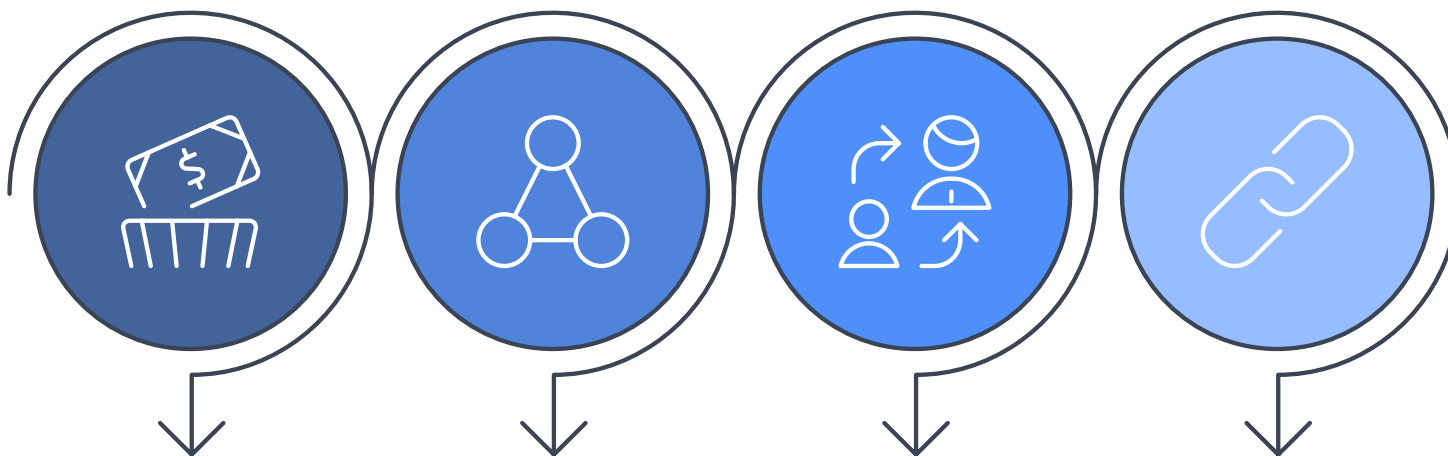
Model

Opisuje čvorove i veze
Čvorovi: Marko, Film1, Film2, Veza Marko → GLEDAO → Film1 i Film1 → SLIČAN → Film2

Upit

Preporuči Marku filmove koji su slični onima koje je gledao.

PRIMENA GRAF BAZE PODATAKA SISTEMI ZA OTKRIVANJE PREVARA



Sistem za otkrivanje prevara

U bankarstvu i osiguranju koristi se analitika grafova da bi se otkrile neobične transakcije povezane kroz složene mreže

Zašto graf baza podataka

Prevarantske šeme često uključuju skrivena povezivanja više entiteta, a graf baze omogućavaju brzo pronalaženje "lanaca" i nepravilnosti.

Čvorovi i Veze

Čvorovi:

Račun1, Račun2,
Kartica1

Veze:

