



Hadoop, narzędzie technologii Big Data i jego aplikacje

mgr inż. KAROL NOWAKOWSKI, Bank Gospodarstwa Krajowego

prof. dr inż. WOJCIECH NOWAKOWSKI, Instytut Maszyn Matematycznych, Warszawa

Streszczenie

Big Data jest jednym z najważniejszych wyzwań współczesnej informatyki. Wobec zmasowanego napływu wielkich ilości informacji obecnych czasach pochodzących z różnych źródeł, konieczne jest wprowadzanie nowych technik analizy danych oraz rozwiązań technologicznych. Ważnym narzędziem w Big Data jest oprogramowanie Hadoop.

Słowa kluczowe: Big Data, Hadoop, NoSql, MapReduce, przetwarzanie równoległe

Abstract

Big Data is a term frequently used in the literature, but still there is no consensus in implementations of such environments. An important tool in Big data is a software Hadoop. There are many tools and technologies in this area. This paper is the review in the Big Data technologies.

Keywords: Big Data, Hadoop, NoSql, MapReduce, parallel computing

Big Data jest pojęciem powstałym w ostatnich latach. Dotyczy ono wielkich zbiorów danych, bardzo szybko i w sposób ciągle gromadzonych, a przy tym niezwykle różnorodnych. Ich przetwarzanie wymaga specyficznych metod i narzędzi programistycznych. Tym bardziej, że zbiory Big Data zawierają zwykle dane, których nie można obrabiać metodami statystycznymi ze względu na możliwość utraty jednostkowych, ale ważnych zdarzeń.

Najbardziej pożądane aspekty w przetwarzaniu zbiorów Big Data to ich integracja, spójność, niezawodność, prostota, terminowość. Takie przetwarzanie jest niezbędne dla sprawnego wykorzystywania do zarządzania i podejmowania decyzji, poszukiwania i odkrywania ogromnej ilości danych pochodzących ze źródeł heterogenicznych. Liczba narzędzi obsługi zbiorów Big Data bardzo szybko rośnie. Tu zostaną wymienione jedynie najważniejsze.

Hadoop

Apache Hadoop to platforma programistyczna (ang. framework), która służy tworzeniu aplikacji. Definiuje ona strukturę aplikacji oraz ogólny mechanizm jej działania, a także dostarcza zestaw komponentów i bibliotek ogólnego przeznaczenia do wykonywania określonych zadań. Programista tworzy aplikację, rozbudowując i dostosowując poszczególne komponenty do wymagań realizowanego projektu, tworząc w ten sposób gotową aplikację.

Frameworki bywają zwykle mylone z bibliotekami programistycznymi choć może być zestawem bibliotek; framework kieruje pracą wszystkich elementów programu (w tym i bibliotek), ma funkcję zarządczą. Biblioteka jest tylko jednym z narzędzi wykorzystywanym we frameworku. Przepływ sterowania w aplikacjach jest w nich narzucany właśnie przez framework, a nie przez użytkownika. Ponadto framework posiada domyślną konfigurację, która musi być użyteczna i dawać sensowny wynik, a ponadto ma cechę rozszerzalności, która pozwala programiście rozbudowywać aplikacje o potrzebną dodatkową funkcjonalność.

Apache Hadoop jest oprogramowaniem *open source*, które umożliwia rozproszone przetwarzanie dużych zbiorów danych w klastrach komputerów. Analiza Big Data to wyłącznie poszukiwanie korelacji. Tworzy się modele obejmujące praktycznie możliwe kombinacje wszystkich elementów i wylicza się korelację. Dlatego można podzielić zbiory na kawałki i po podzieleniu analizować je oddzielnie. Jak wyjdzie chociaż minimalna korelacja - to w następnym kroku analizuję już tylko ją, jeśli natomiast korelacji żadnej nie będzie to zapewne już w następnej iteracji nie będzie się analizować. Takie podejście pozwala na analizę danych w czasie rzeczywistym w trakcie ich splanowania, bez ich gromadzenia. Ogólna koncepcja polega więc na podzieleniu danych na mniejsze fragmenty, które są przetwarzane w niektórych węzłach. Hadoop nie jest zamiennikiem dla istniejącej infrastruktury, lecz narzędziem z rozbudowanymi funkcjami zarządzania i przechowywania danych. Powstał w 2005 roku, pierwsza jego wersja 1.0.0 została udostępniona w grudniu 2011 r.

