

Pregled komercijalnih i open source NoSQL baza podataka

Marko Makarić 1090/2012

marko.makaric90@gmail.com

Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu

Maj 2013

Abstract

Ovaj rad se bavi pregledom i istraživanjem najpopularnijih NoSQL baza podataka sa komercijalnom i licencom slobodnog softvera (open source). NoSQL baze podataka su poslednjih godina značajno popravile svoju popularnost i cilj rada je bolje upoznavanje sa NoSQL rešenjima, performansama i oblastima u kojima se primenjuju. U ovom pregledu ćemo se dotaći i odnosa između standardnih relacionih sistema za upravljanje bazama podataka i NoSQL baza podataka sa ciljem boljeg shvatanja primene NoSQL rešenja, kao i da li je NoSQL samo prolazni trend ili rešenje koje će prevladati u budućnosti.

Uvod

Istorijski gledano, termin NoSQL prvi je uveo Carlo Strozzi još 1998. godine. Termin NoSQL i značenje koje je Carlo uveo značajno se razlikuje od današnjeg. Pojam je uveo kao naziv svoje aplikacije, koja je takvo ime dobila iz razloga što nije koristila standardan SQL interfejs. Podaci se čuvaju kao standardne UNIX ASCII datoteke, nad kojima mogu da se koriste standardne UNIX komande (ls, cp, cat...), editori (vi, emacs...), kao i moćniji sistemi za kontrolu verzija kao što su RCS i CVS. Ipak i kao takav, ovaj sistem je i dalje relacioni i ubraja se u sisteme relacionih baza podataka, razvija se više od 10 godina i projekat je pod GNU licencom i kao takav potpuno pripada open source softveru.

Današnji termin NoSQL, izveden od „Not only SQL“, (u slobodnom prevodu ne samo SQL) predstavlja pojam koji opisuje celu klasu baza podataka, koje nemaju karakteristike tradicionalnih relacionih baza podataka i nad kojima se generalno ne koristi standardan SQL jezik. Pojam je značajno oživeo u poslednje vreme najviše zahvaljujući velikim kompanijama (Google, Amazon...) koje koriste svoje sisteme za čuvanje i upravljanje velikim količinama podataka koje se javljaju u njihovim aplikacijama i na taj način daju primer i navode ostale na upotrebu istih pojmova i sličnih rešenja. Potreba za ovakvim rešenjima proizilazi iz toga da u nekim situacijama relaciona baza podataka nije najbolje rešenje za upravljanje i skladištenje podataka. Trenutno se susrećemo sa eksplozijom dostupnih i generisanih podataka, koji su izuzetno raznovrsni i čiji se broj konstantno povećava i kao takvi teško se mogu smestiti u relacionu bazu podataka. U vezi sa porastom i pojavom velikih količina podataka dolazi i pitanje hardvera i skalabilnosti postojećih relacionih baza podataka, što se pokazuje da je vrlo skupo, dok u novijim NoSQL rešenjima koja su namenjena upravo takvim podacima to prirodna stvar i NoSQL rešenja nude skalabilnost na vrlo visokom nivou i sa takvim rešenjima ćemo se upoznati.

Pregled postojećih NoSQL rešenja

Glavne karakteristike i osobine koje krase NoSQL rešenja su skalabilnost, replikacija i distributivnost podataka na različitim serverima, jednostavan interfejs, slabiji model od modela koji koriste relacioni sistemi ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), efikasnija upotreba distribuiranih indeksa i RAM-a i shema koja može da se menja. Te osobine omogućavaju podršku za veliki broj jednostavnih operacija čitanja i pisanja u jedinici vremena, i zadovoljavaju potrebe današnjih aplikacija.

