Apache Cassandra 2.0 vspace2exPrzewodnik instalacji i konfiguracji w systemie Debian Wheezy

Jan Baranowski, Michał Kaik
Politechnika Poznańska

17 czerwca 2014

1 Wstęp

Niniejszy dokument ma za zadanie przedstawić proces instalacji i konfiguracji serwera baz danych NoSQL *Apache Cassandra* w środowisku rozproszonym. Na potrzeby demonstracji zakłada się że środowisko to będzie składać się z kilku węzłów połączonych siecią lokalną.

Apache Cassandra jest serwerem baz danych NoSQL, początkowo rozwijanym przez *Facebooka* na potrzeby umożliwienia efektywnego wyszukiwania wiadomości w skrzynce odbiorczej. Obecnie (od marca 2009 roku) *Cassandra* jest rozwijana przez *Apache Foundation* (jako jeden z projektów top-level) i stanowi podstawę dla zestawu narzędzi DataStax.

Cassandra powstała jako narzędzie mające w założeniu cechować się:

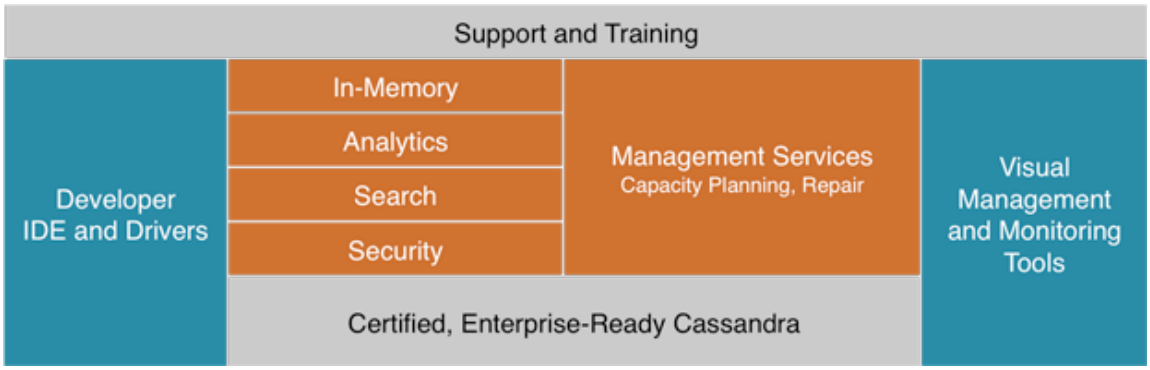
- wysoką dostępnością (*Cassandra* jest określana jako zawsze zapisywalna baza danych)
- niskim opóźnieniem wykonywanych operacji (*ang.* latency)
- odpornością na awarie (możliwością replikacji danych, brakiem komponentów, których awaria może zdestabilizować system (*ang.* single points of failure))
- możliwością regulacji kompromisu pomiędzy szybkością działania a odpornością na awarie i spójnością replik
- relatywnie prostym modelem danych

Zarówno opisanie kolumnowego modelu danych wykorzystywanego w *Cassandrze*, jak i mechanizmów, dzięki którym spełnia ona założenia projektowe nie jest celem tego dokumentu. Autorzy mogą jedynie podać propozycje publikacji, które opisują wspomniane zagadnienia. Zarówno dla modelu danych, jak i budowy wewnętrznej *Cassandry* będzie to przede wszystkim dokumentacja udostępniana przez firmę *DataStax* [3]. Kolumnowy model danych, przedstawiony z perspektywy osób pracujących z bazami relacyjnymi został doskonale (choć może zbyt obszernie) opisany w *Cassandra — The Definitive Guide* [2]. Z kolei architektura *Cassandry* w dużym skrócie (choć zapewne w sposób wystarczający by służyć jako wstęp do tego dokumentu) została przedstawiona w prezentacji [1].

Procedurę przygotowania klastra przedstawiono na przykładzie systemu operacyjnego Debian GNU/Linux 6, ponieważ uchodzi on za jedno z lepszych rozwiązań dla serwerów.

2 Wybór dystrybucji

Na samym początku nowi użytkownicy *Cassandry* stają przed wyborem dystrybucji tego oprogramowania. Możliwości są dwie: instalacja standardowej wersji dostarczonej przez *Apache Foundation* oraz instalacja platformy *DataStax* — zestawu narzędzi obudowujących *Cassandrę* i dostarczających m.in. funkcje pozwalające na uproszczenie zarządzania klastrem, wizualne monitorowanie, analizę obciążeń węzłów, itp. (por. rysunek 1).