Hadoop umożliwia łatwe skalowanie poprzez dodawanie dodatkowych węzłów bez rekonfiguracji całego systemu. Przez narzędzie *MapReduce*, Hadoop rozprawdza duże ilości częściowych danych do niektórych węzłów. Obecnie Hadoop jest najbardziej popularną technologią do przechowywania wszelkiego rodzaju danych, strukturyzowanych bądź nie, z dowolnej liczby źródeł. Platforma ta jest udostępniana na licencji Apache License 2.0.

Hadoop został zaprojektowany jako środowisko dla dużych zbiorów danych (rys. 1). Ważną jego zaletą jest elastyczność i skalowalność systemu, która odbywa się, jak już wspomniano, poprzez dodawanie nowych węzłów. Węzły te są realizowane za pomocą standardowych komputerów i serwerów. Modyfikacja struktury Hadoop nie wymaga rekonfiguracji całego systemu, tak jak w przypadku systemu OLAP. Framework ten jest niezależny od systemów operacyjnych i baz danych. Kolejną jego zaletą jest wysoki stopień niezawodności. W przypadku awarii dowolnego węzła inny podejmuje zadanie.



Rys. 1. Środowisko Apache Hadoop (hadoop.apache.org)
Fig. 1. Apache Hadoop Ekosystem (hadoop.apache.org)

Środowisko Apache Hadoop wykorzystywane jest przez duże korporacje, takie jak Yahoo, Facebook, Amazon, Ebay, The New York Times, Zarząd Rezerwy Federalnej USA, Chevron, IBM.

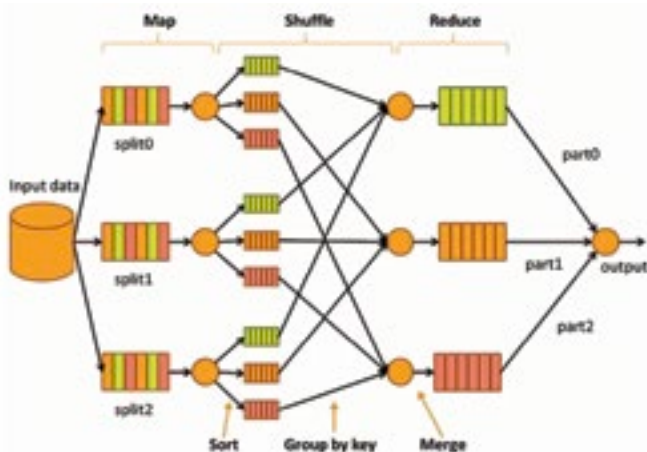
Narzędzia Hadoop

MapReduce to platforma do równoległego przetwarzania dużych zbiorów danych w klastrach komputerów, stworzona przez firmę Google. Część tej platformy została opatentowana w USA. Nazwa wynika z dwóch głównych operacji *map* i *reduce* oprogramowania funkcyjnego.

Krok **map**: główny program (*master node*) pobiera dane z wejścia i dzieli je na mniejsze części, po czym przesyła je do robotników (*worker nodes*). Każdy z robotników może albo dokonać kolejnego podziału, albo przetworzyć dane i przelać odpowiedź do głównego programu.

Krok **reduce**: główny program bierze odpowiedzi na wszystkie podproblemy i łączy je w jeden wynik – odpowiedź na główny problem.

Główną zaletą MapReduce jest umożliwienie łatwego rozproszenia operacji. Zakładając, że każda z operacji *map* jest niezależna od pozostałych, może być ona realizowana na osobnym serwerze. Polega na podzieleniu zbioru danych na niezależne części, które są przetwarzane przez algorytmy mapowania <key, value>, a następnie sortowana. Posortowane



Rys. 2. Przepływ danych w MapReduce (sci2s.ugr.es/BigData)
Fig. 2. MapReduce simplified flowchart (sci2s.ugr.es/BigData)

dane wyjściowe z procesu odwzorowywania stosuje się jako dane wejściowe w kolejnym procesie.