Poslednjih godina, razvijeno je mnoštvo različitih NoSQL rešenja čiji je zadatak bio da zadovolje potrebe i zahteve kompanija za skalabilnošću, održavanjem i raznim mogućnostima nad podacima. NoSQL je kao pojam vrlo širok i svaki sistem baze podataka koji nije relacioni se može svrstati u NoSQL sisteme. Iz tog razloga došlo je do različitih podela među NoSQL sistemima, u ovom radu će se koristiti podela sa sajta <http://nosql-database.org/>. Izabrane su tri grupe koje su najzastupljenije i iz kojih će biti opisani neki njihovi predstavnici a to su: rešenja iz grupe zasnovane na kolonama, rešenja iz grupe zasnovane na dokumentima i rešenja iz grupe Ključ-Vrednost. Pri pregledu NoSQL rešenja fokus neće biti na upoređivanju jer to nije ni cilj ovog rada, već isticanje glavnih karakteristika različitih rešenja.

NoSQL rešenja iz grupe zasnovane na kolonama (ColumnStore / ColumnFamilies)

Rešenja iz ove grupe čuvaju vrednosti kolona za više redova u istom bloku, umesto čuvanja više redova u istom bloku. Neke od baza podržavaju i kompresiju koja donosi dosta prednosti, jer više vrednosti za istu kolonu se čuvaju u svakom bloku, te je stepen kompresije daleko veći nego što bi bio na nivou jednog reda ili više redova. Neki od najpoznatijih predstavnika ove grupe su: Cassandra, Hadoop/HBase, AmazonSimpleDB, Hypertable.

Cassandra

Predstavlja projekat Apache korporacije, napisan u Java programskom jeziku pod Apache 2.0 licencom koja se može smatrati open source licencom. Cassandra se koristi u kompanijama kao što su Netflix, eBay, Twitter, Cisco i raznim drugim koje imaju velike skupove podataka. Najveći klaster gde je Cassandra u upotrebi sadrži preko 300 TB podataka na preko 400 mašina. Replikacija podataka je automatska na više različitih mesta radi potpune kontrole nad greškama. U slučaju pada nekog čvora, on može biti zamenjen bez prekida rada. Cassandra je pogodna za aplikacije koje ne dozvoljavaju gubitak podataka čak i kad ceo centar podataka iz nekog razloga prekine sa radom. Nudi kontrolu nad sinhronom ili asinhronom replikacijom za svaku operaciju ažuriranja. Propusnost čitanja i pisanja raste linearno sa dodavanjem novih mašina, bez prekida ili usporavanja rada aplikacija.

Hadoop/HBase

Predstavlja takođe projekat Apache korporacije, u Java programskom jeziku pod Apache 2.0 licencom. Koriste ga kompanije kao što su Adobe, Facebook, Yahoo! i mnoge druge. Hbase je distribuirano, skalabilno skladište za velike količine podataka (Big Data) koje se nudi kao rešenje kad je potrebno u realnom vremenu pročitati ili uneti podatke i imati potpun i brz pristup svim podacima koje čuvamo, a

koji su veliki u smislu tabela koje sadrže milijarde redova miliona kolona. Hbase koristi HDFS (HadoopDistributed File System) koji služi i kao izvor i kao odredište za poslove izvršene na Map-Reduce frejmvorku na Hadoop-u.