Račun1 → PRENOSI

NOVAC → Račun2

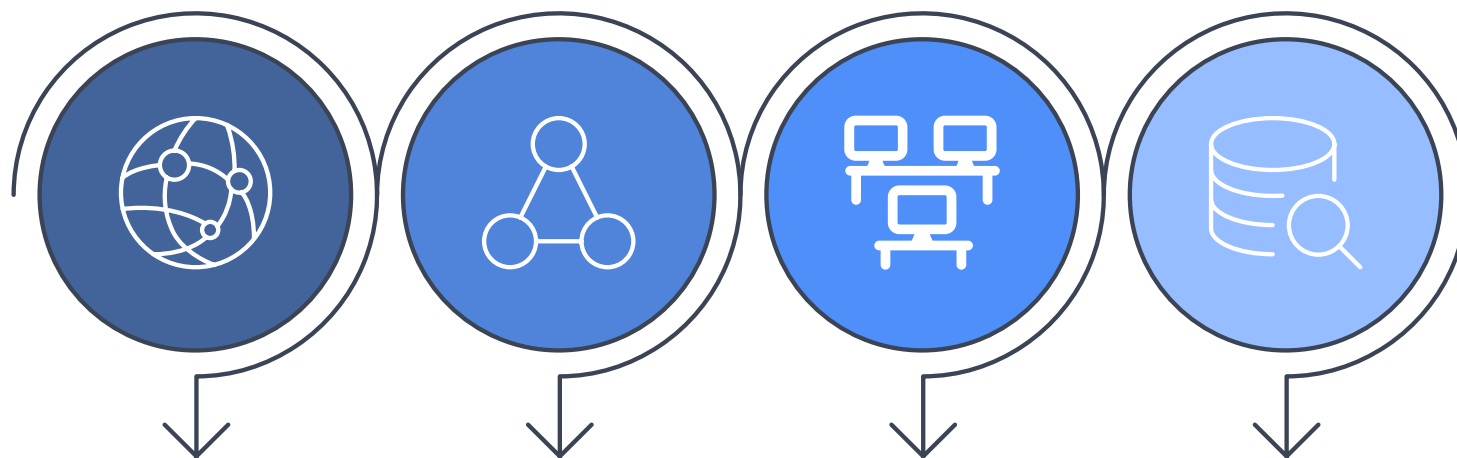
Kartica1 → POVEZANA

SA → Račun1

Upit

Da li postoji lanac transfera između sumnjivih računa?

PRIMENA GRAF BAZE PODATAKA SISTEMI ZA UPRAVLJANJE INFRASTRUKTUROM



Sistem za upravljanje infrastrukturom

U IT mrežama (data centri, serveri, mrežna oprema) važno je znati kako su uređaji fizički i logički povezani.

Zašto graf baza podataka

Graf baze omogućavaju brzo praćenje putanja i zavisnosti među uređajima, što je teško i sporo u tabelarnim bazama.

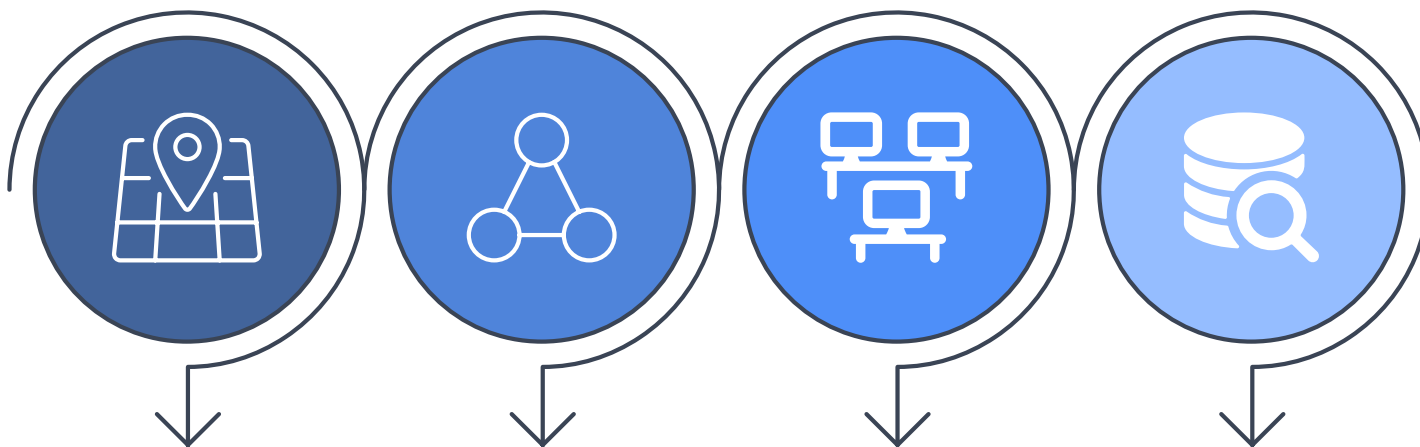
Veze

Čvorovi:
Server1, Switch1, Ruter1
Veze:
Server1 → POVEZAN →
Switch1
Switch1 → POVEZAN →
Ruter1

Upit

Kroz koje uređaje prolazi saobraćaj od Server1 do Interneta?