Rysunek 1: architektura *DataStax* w odniesieniu do *Cassandry*, źródło: [8]

Wybór jest ważny o tyle, że pomimo wspólnego fundamentu, jakim jest *Cassandra*, procesy instalacji obu dystrybucji nie mają ze sobą nic wspólnego, tj. (według wiedzy autorów) nie da się doinstalować do dystrybucji *Apache* platformy *DataStax*.

W tym miejscu należy wspomnieć o twórcach platformy — firmie o zaskakującej nazwie *DataStax*, zajmującej się dostosowaniem *Cassandry* do potrzeb przedsiębiorstw poprzez m.in. rozwój i testowanie bazy danych, dostarczanie narzędzi ułatwiających administrację systemem, organizację szkoleń, certyfikację personelu technicznego, itd. Bodaj najbardziej znaczącym wkładem *DataStax* w rozwój projektu jest opracowanie szeregu driverów/konektorów dla różnych języków programowania, dzięki którym programiści mogą korzystać z *Cassandry* w sposób analogiczny do rozwiązań relacyjnych (np. tak jak w przypadku *MySQL Connectors*, por. [6]) i rozbudowa dokumentacji technicznej platformy, włączając w to dokumentację plików konfiguracyjnych, architektury *Cassandry* i języka *CQL* (odpowiednika *SQL* dla kolumnowych baz danych).

Na potrzeby niniejszego dokumentu założono, że właściwym wyborem będzie dystrybucja *Apache Cassandra*, ze względu na to, że dokument ma pełnić rolę wprowadzenia do technologii, nie zaś pozwalać na błyskawiczne wdrożenie systemu (*ang.* rapid deployment). Poza tym, przewodniki instalacji i konfiguracji *DataStaxa* dostępne są np. na stronie [7].

3 Instalacja

Cassandra zostanie zainstalowana przy użyciu narzędzia *APT* z repozytorium *Apache Software Foundation*. Wymagane będzie dodanie odpowiedniego repozytorium do listy źródeł *APTa*. Dodatkowo ze względu na to, że *Cassandra* napisana jest w Javie, pokazany zostanie proces instalacji *Oracle JRE* w systemie *Debian* (ta maszyna wirtualna jest zalecana przez twórców *Cassandry*).

3.1 Wybór maszyny wirtualnej Java

Apache Software Foundation dostarcza pakiety zawierające *Cassandrę* w formacie `*.deb`, a także repozytorium dla *APTa*. Jedną z zależności pakietu `cassandra` jest pakiet `openjdk-7-jre`. Jest to w pewnym sensie sprzeczne z zaleceniami twórców bazy danych, ponieważ ci rekomendują maszynę wirtualną *Oracle* jako środowisko uruchomieniowe (nawet w testowanej wersji bazy 2.0 odpowiedni

komunikat wyświetlany jest w logu). Nie zmienia to faktu, że testy (funkcjonalne, lecz nie wydajnościowe) przeprowadzone na potrzeby tego artykułu udowodniły, że *Cassandra* działa bez zarzutu także w środowisku *OpenJDK*.

Należy zatem wybrać pomiędzy stosowaniem się do zaleceń a prostotą instalacji.

3.2 Instalacja i konfiguracja Oracje Java

Pakiet z *OpenJDK* jest instalowany jako pakiet zależny podczas instalacji Cassandry. Jeżeli jednak administrator zdecyduje się użyć *Oracle JVM*, poniżej przedstawiona jest skrótowa procedura instalacji tego oprogramowania w systemie *Debian*. Stanowi ona kompilację najprostszych rozwiązań i tym różni się od większości przewodników dostępnych w internecie, że poza konsolą systemu nie wymaga żadnych dodatkowych narzędzi (np. mechanizmu transferu plików z maszyny-terminala do maszyny-serwera).

Pierwszym krokiem jest pobranie pakietu oprogramowania (JRE, nie JDK) ze strony *Oracle*. Standardowo by pobrać plik należy zaakceptować umowę licencyjną, jednak przy odpowiedniej konfiguracji możliwe jest ominięcie tego kroku [4]:

Listing 1: pobieranie *Oracle JRE*

```
$ wget --no-cookies \
> --no-check-certificate \
> --header "Cookie: oraclelicense=accept-securebackup-cookie" \
> "http://download.oracle.com/otn-pub/java/jdk/7u60-b19/jre-7u60-linux-i586.tar.gz" \
> -O /tmp/jre-7u60-linux-i586.tar.gz
```

Popularnym sposobem instalacji pobranego oprogramowania jest wypakowanie archiwum (zazwyczaj do katalogu `/opt`) i ręczna konfiguracja ścieżki systemowej (por. [4]). *Debian* dostarcza jednak narzędzie pozwalające przekonwertować archiwum do pakietu *DEB* [5].

