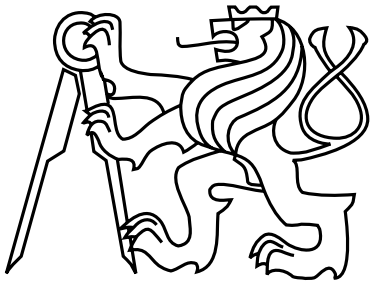
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačů



Diplomová práce

Lexikální analyzátor dialektu dotazovacího jazyka databáze MySQL pro zachytávání změn v databázi

Bc. Roman Kuchár

Vedoucí práce: Ing. Jiří Pechanec

Studijní program: Otevřená informatika, Magisterský

Obor: Softwarové inženýrství

28. ledna 2018

Obsah

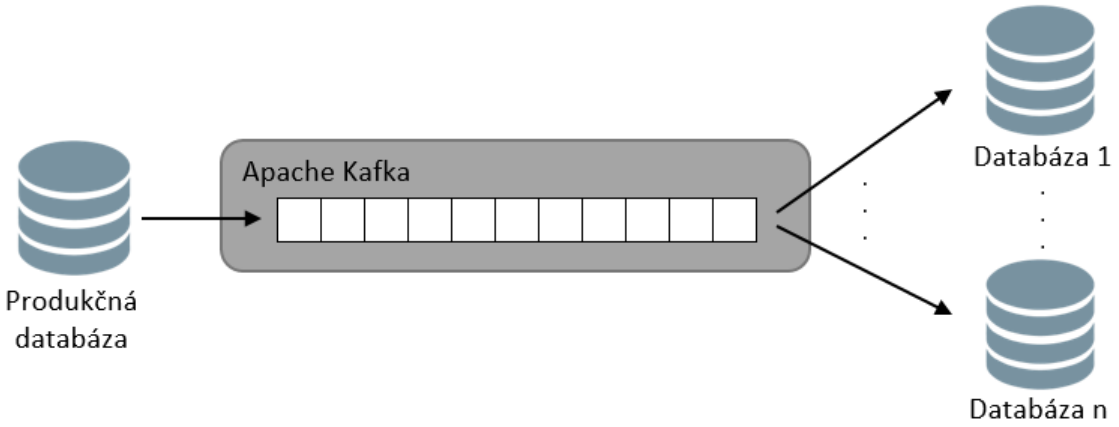
Kapitola 1

Debezium

Debezium[1] je projekt, ktorý slúži k zaznámenavaniu zmien v databázi analýzov udalostí v transakčnom logu. Jednou z podporovaných databázi je taktiež MySQL. Na správnu funkcionalitu Debezium potrebuje metadáta popisujúce štruktúru databáze v závislosti na čase. Pre MySQL je to možné dosiahnuť tak, že príkazy, ktoré vytvárajú alebo upravujú štruktúru databáze sú zachytávané, analyzované a na ich základe je upravený model v pamäti, ktorý popisuje štruktúru databáze. Stávajúci lexikálny analyzátor je ručne napísaný, veľmi jednoduchý a zďaleka nepostihuje všetky nuance SQL jazyka, čím sa stáva nachylným k chybám. Novo implementovaný strojovo generovaný lexikálny analyzátor nahradí aktuálne riešenie v projekte Debezium, čím sa zníži pravdepodobnoť vzniku chýb, a bude možné analyzátor upraviť jednoduchou zmenou v gramatike jazyka nad ktorým bude pracovať.

1.1 Zachytávanie zmenených dát

Hlavnou myšlienkou zachytávania zmenených dát, anglicky Change Data Capture (CDC), je vytvárať sled událostí, ktoré reprezentujú všetky zmeny v tabulkách danej databáze. To znamená, že pre každý 'insert', každý 'update', každý 'delete' sa vytvorí jedena odpovedajúca udalosť, ktorá bude odoslaná a následne dostupná pre konzumentov tohto sledu viď obrázok 1.1. V projekte Debezium sa na sprostredkovanie sledu udalosti využíva Apache Kafka [3] infraštruktúra, no myšlienka CDC nie je viazaná na Kafku.