PRIMENA GRAF BAZE PODATAKA SISTEMI ZA NAVIGACIJU I MAPE



Sistem za navigaciju i mape

Servisi poput Google Maps traže najbrže ili najkraće rute između tačaka na osnovu puta i saobraćaja.

Zašto graf baza podataka

Rute i saobraćajna mreža su prirodno grafovi, algoritmi kao što su Dijkstra ili A* mogu brzo raditi direktno nad graf strukturom.

Veze

Čvorovi: Grad A, Grad B, Grad C
Veze:
Grad A → PUT → Grad B (50 km)
Grad B → PUT → Grad C (70 km)

Upit

Koji je najkraći put od Grada A do Grada C

GRAF BAZA PODATAKA

Veze (Relationship):

- U graf bazama podataka su veze jednako ili bitnije od samih podataka
- Veze se ne izračunavaju na osnovu stranog ključa već su direktno prisutne

Student

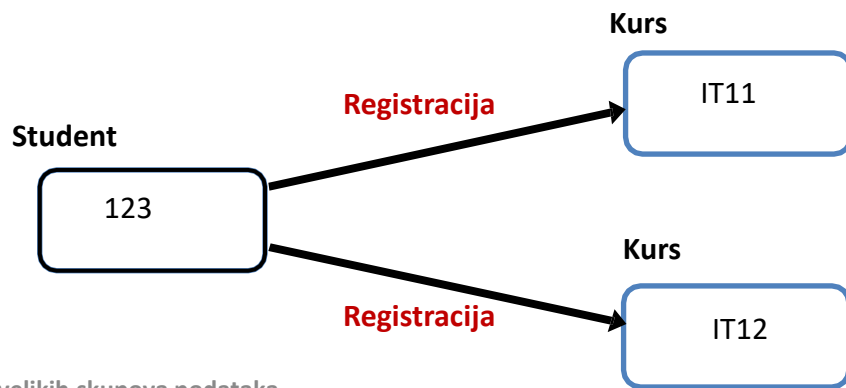
Sid	Sime
123	Ana
124	Dejan

Kursevi

Kid	Knaziv
IT11	Baze podataka
IT12	Administriranje BP