Amazon SimpleDB

SimpleDB je projekat u vlasništvu kompanije Amazon. SimpleDB je napisan u Erlangu i zahteva komercijalnu licencu SaaS (Software-as-a-Service) , u prevodu softver kao usluga. SimpleDB je visoko dostupna i fleksibilno nerelaciono skladište podataka koje olakšava posao administratora baze podataka. Developeri jednostavno čuvaju i zahtevaju podatke preko web servisa, a Amazonov SimpleDB odradi sve potrebno. Iza scene Amazon SimpleDB pravi i upravlja nad više distribuiranih replika podataka automatski, da omogući visoku dostupnost i trajnost podataka. Usluga koja se naplaćuje odnosi se samo na resurse koji se koriste pri čuvanju podataka i opsluživanju zahteva. Model podataka se može aktivno u toku rada menjati, i podaci se automatski indeksiraju za korisnike. Sa Amazon SimpleDB rešenjem, korisnici se mogu fokusirati na razvoj aplikacija bez briga o obezbeđivanju infrastrukture, dostupnosti, održavanja softvera, sheme ili finijih podešavanja performansi. SimpleDB pruža jednostavni interfejs web servisa za kreiranje i čuvanje više skupova podataka, zahteva i izdavanja rezultata. Podaci su automatski indeksirani, što dovodi do toga da je vrlo lako i jednostavno doći do željenih podataka. Ne postoje predefinisane sheme niti je potrebno tako nešto raditi, ako se kasnije dodaju novi podaci.

Hypertable

Hypertable predstavlja open source projekat napisan u C++ programskom jeziku, koji je započet još u martu 2007. godine od strane bivših inženjera iz Inktomi kompanije. U oktobru 2009. godine osnovana je internacionalna korporacija Hypertable koja stoji iza ovog projekta. Hypertable je dizajniran specijalno za jednu namenu a to je rešavanje problema skalabilnosti, problem koji standardni relacioni sistemi baza podataka ne mogu efikasno i na najbolji način da reše. Hypertable podatke čuva sortirane po primarnom ključu, te je vrlo dobar izbor za veliki skup aplikacija. Hypertable je konzistentna baza podataka, a veliki broj skalabilnih NoSQL baza podataka su napravljene po konceptu nepotpune konzistentnosti koji vodi do toga da je teško diskutovati o tim bazama podataka. Nepotpuno konzistentne baze podataka zahtevaju složenija sintaksna ili semantička pomagala i pod nekim okolnostima može doći čak i do gubitka podataka. Kada neka aplikacija upiše podatke u Hypertable i dobije odgovor o uspešnosti operacije, promena je trajna i uvek vidljiva u sledećim operacijama. Ostale prednosti Hypertable rešenja su visoka efikasnost implementacije i dizajna iz kojih se izvlače sjajne performanse. Za aplikacije koje rade uživo (en. online) Hypertable nudi visok nivo odziva što posebno prija korisnicima u njihovim zahtevima, dok za ostale aplikacije koje ne rade uživo (en. offline) dostiže se visok nivo propusnosti što implicira da su korisnici u mogućnosti da završe više posla u određenom periodu vremena.

NoSQL rešenja iz Dokumentima orijentisane grupe (Document Store)

Dokumentima orijentisane baze podataka predstavljaju računarske programe namenjene za čuvanje, izdavanje i upravljanje informacijama koje su poznate i kao polustrukturirani podaci (semi-structured data). Dokumentima orijentisane baze podataka predstavljaju jednu od glavnih kategorija NoSQL baza podataka i njihova popularnost raste zajedno sa upotrebom termina NoSQL. U suprotnosti sa dobro poznatim relacionim bazama podataka i njihovim glavnim pojmovima (relacija, tabela), kod dokumentima orijentisanim bazama podataka sve se vrti oko apstraktnog pojma „Dokument“. Ti „Dokumenti“ su u dokumentima orijentisanim bazama podataka na neki način slični onome što predstavljaju zapisi (en. records) i redovi relacionim bazama podataka, ali „Dokumenti“ su manje rigidni. Predstavnici ove grupe koji će ukratko biti opisani u ovom radu su MongoDB i CouchDB.