Obrázek 1.1: Koncept distribúcie zmenených dát[2]

1.1.1 Replikácia dát

Jedným z využití CDC je replikácia dát do iných databáz napríklad v zmysle vytvorenia zálohy dát, ale taktiež je možné CDC využíť pri implementácií zaujímavých analytických požiadavkov. Predstavme si, že máme produkčnú databázu a specializovaný analytický systém na ktorom chceme spustiť analýzu. V tomto prípade je nutné dostať dáta z produkčnej databáze do analytického systému a CDC je možnosť, ktorá nám to umožní. Ďalším využitím môže byť prísun dát ostatným týmom, ktoré na základe nich múžu napríklad vypočítavať a smerovať svoju marketingovú kampaňn napríklad na užívateľov, ktorý si objednali istý konkrétny produkt. Nakoľko necheme aby sa takýto výpočet vykonával nad produkčnou databázov ale skôr nad nejakou separovanou databázov, tak opäť je možné využiť CDC na propagáciu dát do separovanej databáze, kde si už marketingový tým môže vykonávať akokoľvek náročné výpočty.

1.1.2 Microservice Architecture

Ďalšie využitie CDC je vhodné pri použití Microservice architecture, kde je doména rozdelená na niekoľko služieb, ktoré potrebujú mdzi sebou interagovať. Pre príklad máme tri micro služby: objednávaciu aplikácia na spracovávanie užívateľských objednávok, produktovú službu, ktorá sa stará o produktový katalóg, a nakoniec máme skaldovú službu, ktorá kontroluje reále množstvo produktových vecí na sklade. Je zretelné, že na správne fungovanie bude objednáva aplikácia vyžadovať dáta od produktovej a skladovej služby. Jednou z možnosí je, že objdnávacia aplikácia bude priamo komunikovať z ostatnými službami napríklad pomocou REST api[1], čím ale bude úzko spojená a závislá na chode danej služby. Ak by takáto služba zlyhala/spadla tak nebude fungovat celá aplikácia. Druhou možnosťou je práve využiť CDC, kde produktová a skladová sužba budú poskytovať sled zmenených dát a objednávacia aplikácia ich bude zachytávať a udržiavať kópiu časti týchto dát, ktoré ju

[1] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer>

zaujímjú, vo vlastnej lokálnej databáze. Ak by v takomto prípade niektorá zo služieb zlyhala, tak objednávacia aplikácia môže naďalej fungovať.

1.1.3 Ostané

Bežnou praxou vo väčších aplikáciacch je používanie cache pre rýchly prístup k dátam na základe špecifických dotazov. V takýchto prípdoch je potrebné riešiť problémy updatu cache alebo jej invalidaácie, pokiaľ sa isté dáta zmenia.

Riešenie fulltextového vyhľadávania pomocou databáze nie je veľmi vhodné a namiesto toho sa používa SOLR[2] alebo Elasticsearch[3], čo sú systémy, ktoré potrebujú byť synchronizované z dátami v primárnej databáze.

1.2 Odchytávanie zmien v databázi

Každý databázový systém má svoj log súbor, ktorý používa na zotavenie sa po páde a rollbacknutie transakcií, ktoré ešte neboli commitnuté alebo na replikáciu dát voči sekundárným databázam alebo inej funkcionalite. Či už to sú transakčné, binárne alebo replikačné logy, vždy v sebe udržujú všetky transakcie, ktoré boli úspešne vykonané nad databázou, a preto sú vhodné na odchytávanie zien v databázach pre projekt Debezium. Konkrétne v MySQL databáze sa volá **binlog** Nakoľko sú tieto logy plne transparentné voči aplikácií, ktorá do databáze zapisuje, výkon aplikácie nebude nijako ovplyvnený čítaním týchto logov.

1.2.1 Infraštruktúra správ pomocou Apache Kafka

Apache Kafka[3] poskytuje semantické pravidlá, ktoré dobre vyhovujú potrebám projektu Debezium. Prvým z nich je, že všetky správy v Kafke majú kľúč a hodnotu. Táto vlastnosť sa využíva na zjednotenie správ, ktoré spolu súvisia a to konkrétne tak, že na základe primárneho kľúča v tabuľke, ktorej zmena sa zmena týka je možné štruktúrovať kľúč správy a hodnota správy bude reprezentovať konkrétnu zmenu.

Kafka taktiež garantuje poradie správ metodou FIFO[4], čím sa zabezpečí správne poradie zmien, ktoré bude konzument príjmať. Táto vlastnosť je veľmi dôležitá nakoľko ak by nastala situácia 'insert' a následne 'update' alebo dve 'update' akcie za sebou, tak musí byť zabezpečené aby sa ku konzumentovi dostali v správnom poradí inač by mohla nastať nekonzistencia voči dátam v primárnej databáze a dátam s ktoré si udržiava konzument.