Należy je zainstalować, a potem użyć:

Listing 2: budowa pakietu DEB z *Oracle JRE*

```
$ apt-get install java-package

$ fakeroot make-jpkg /tmp/jre-7u60-linux-i586.tar.gz
```

Powstały w ten sposób pakiet *DEB* należy zainstalować. Po instalacji należy ustawić *Oracle JVM* jako domyślną maszynę wirtualną w systemie.

Listing 3: instalacja i konfiguracja *Oracle JRE*

```
$ dpkg -i /tmp/oracle-j2re1.7_1.7.0+update60_i386.deb

$ update-alternatives --config java
There are 2 choices for the alternative java (providing /usr/bin/java).

  Selection Path Priority Status
------------------------------------------------------------
  0 /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/jre/bin/java 1051 auto mode
* 1 /usr/lib/jvm/j2re1.7-oracle/bin/java 316 manual mode
  2 /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/jre/bin/java 1051 manual mode

Press enter to keep the current choice[*], or type selection number:

$ java -version
java version "1.7.0_60"
Java(TM) SE Runtime Environment (build 1.7.0_60-b19)
Java HotSpot(TM) Client VM (build 24.60-b09, mixed mode)
```

Według wiedzy autorów Cassandra nie wymaga ustawiania zmiennej JAVA_HOME dla żadnego z użytkowników (ani roota, ani użytkownika *cassandra*, właściciela demona). Jeżeli jednak zajdzie taka potrzeba, zainstalowane maszyny wirtualne można znaleźć w katalogu /usr/lib/jvm.

Listing 4: ustawianie JAVA_HOME

```
$ echo "export JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/j2re1.7-oracle/" >> /home/<user>/.bashrc
```

3.3 Konfiguracja repozytorium

By móc zainstalować *Cassandrę*, należy dodać odpowiednie repozytorium *Apache Software Foundation* do źródeł programu *APT*. Zgodnie z konwencją każda większa wersja *Cassandry* znajduje się w osobnym repozytorium. Na potrzeby tego dokumentu w systemie testowym zostanie zainstalowana *Cassandra 2.0.8*.

Do pliku `/etc/apt/sources.list` należy dopisać:

Listing 5: nowe źródła pakietów dla *APTa*

```
deb http://www.apache.org/dist/cassandra/debian 20x main
deb-src http://www.apache.org/dist/cassandra/debian 20x main
```

Próba pobrania spisu zawartości repozytorium zakończy się niepowodzeniem, ponieważ *APT* nie zna kluczy publicznych dla repozytorium *Apache Software Foundation*. Te należy dodać w następujący sposób:

Listing 6: pobieranie kluczy publicznych repozytorium *ASF*

```
$ gpg --keyserver pgp.mit.edu --recv-keys F758CE318D77295D
$ gpg --export --armor F758CE318D77295D | sudo apt-key add -

$ gpg --keyserver pgp.mit.edu --recv-keys 2B5C1B00
$ gpg --export --armor 2B5C1B00 | sudo apt-key add -
```

Po zakończeniu wszystkich operacji należy pobrać spis zawartości repozytoriów:

Listing 7: odświeżanie list pakietów

```
$ apt-get update
```

3.4 Instalacja Cassandry

Ostatnim krokiem procesu instalacji jest zainstalowanie *Cassandry* z użyciem *APTa*:

Listing 8: instalacja *Cassandry*

```
$ apt-get install cassandra
```

W efekcie *Cassandra* powinna zostać zainstalowana i uruchomiona.

4 Konfiguracja węzła

Ta część dokumentu opisuje czynności związane z konfiguracją węzła *Cassandry* tak, by był on zdolny dołączyć do klastra. *Cassandra* jest systemem P2P, więc o utworzeniu klastra węzły decydują wspólnie w oparciu o taką samą nazwę klastra zdefiniowaną w pliku konfiguracyjnym i włączony kanał komunikacji poprzez plotkowanie. Kanał ten jest domyślnie wyłączony, zatem każdy węzeł *Cassandry* w sieci będzie z początku tworzył osobny klaster.