MongoDB

MongoDB je open source, dokumentima orijentisana baza podataka napisana u C++ programskom jeziku koja pruža visoke performanse, dostupnost i skalabilnost. Projekat koji obuhvata server baze podataka i alate je pod GNU AGPL v3.0 licencom, dok su drajveri pod Apache License v2.0 licencom. Uz to treba napomenuti da su dostupne i komercijalne licence koje daje 10gen. U MongoDB dokumenti predstavljaju objekte koji se lako mapiraju tipovima podataka iz programskih jezika. Ugrađeni (en. embedded) dokumenti i nizovi smanjuju potrebu za operacijama spajanja dok dinamička shema čini polimorfizam lakšim. Visoke performanse se postižu ugrađivanjem koje čini operacije čitanja i pisanja znatno bržim i indeksima koji mogu da sadrže ključeve iz ugrađenih dokumenata i nizova. Dostupnost obezbeđuju replike servera koji imaju mogućnost automatskog oporavka (en. failover). Skalabilnost se postiže automatskom raspodelom kolekcija podataka na različitim mašinama koje se nalaze u klasteru koji se lako proširuje i nepotpuno konzistentna čitanja mogu da se distribuiraju na replike servera. MongoDB u produkciji drži više baza podataka. Jedna baza sadrži skup kolekcija, a skup kolekcija sadrži skup dokumenata. Dokument je skup parova ključ-vrednost. Shema dokumenata je dinamička, što znači da dokumenti koji se nalaze u istoj kolekciji ne moraju da imaju ista polja ili istu strukturu, a i zajednička polja u dokumentima u kolekciji mogu da čuvaju različite tipove podataka. MongoDB je možda najpopularnija NoSQL baza podataka trenutno i samo neki od korisnika prednosti ovog rešenja su SourceForge, MTV Networks, The New York Times, Viber, O2 i mnogi drugi (puna lista na sledećoj Internet adresi: <http://www.mongodb.org/about/production-deployments/>).

CouchDB

CouchDB je open source projekat koji vodi Apache korporacija, napisan je u Erlangu i pod Apache 2.0 licencom je. CouchDB predstavlja bazu podataka koja potpuno obuhvata web. Podaci se čuvaju sa JSON dokumentima. Pristup dokumentima ide preko Internet pregladača, preko HTTP protokola. Upiti, i razne operacije kombinovanja i transformacija dokumenata se mogu izvršiti preko JavaScript-a. CouchDB radi vrlo dobro i sa modernim web i mobilnim aplikacijama. Web aplikacije se mogu opsluživati direktno od

CouchDB baze podataka. Podaci, kao i aplikacije se efikasno distribuiraju koristeći inkrementalnu replikaciju. CouchDB omogućava i master-master podešavanje koje podržava automatsku detekciju kolizija. CouchDB ima visok nivo dostupnosti i podržava particionisanje, uz to podržava i nepotpunu konzistentnost. Dosta pažnje je posvećeno skalabilnosti i brizi o podacima. CouchDB sadrži mašinu koja je otporna na greške (en. fault-tolerant), koja bezbednost korisničkih podataka stavlja na prvo mesto stvari o kojima brine. CouchDB je NoSQL baza koja ima dosta korisnika u svetu velikih količina podataka, neki od njih su Facebook koji koristi za deo svojih aplikacija, Credit Suisse Commodities i mnogi drugi (potpuna lista dostupna je na sledećoj adresi: http://wiki.apache.org/couchdb/CouchDB_in_the_wild).

Ključ-Vrednost (en. Key-Value) grupa NoSQL baza podataka

Ključ-Vrednost skladišta su skladišta koja dozvoljavaju razvijaoциma da čuvaju podatke koji nemaju strogu shemu. Obično podaci se sastoje od stringa koji predstavlja Ključ i stvarnih podataka koje čuvamo i koji se nazivaju Vrednost u ovoj reprezentaciji. Sami podaci su obično neka vrsta standardnih tipova iz programskih jezika (string, integer, niz) ili neki objekti koji su preko programskih jezika prilagođeni Ključ-Vrednost rešenju. Ovaj način organizacije zamenjuje potrebu za fiksnim i striktnim modelom podataka. Neki od predstavnika ove grupe su DynamoDB, Riak i Oracle NoSQL.