Kafka je pull-based systém, čo znamená, že konzument je sám sebe pánom a drží si informáciu o tom, ktoré správy z konkrétneho topiku už prečítal resp. kde chce začať čítanie ďalších správ. Takto môže sledovať aktuálne pribúdajúce správy, ale taktiež sa môže zaujímat aj o správy z minulosti.

Zmien v databázach môže byť veľmi veľa, čo spôsobí veľké množstvo údálosti, a preto je nutné spomnúť ďalšiu výhodu kafky a to jej škálovateľnosť. Kafka podporuje horizontálnu

[2] <http://lucene.apache.org/solr/>
[3] <https://www.elastic.co/>
[4] First in First out

škálovateľnosť a jednotivé topiky môžu byť rozdelené na viacero partícií. Je ale nutné si uvedomiť, že poradie zmien je garantované iba na konkrétnej partícii. Kafka zabezpeí, že všetky správy z rovnakým kľúčom budú na rovnakej partícii, čím sa garantuje ich správne poradie, ale môže nasstať situácia, že událosť s iným kľúčom, ktorá reálne nastala neskôr, môže byt kozumentom spracovávana skôr, čo môže, ale aj nemusí vadiť v závisloti na konkrétnej funkcionalite konzumenta.

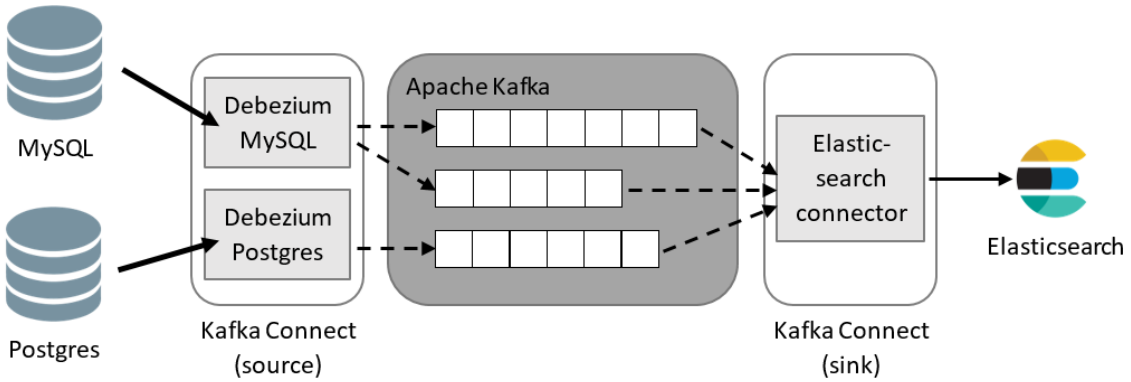
1.2.2 Kafka connect

Kafka connect je framework, ktorý umožnuje jednoduchú implementáciu dátových spojení z Kafkou. Tieto konektory majú nastarosti dáta, ktoré vstupjú alebo vystupujú z Kafky. Nazývajú sa 'source' konektory alebo 'sink' konektory na základe toho, o čo sa starajú. Debeziové konektory majú nastarosti naplňovanie Kafky, takže sa používa 'source' konektor. Kafka connect ponúka možnosť na riešenie ofsetu. To znamená, že keď napríklad MySQL konektor číta eventy z binlogu udržuje si zároveň pozíciu binlogu, z ktorej naposledy čítal. Môže nastať situácia, že konektor spadne a bude musieť byť reštartovaný. V takomto prípade konektor potrebuje vedieť ako ďaleko v čítani binlogu bol a kde má s čítaním pokračovať. Použitím Kafka connect je zabezpečené, že po každom spracovaní události konektor commitne svoj ofset a ak by konektor musel byť reštartovaný tak môže zistit posledný comutnutý ofset a pokračovať v čítaní binlogu z danej pozície.

Ďalším prínosom je možnosť konfigurácie schémy správ. Kafka connect má svoj typovací systým, ktorý umožnuje popísať štruktúru kľúčov a hodnôt v správach. Bližšie popísané v kapitole 1.2.3.