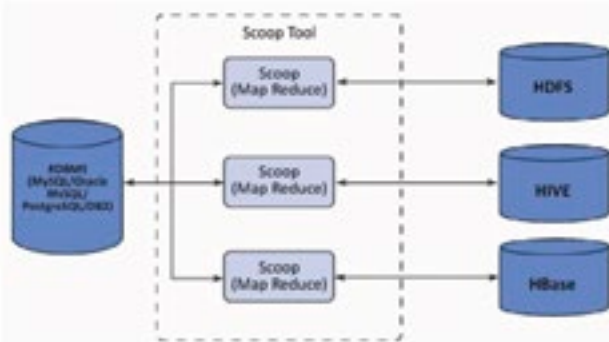
By poprawić skuteczność systemu dla dużej liczby węzłów i klastrów wprowadzono rozszerzenie MapReduce 2 pod nazwą YARN (Yet Another Resource Negotiator), zawierający więcej jednostek przetwarzania: *client* – który przygotowuje pakiet wejściowy, *YARN resource manager* – który zarządza zasobami obliczeniowymi klastra, *YARN node managers* – które są odpowiedzialne za uruchamianie i monitorowanie obliczeń i MapReduce – aplikacja, która jest odpowiedzialna za koordynację zadań. System plików jest rozproszony, co pozwala na współdzielenie pracy między różnymi podmiotami.

HDFS (Hadoop Distributed File System) to system dystrybucji plików dedykowany do przechowywania dużych ilości danych, terabajtów lub petabajtów oraz zapewniający szerokopasmowy dostęp do tych danych. HDFS działa w architekturze *master/slave* z mechanizmami *NameNode* i *DataNodes*. *NameNode* działa jako serwer główny, który zarządza nazwami systemu plików, reguluje uprawnienia i wykonuje operacje, takie jak otwieranie, zamykanie oraz zmiana nazw plików i katalogów. *NameNode* jest miejscem, w którym przechowywane są metadane całego klastra. *DataNodes* są odpowiedzialne za obsługę żądania odczytu i zapisu oraz wykonywanie operacji blokowych, takich jak tworzenie, usuwanie i replikacji, zgodnie z instrukcjami z *NameNode*.

HBase to napisany w Javie system zarządzania nierelacyjnymi bazami danych, który działa na szczycie HDFS. Jest on używany do przechowywania i analizy dużych ilości danych (miliardy wierszy, miliony kolumn). Nie jest to baza danych zgodna z ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, and Durability) jednak gwarantuje pewne szczególne właściwości. Tabele mogą służyć jako wejścia i wyjścia dla prac prowadzonych w Hadoop MapReduce.

Ambari. Celem Apache Ambari jest zarządzanie Hadoop i rozwijanie oprogramowanie do tworzenia rezerw, zarządzania i monitoringu klastrów Apache Hadoop. Ambari zapewnia zarządzanie za pośrednictwem internetowego interfejsu użytkownika.

Storm jest to darmowy system *open source* rozproszonych obliczeń w czasie rzeczywistym, który ułatwia przetworzenie nieograniczonego strumienia danych w czasie rzeczywistym. System ten ma wiele zastosowań – analiza w czasie rzeczywistym, obliczenia ciągle, rozprawdzanie RPC, ETL i więcej.



Rys. 3. Przepływ pomiędzy RDBMS i Hadoop (www.ibm.com)
Fig. 3. The flow between RDBMS and Hadoop (www.ibm.com)



Apache *Giraph* jest iteracyjny system przetwarzania wykresów o wysokiej skalowalności.

Sqoop to narzędzie przeznaczone do transferu danych pomiędzy Hadoop a relacyjnymi bazami danych. *Sqoop* może być używany do importowania danych z systemu zarządzania relacyjnymi bazami danych (RDBMS), takich jak SQL Server lub Oracle do Hadoop Distributed File System (HDFS), przekształcanie danych w Hadoop MapReduce, a następnie wyeksportowania danych z powrotem do RDBMS (rys. 3).

Mahout jest biblioteką *open source* napisaną w języku Java. Główną cechą *Mahout* jest skalowalność i współpraca z Hadoop. Biblioteka ta wykorzystuje dane przechowywane w HDFS. *Mahout* koncentruje się obecnie w trzech kluczowych obszarach. To *recommender engines* (*collaborative filtering*), grupowanie i klasyfikację. *Mahout* rozwija obecnie szereg technik i algorytmów będących aktualnie jeszcze w fazie rozwoju lub w fazie eksperymentalnej.