Amazon DynamoDB

DynamoDB je projekat napisan na Java programskom jeziku, u vlasništvu je kompanije Amazon i pod komercijalnom licencom je pri čemu se naplaćuju samo resursi koji se koriste. DynamoDB je brza, NoSQL usluga baze podataka koja čini jednostavnim i isplativim skladištenje i izvlačenje bilo koje količine podataka pri bilo kom stepenu opterećenja zahtevima. Svi objektni podaci se čuvaju na SSD (Solid State Drive) diskovima i replikacija je ostvarena kroz 3 zone za visoku dostupnost i trajnost. DynamoDB nudi veoma visoku propusnost i prostor za skladištenje sa mogućnošću skalabilnosti preko API-a i upravljačke konzole, tako da se prostor može povećati ili smanjiti u zavisnosti od naših potreba. DynamoDB tabele nemaju fiksnu shemu, i svaki objekat može imati različiti broj atributa. Više tipova podataka obogaćuje model podataka dok lokalni indeksi doprinose fleksibilnosti upita koje možemo izvršavati bez uticaja na performanse. Amazon DynamoDB koristi poznate metode iz kriptografije za autentikaciju korisnika i za sprečavanje neovlašćenog pristupa podacima. Plaćanje usluga ne ide unapred već samo prema onome što se iskoristi. Određivanje cene je jednostavno i ona se određuje kao fiksna cena po satu na osnovu rezervisanog kapaciteta, i u slučaju promene potreba DynamoDB automatski odgovara na te zahteve i vrši promene bez uticaja na performanse. Neki od poznatih korisnika ovih usluga su: The Washington Post, AdRoll, scopely, WheaterBugs...

Riak

Riak je open source NoSQL baza podataka, razvijena od strane Basho Technologies kompanije. Za razvoj su korišćeni Erlang, C, C++ programski jezici dok je za neke delove iskorišćen i JavaScript. Riak je pod Apache 2.0 licencom. Zanimljivo je da je dostupna i komercijalna verzija koja se plaća, gde su na usluzi više centara podataka i cena se određuje preko broja čvorova koji se zakupljuju. Riak takođe podržava

koncepte visoke dostupnosti, otpornosti na greške bez gubitaka podataka usled nekih hardverskih grešaka ili nemogućnosti pristupa čvorovima. Skalabilnost je prilično jednostavna i efikasna. Riak koristi jednostavan Ključ-Vrednost model za čuvanje objekata. Objekti u ovom rešenju se sastoje od jedinstvenog ključa i vrednosti, koji se čuvaju u fiksnom prostoru nazvanom kanta (en. bucket). U Riak bazi podatak se mogu čuvati razni tipovi objekata: tekstualni podaci, slike, JSON/XML/HTML fajlovi, podaci o korisnicima i sesijama, radne kopije, log datoteke itd. Riak korisnicima omogućava razne klijentske biblioteke: Java, Python, Perl, Erlang, Ruby, PHP, .NET, i mnoge druge. Neki od korisnika Riak rešenja su Symantec, Best Buy, Workday, Yahoo! JAPAN, Voxer, Braintree, Bump, Boeing, Comcast, AOL, Ask.com, Yammer, Yandex, AT&T, Datapipe, i mnoštvo drugih.

Oracle NoSQL

Kompanija Oracle koja lider u oblasti relacionih baza podataka, ima i svoje NoSQL rešenje. Dostupne su dve verzije, jedna za slobodnu upotrebu i druga za komercijalnu, mada se i ona može skinuti i koristiti u edukativne svrhe. Podaci se čuvaju u obliku Ključ-Vrednost i svaki zapis je jednoznačno određen tim parom. Ključ je najčešće tipa string i njime se određuje vrednost. Ključ može da se sastoji od glavnih i sporednih komponenti koje možemo sami da definišemo. Kako definišemo komponente ključa to se kasnije odražava na performanse aplikacije. Vrednost predstavlja objekat koji želimo da čuvamo i ona se pamti kao niz bajtova bez obzira kog je tipa objekat (slika, tekst..). Glavne odlike Oracle NoSQL baze su kao i kod ostalih rešenja ovog tipa visoka skalabilnost, dostupnost, prost model podataka i kratko vreme odziva. U Oracle NoSQL rešenju su podržani i pojmovi kao sto su konzistentnost, trajnost podataka i verzionisanje, te je moguće podešavati i određene parametre vezane za te pojmove u zavisnosti od potreba korisnika.