4.1 Stan systemu po instalacji

Zaraz po instalacji w systemie pojawia się nowa usługa: `cassandra`. Jest ona domyślnie uruchomiona. Jej konfiguracja zapobiega możliwości dołączenia węzła do jakiegokolwiek klastra ze względu na zablokowanie mechanizmu plotkowania (dokładnie: agent implementujący algorytm plotkujący nasłuchuje wyłącznie na adresie IP 127.0.0.1).

Pliki konfiguracyjne można znaleźć w katalogu `/etc/cassandra`. Są wśród nich:

- `/etc/cassandra/cassandra-env.sh` — skrypt definiujący zmienne środowiskowe w formie argumentów dla maszyny wirtualnej Java (np. wielkość stosu, ale także m.in. włączenie/wyłączenie mechanizmu *JMX*).
- `/etc/cassandra/cassandra-rackdc.properties` — informacja o tym, w którym fizycznie racku i centrum danych znajduje się obecny węzeł.
- `/etc/cassandra/cassandra-topology.properties` — przybliżone informacje o tym, w których rackach i centrach danych znajdują się inne węzły klastra. Plik ten jest wykorzystywany przez jedną z kilku wersji algorytmu rozmieszczania replik (*snitcha*).
- `/etc/cassandra/cassandra-topology.yaml` — plik analogiczny do poprzedniego, wykorzystywany jednak przez inną wersję algorytmu.
- `/etc/cassandra/cassandra.yaml` — główny plik konfiguracyjny *Cassandry*.

Pliki danych (w tym: commit logi) znaleźć można w katalogu `/var/lib/cassandra`. Czyszcząc zawartość trzech znajdujących się w nim podkatalogów można zresetować stan klastra. W celu wykonania tej czynności autorzy nie zalecają jednak ich całkowitego usuwania (podczas testowania mogą one zostać utworzone na nowo z prawem zapisu tylko dla roota, co uniemożliwi normalny start usługi).

Plik logu znaleźć można w `/var/log/cassandra/system.log`.

4.2 Jak debugować konfigurację?

Przed rozpoczęciem wprowadzania zmian do plików konfiguracyjnych zaleca się wyłączenie automatycznego uruchamiania usługi. Błędnie skonfigurowany węzeł może dołączyć do nieodpowiedniego klastra, a jego usunięcie w takim przypadku nie jest zadaniem trywialnym. Efekt można osiągnąć wykonując polecenie:

Listing 9: wyłączenie uruchamiania *Cassandry* na jej domyślnych runlevelach

```
$ insserv -r cassandra
```

Najprostszym sposobem sprawdzenia poprawności konfiguracji jest uruchomienie węzła w trybie jawnym (w przeciwieństwie do deamona). Służy do tego podane poniżej polecenie, które wypisze log działania węzła na standardowe wyjście.

Listing 10: testowe uruchamianie *Cassandry*

```
$ cassandra -f # -f for foreground
```

Dodatkowo można zarchiwizować taki log poleceniem `tee plik.log`, które skopiuje standardowe wejście na standardowe wyjście i do podanego pliku:

Listing 11: testowe uruchamianie *Cassandry* z archiwizacją logu

```
$ cassandra -f | tee /tmp/cassandra_testrun.log
```

UWAGA! Jeżeli *Cassandra* zostanie uruchomiona w trybie jawnym podczas gdy równolegle usługa działa w tle, zamiast informacji o błędzie w logu tej pierwszej pojawi się informacja o wyjątku `NullPointerException`.

UWAGA! Jeżeli pierwsze uruchomienie *Cassandry* odbędzie się w trybie jawnym z poziomu użytkownika innego niż `cassandra`, usługa nie będzie miała prawa zapisu do nowo utworzonych katalogów danych, nie będzie więc w stanie się uruchomić.

UWAGA! Jeżeli zmienna `JAVA_HOME` dla użytkownika uruchamiającego polecenie `cassandra -f` jest ustawiona, ale prowadzi do niepoprawnie zainstalowanej maszyny wirtualnej, *Cassandra* nie uruchomi się, ale ani skrypt startowy ani log nie poinformują o błędzie.

4.3 Pliki konfiguracyjne

Role podstawowych plików konfiguracyjnych zostały przedstawione w punkcie 4.1. Tutaj (w tabeli 1) zostaną opisane parametry konfiguracyjne (z `/etc/cassandra/cassandra.yaml`), których wartości powinny zostać świadomie dobrane przed uruchomieniem pojedynczego węzła.