Komercyjne aplikacje z Hadoop

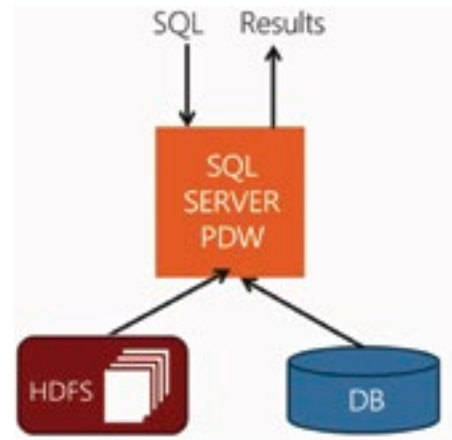
Istnieje wiele firm oferujących komercyjne implementacje i świadczących wsparcie dla Hadoop. Główne z nich to SAP Hana (SAP), InfoSphere BigInsights (IBM), Oracle Big Data Appliance (Oracle), HAVEn (HP), Teradata Appliance for Hadoop (Teradata), Pivotal HD (EMC) oraz HDInsight (Microsoft). Poniżej opisano najważniejsze.

Microsoft HDInsight jest gotowym produktem z Hadoop do dystrybucji korporacyjnej, które działa na serwerach Windows, jak i chmurowych. *HDInsight* został opracowany wspólnie z Hortonworks i Microsoft. Usługa oferowana jest w modelu PaaS (Platform as a Service). Usługa jest zintegrowana z innymi znanymi narzędziami analitycznymi oferowanymi przez Microsoft. Użytkownicy końcowi mogą korzystać z funkcji Power Query programu Excel 2013, aby uzyskiwać dane z różnych źródeł, w tym Hadoop. Dane są wizualizowane za pomocą Power Map lub Power View w Excelu. Oprogramowanie może być integrowane z Active Directory, co zapewnia niezawodność i bezpieczeństwo pracy w Hadoop

Microsoft SQL Server PolyBase zapewnia użytkownikom możliwość przenoszenia danych równoległe między węzłami klastrów Hadoop i PDW (Microsoft SQL Server Parallel Data Warehouse). Ponadto, użytkownicy mogą tworzyć tabele danych zewnętrznych ponad HDFS.

SAP HANA jest platformą danych, która jest kolumnową bazą danych w celu zwiększenia szybkości przetwarzania danych. Obsługuje ona język R przetwarzania przestrzennego R i zawiera biblioteki *text analytics*. *SAP HANA* zapewnia inteligentną dostęp do danych i dostęp do informacji pochodzących z zdalnych źródeł takich jak SAP IQ oraz Hive wykorzystujących techniki wirtualizacji.

SAP Data Services dostarcza złącze Hadoop, które zapewnia wysoką wydajność odczytu i ładowania danych do Hadoop. SAP wspiera integrację z Hadoop na kilka sposobów, w tym zapewnia możliwość inteligentnego dostępu do



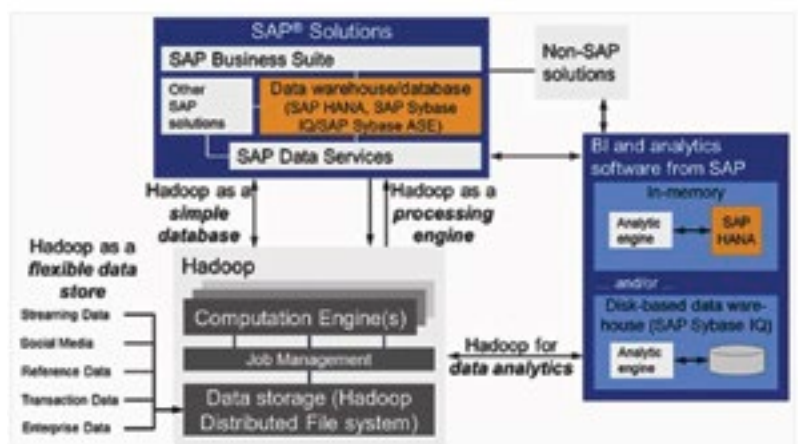
Rys. 4. Interakcja w Polybase (Microsoft)
Fig. 4. Polybase interactions (Microsoft)

danych SAP HANA, SAP Sybase IQ, natywnego API MapReduce, złącza SAP Data Services Hadoop oraz SAP Business Objects.