Zaključak

U ovom radu je napravljen kratak pregled postojećih NoSQL rešenja iz određenih grupa, uočeno je da poseduju uglavnom iste karakteristike i da su principi na kojima se zasnivaju vrlo slični. Glavne razlike se ogledaju u osnovnim razlikama između grupa što su između ostalog način organizacije podataka, pravila čuvanja objekata, način pristupa itd. Bitno je naglasiti da se u današnje vreme generišu skoro svakog trenutka velike količine podataka koje je potrebno negde čuvati i obraditi. Struktura i oblik podataka koji pristižu se ne mogu sa sigurnošću znati unapred tako da zbog toga relaciona baza podataka sa fiksnom shemom ne može biti pogodno rešenje. NoSQL baze podataka lako se nose sa tim problemom i sa te strane one i predstavljaju rešenje tog problema i uz visoku skalabilnost i dostupnost, brz i lak pristup podacima čine rešenje koje svakako ima sjajnu budućnost. Ono što se izvlači kao poenta je da su relacioni sistemi ipak stariji sistemi, nastali u vreme kada je takav model zadovoljavao tadašnje potrebe i zahteve korisnika i preduzeća kao i mogućnosti hardvera i tehnologije. Danas imamo drugačije potrebe, nova tržišta i slučajeve upotrebe kojima se standardni relacioni sistemi teško prilagođavaju, i NoSQL je isplivao kao rešenje za taj izazov. Ostaje možda pitanje da li će u potpunosti zameniti relacione baze podataka i na osnovu ovog rada zaključak je da neće, jer ipak za određeni domen problema relaciono rešenje ostaje bolji izbor od NoSQL baza podataka, a to će vreme pokazati.

Literatura

http://dbpedias.com/wiki/NoSQL:Survey_of_Distributed_Databases – maj 2013.

<https://en.wikipedia.org/wiki/NoSQL> – maj 2013.

A Survey on NoSQL Databases - Santhosh Kumar Gajendran

<http://cattell.net/datastores/Datastores.pdf> – maj 2013.

<http://nosql-database.org/> – maj 2013.

http://www.strozzi.it/cgi-bin/CSA/tw7/I/en_US/nosql – maj 2013.

<http://kkovacs.eu/cassandra-vs-mongodb-vs-couchdb-vs-redis> – maj 2013.

<http://cassandra.apache.org/> – maj 2013.

<http://wiki.apache.org/hadoop/Hbase/PoweredBy> – maj 2013.

<http://hbase.apache.org/> – maj 2013.

<http://aws.amazon.com/simplydb/> – maj 2013.

<http://hypertable.com> – maj 2013.

http://en.wikipedia.org/wiki/Document-oriented_database – maj 2013.

<http://www.mongodb.org/> – maj 2013.

<http://couchdb.apache.org/> – maj 2013.

http://wiki.apache.org/couchdb/CouchDB_in_the_wild – maj 2013.

<http://dba.stackexchange.com/questions/607/what-is-a-key-value-store-database> – maj 2013.

<http://aws.amazon.com/dynamodb/> – maj 2013.

<http://basho.com/riak/> – maj 2013.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Riak> – maj 2013.

<http://www.oracle.com/technetwork/database/nosqldb/learnmore/nosql-database-498041.pdf> – maj 2013.