Konfigurację węzła ułatwia sam plik konfiguracyjny *Cassandry*, zawierający obszerne komentarze.

Tablica 1: podstawowe parametry konfiguracyjne *Cassandry* (w `/etc/cassandra/cassandra.yaml`).

Parametr	Linia	Komentarz
`cluster_name`	10	nazwa klastra, którego ten węzeł jest członkiem
`seed_provider/parameters/seeds`	192	Węzeł *Cassandry* nie odkrywa innych węzłów automatycznie, stąd dla algorytmu plotkowania wymagana jest lista początkowych "punktów kontaktowych". Oczywiście punkty powinny być tak dobrane by nie dopuścić do partycjonowania klastra.
`listen_address`	297	Adres IP kanału komunikacyjnego pomiędzy węzłami. Agent algorytmu plotkującego będzie nasłuchiwał na tym adresie. Jeżeli wartość nie zostanie tutaj podana, *Cassandra* wybierze adres IP localhosta.
`start_native_transport`	310	Czy uruchomić binarny protokół transportowy wykorzystywany przez drivery DataStax.
`native_transport_port`	312	Port dla binarnego protokołu transportowego. Jest on podawany w kodzie klienta gdy ten łączy się z określonym węzłem klastra.
`start_rpc`	324	Czy uruchomić serwer *Thrift RPC*. Wyłączenie serwera RPC uniemożliwi dostęp do węzła przez np. `cqlsh`.
`rpc_address`	335	Adres IP na którym ma nasłuchiwać serwer *Thifta*.

4.4 Weryfikacja stanu węzła

Szeroko pojęty stan węzła po konfiguracji można sprawdzić na kilka sposobów. Przede wszystkim po uruchomieniu usługi należy sprawdzić czy ta faktycznie działa i gdy tak nie jest, przejrzeć log.

W następnej kolejności można sprawdzić czy *Cassandra* nasłuchuje na portach zdefiniowanych w pliku konfiguracyjnym:

Listing 12: sprawdzanie na których portach nasłuchuje *Cassandra*

```
$ netstat -ln4p #listening, numeric, IPv4 only, with owner process information
```

Kolejnym sposobem jest próba połączenia się z węzłem poprzez Thrift API.

Listing 13: dostęp do *Cassandry* przez *Thrift API*.

```
$ cqlsh localhost 9160 #use "quit;" to exit CQL shell
```

Wreszcie można wyświetlić stan klastra, do którego należy węzeł:

Listing 14: sprawdzanie stanu klastra

```
$ nodetool --host localhost -p 7199 status # 7199 is the JMX port
Datacenter: datacenter1
=======================
Status=Up/Down
|/ State=Normal/Leaving/Joining/Moving
-- Address Load Tokens Owns (effective) Host ID Rack
UN 127.0.0.1 98.76 KB 256 100.0% d85efd66-29fb-46d7-b824-a4cc3fc4e75b rack1
```

5 Konfiguracja klastra

5.1 Łączenie węzłów w klaster

5.2 Weryfikacja konfiguracji klastra

5.3 Działania dodatkowe

5.3.1 Synchronizacja zegarów

5.3.2 Czyszczenie

5.3.3 Konfiguracja uwierzytelniania

6 Zarządzanie klastrem

6.1 Monitoring węzłów i klastra

6.2 Przyłączanie i odłączanie węzłów

6.3 Backup danych

Literatura

[1] Jan Baranowski, Michał Kaik, Maciej Urbański,
Cassandra, Highly available, scalable storage system,
Politechnika Poznańska 2014

[2] E. Hewitt,
Cassandra, The Defintive Guide,
O'Reilly 2010

[3] *DataStax*,
`http://www.datastax.com/`,
dostęp 17 czerwca 2014 r.

[4] Daniel Stavrovski,
Installing Oracle JAVA 7 on Debian Wheezy,
`http://d.stavrovski.net/blog/post/installing-oracle-java-7-on-debian-wheezy`,
dostęp 16 czerwca 2014 r.

[5] *Java/Sun, Debian Wiki*,
`https://wiki.debian.org/Java/Sun`,
dostęp 16 czerwca 2014 r.

[6] *MySQL Connectors*,
`http://www.mysql.com/products/connector/`,
dostęp 16 czerwca 2014 r.

[7] *NoSQL Apache Cassandra Documentation*,
`http://planetcassandra.org/documentation/`,
dostęp 16 czerwca 2014 r.

[8] *Why DataStax?*,
`http://www.datastax.com/why-datastax`
dostęp 16 czerwca 2014 r.