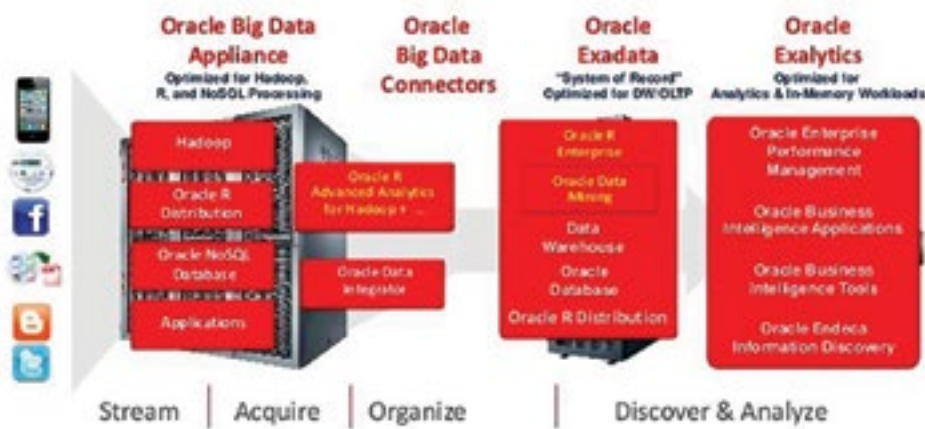
Oracle Big Data Appliance to system obejmujący nie tylko oprogramowanie, ale również elementy sprzętowe. Sprzęt został zoptymalizowany tak, aby uruchomić udoskonalone komponenty oprogramowania Big Data. By osiągnąć maksymalnej wydajność Oracle Big Data Appliance może być połączony z Oracle Exadata Database.

Oracle Big Data Appliance zapewnia wsparcie dla języka R do analizy statystycznej i wykresów (liniowych i nieliniowych modeli standardowych metod statystycznych, analizy przebiegów czasowych, klasyfikacji, klastrów i graficznych wyświetlaczy danych). W Comprehensive R Archive Network (CRAN) dostępne są pakiety open source dla bioinformatyki, statystyka przestrzenna oraz analiza finansowa i marketing.

IBM InfoSphere BigInsights zapewnia wszystkie funkcje Hadoop i dodatkowo funkcjonalności analityczne IBM Research. Oprogramowanie obsługuje dane strukturyzowane, semi-strukturyzowane i niestrukturyzowane. Oprogramowanie



Rys. 5. SAP HANA. Fig. 5. SAP HANA



Rys. 6. Platforma Oracle Big Data. Fig. 6. Oracle Big Data Platform



Rys. 7. Platforma IBM Big Data. Fig. 7. IBM Big Data Platform

zapewnia zarządzanie, bezpieczeństwo i niezawodność wspierania wdrożeń na dużą skalę i redukuje czas dostępu do informacji. IBM dostarcza zarówno programowe i sprzętowe rozwiązania do zarządzania Big Data.

Stream Computing pozwala na analizę dużych ilości danych strumieniowych w zakresie submilisekundowym. Za jego pomocą można analizować zaawansowane modele MapReduce. Integracja informacji i zarządzania dostarcza informacji dla inicjatyw biznesowych.

Podsumowanie

Big Data, a więc przetwarzanie z dużą szybkością wielkich ilości różnorodnych informacji jest nowym wyzwaniem w dzisiejszych czasach wymaga nowych rozwiązań informatycznych i nowego podejścia w projektowaniu oprogramowania. Hadoop może być uznana za istotną część ekosystemu przetwarzania dużych ilości danych przy czym jest niezwykle istotne, że jest to platforma otwarta. Wiele dużych firm oferuje własne darmowe oprogramowanie wspierające tę platformę, uzupełnione o dodatkowe funkcje.

Hadoop jest elastycznym rozwiązaniem, które może współpracować z istniejącymi systemami, wykorzystującymi RDBMS (ang. *Relational Database Management System*) i mogą być używane w środowiskach komercyjnych w celu uproszczenia procesów integracji, manipulacji, a także w analizie danych w środowisku Big Data.

Uwaga: Poglądy i opinie wyrażone w artykule są wyrazem indywidualnych opinii autorów, nie zaś instytucji, w których są zatrudnieni.

Literatura

- [1] Karol Nowakowski, Wojciech Nowakowski: Big Data *ante portas*. Elektronika – konstrukcje, technologie, zastosowania, nr 12/2015.
- [2] Krzysztof Czajkowski, Łukasz Chodak, Radosław Korkosz, Michał Urbańczyk: Tools and Technologies in the Big Data. *Studia Informatica*, Vol. 35, No 2 (116), Institute of Computer Networks Cracow University of Technology.
- [3] Marta Tabakow, Jerzy Korczak, Bogdan Franczyk: Big Data – definicje, wyzwania i technologie Informatyczne. *Business Informatics* 1(31), Uniwersytet Ekonomiczny, Wrocław.