Registracija

Sid	Kid	Datum
123	IT11	01/05/2020
123	IT12	22/01/2021



UPOREDNI PRIKAZ RELACIONG DOKUMENTA I GRAF MODELA

RELACIONI MODEL

Student

Sid	Sime
123	Ana
124	Dejan

Kursevi

Kid	Knaziv
IT11	Baze podataka
IT12	Administriranje BP

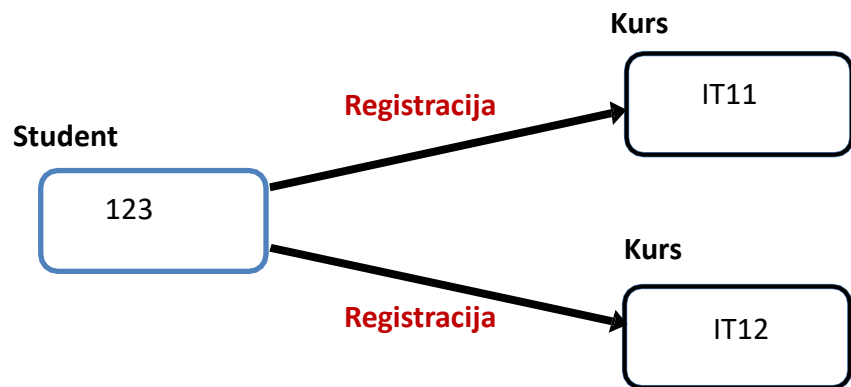
Registracija

Sid	Kid	Datum
123	IT11	01/05/2020
123	IT12	22/01/2021

DOKUMENT MODEL

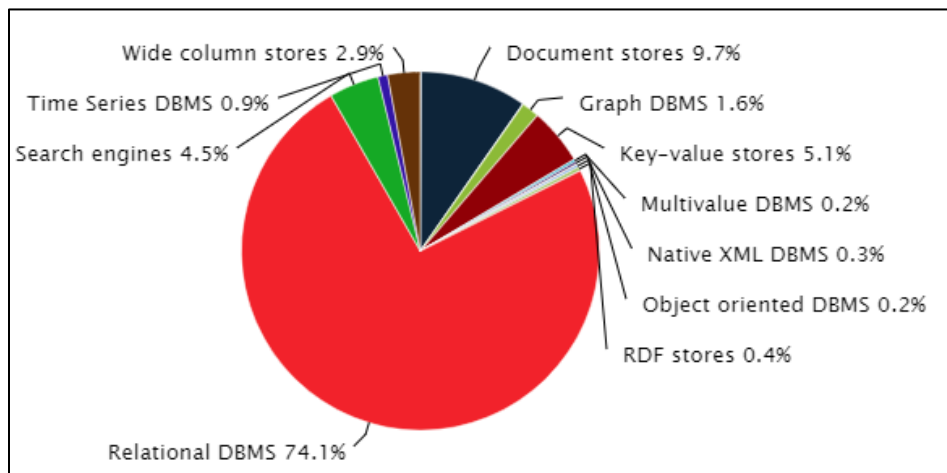
```
{
  Sid: 123,
  Sime: "Ana"
  Kurs: [ {
    Kid: "IT11",
    Knaziv: "Baze podataka",
    Datum: "01/05/2020"
  },
  {
    Kid: "IT12",
    Knaziv: "Administriranje BP",
    Datum: "22/01/2021"
  }
]
```

GRAF MODEL

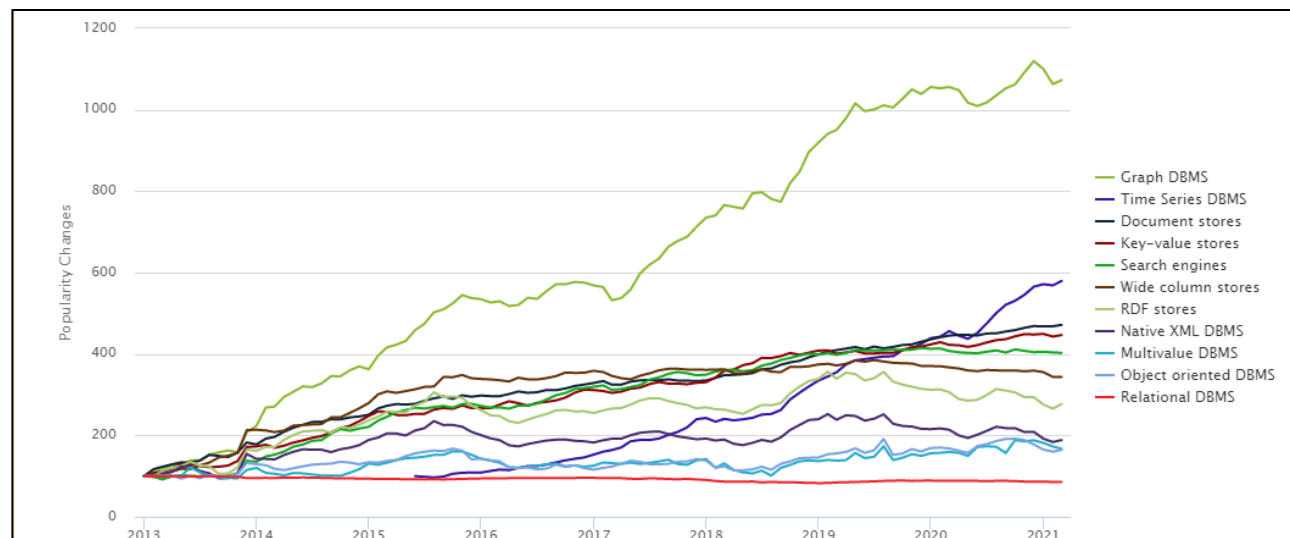


Rangiranje baza podataka

<https://db-engines.com/en/ranking>



RANGIRANJE BAZA PO POPULARNOSTI MART 2021



TREND KORIŠĆENJA BAZA OD 2013.