Kafka connect je clustrovateľná takže je možné v závislosti na špecifikácií rozdeliť konektor a jeho tasky medzi viacero uzlov. Taktiež ponúka bohatý eko-systém konektorov. Na stránkach Confluent[5] je možné si stiahnuť rôzne typy či už 'sink' alebo 'source' konektorov. Príklad CDC topológie s použitím Kafka connect je na obrázku 1.2. Zámerom v danom obrázku je zdieľať dáta dvoch tabuliek z MySQL databáze a jednej tabuľky z Postgres databáze. Každá monitorovaná tabuľka je vyjadrená jedným topikom v Kafke. Prvým krokom je nastavenie clusterov v Apache Kafka, pričom to môže bežat na jednom alebo viacerých clustroch. Ďalším krokom je nastavenie Kafka Connect, ktorá je oddelená od Apache Kafka a beží v separátnych procesoch alebo clustroch, a ktorá mi bude spravovať spojenie z Apache Kafka. Následne musím deploynut instnacie Debezium konektorov do Kafka connect a to konkrétne MySQL a Postgres konektory, nakoľko sledujem dáta v týchto databázových systémoch. Posledným krokom je konfigurácia aspoň jedného 'sink' konektoru, ktorý bude spracovávat dané topiky v Apache Kafka a odosielať ich inému systému (konzumentovi). Na konrétnom príklade je použitý Elasticsearch konektor nakoľko nasím konzumentom je Elasticsearch.

[5] <https://www.confluent.io/product/connectors/>



Obrázek 1.2: CDC topológia z Kafka connect[2]

1.2.3 Štruktúra správy

Ako už bolo spomenuté, správy v Kafke obsahujú kľúč, v prípade Debezia je primárny kľúč v tabuľke, a hodnotu, ktorá má komplexnejšiu štruktúru skladajúcu sa z:

- **before** stavu, ktorý v sebe nesie predchádzajúci stav data, ktoré sa mení. V prípade, že nastane 'insert' event, táto hodnota bude prázdna, nakoľko práve vzniká a nemá žiadny predchádrzjúci stav.
- **after** stavu, ktorý v sebe nesie nový stav data. Táto hodnota môže byť opäť prázdna a to v prípade 'delete' eventu.
- **source** informácie, ktoré v obsahujú metadáta o pôvode danej zmeny. Skladá sa napríklad z informácií ako meno databázového servru, názvu logovacieho súboru, z ktorého číta a pozíciu v ňom, názvu databáze a tabuľky, timestamp a pod.

Příklad 1.1: Hodnota správy odosielanej Debeziom

```
{
        "schema" : {
                ...
        },
        "payload" : {
                "before" : null,
                "after" : {
                        "id": 352,
                        "name" : "Janko",
                        "surename" : "Hrasko",
                        "email" : "janko@hrasko.sk"
                },
                "source" : {
                        "name" : "dbserver1",
```

```
                    "serer_id" : 0,
                    "ts_sec" : 0,
                    "file" : "mysql-bin.000001",
                    "pos" : 12,
                    "row" : 0,
                    "snapshot" : true,
                    "db" : "todo_list",
                    "table" : "users"
                },
                "op" : "c",
                "ts_ms" : 1517152654614
        }
}
```


Kafka dokáže spracovávať akýkoľvek druh binárných dát, takže jej na tejto logickej štruktúre nezáleží. Na odosielanie správ sa používajú konventory, ktoré prevádzajú správu do formy v ktorej bude odosielaná. Vďaka použitiu Kafka connect je opäť možnosť využit konvertory, ktoré poskytuje a pre Debezium to sú:

- **JSON**, do ktorého je možnosť zahrnúť informácie o schéme dát, na základe ktorej môžu konzumenti správne interpretovať prijatú správu. Tento formát je výhodné používať počas vývoja aplikácie nakoľko je čitateľný pre človeka.
- **Avro**, ktorý má veľmi efektívnu a kompaktntnú reprezentáciu vhodnú na prdukčné účely. Takáto správa nieje čitateľná, nakoľko je to binárna reprezentácia správy. V týchto správach sa nenachádza informácia o schémy tabuľky, ale iba idenetifikátor na danú schému a jej verziu, ktorú je možné získať pomocou registru schémat, čo je ďalšia časť ekosystému Kafky. Konzument môže získať konkrétnu schému z registrov a na základe nej interpretovat binárne dáta, ktoré dostal.

Literatura

[1] Debezium Community. *Debezium* [online]. 2018. [cit. 28. 1. 2018]. Dostupné z: <http://debezium.io/>.

[2] MORLING, G. Streaming Database Changes with Debezium. https://www.youtube.com/watch?v=I0Z2Um6e430, publikované 9. 11. 2017.

[3] NARKHEDE, N. – SHAPIRA, G. – PALINO, T. *Kafka: The Definitive Guide: Real-time data and stream processing at scale.* O'Reilly UK Ltd., 2017. ISBN 978-1-491-99065-0.