

Apache Hadoop

Χρήστος Γκόγκος



Εργαστήριο Συστημάτων Υπολογιστών – Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών &
Τεχνολογίας Υπολογιστών – Πανεπιστήμιο Πατρών

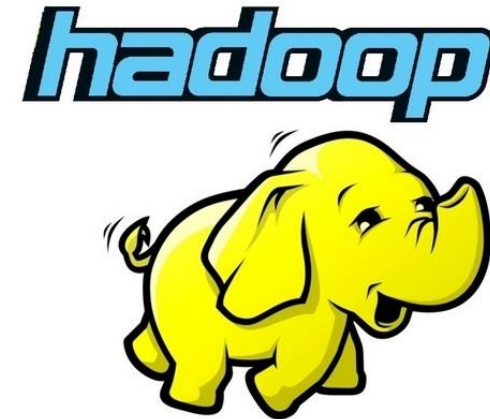
5/12/2017

https://github.com/chgogos/big_data

Apache Hadoop

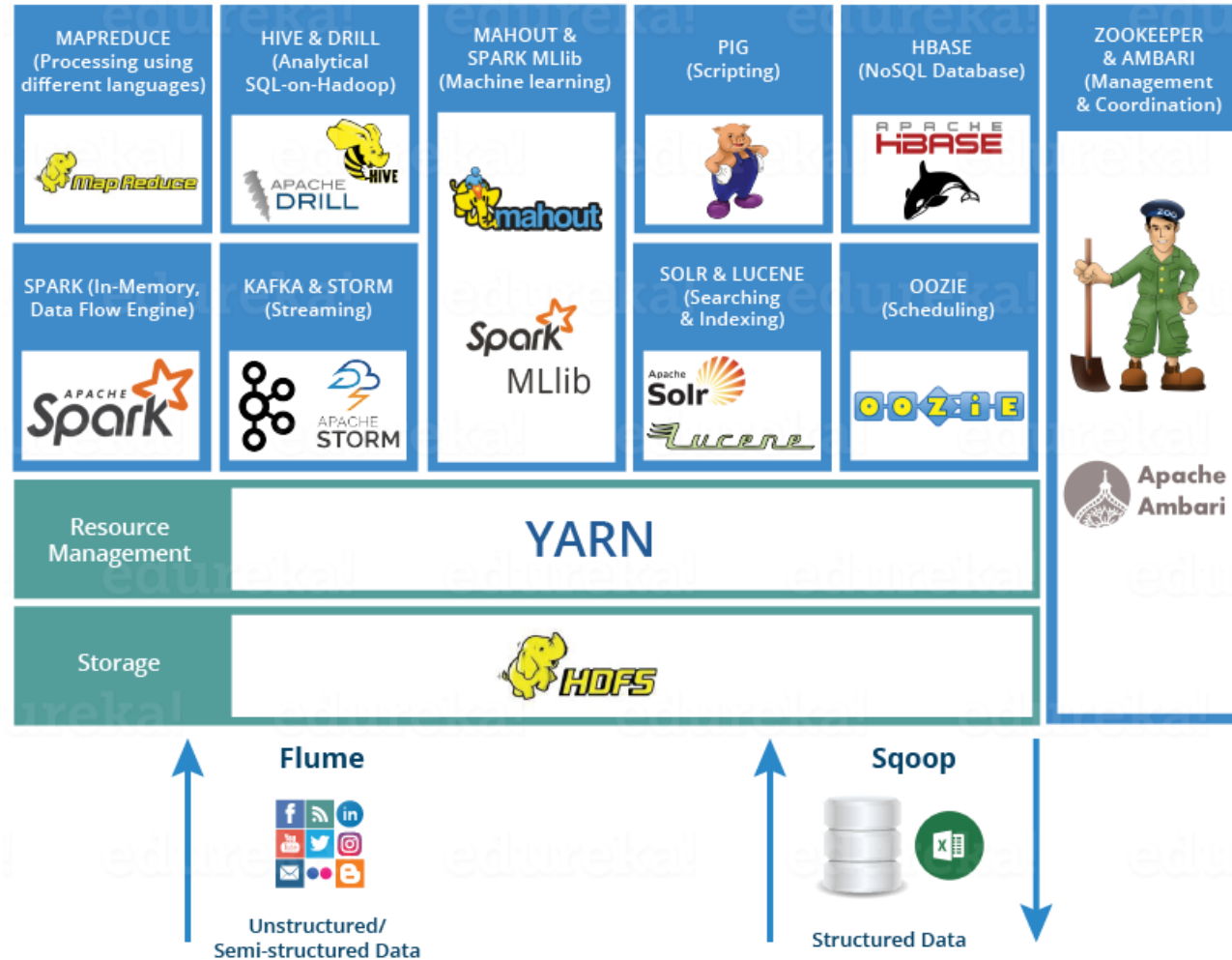
- Το Hadoop είναι ένα framework που επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων και την παράλληλη εκτέλεση εφαρμογών σε συστάδες απλών υπολογιστών
- Βασικά υποσυστήματα του Hadoop είναι τα:
 - HDFS
 - YARN
- Είναι open source και έχει μεγάλη αποδοχή (Yahoo!, Twitter, Amazon, Facebook κ.α.)

Βασική ιδέα: Μετακίνηση των υπολογισμών στα δεδομένα



<http://hadoop.apache.org/>

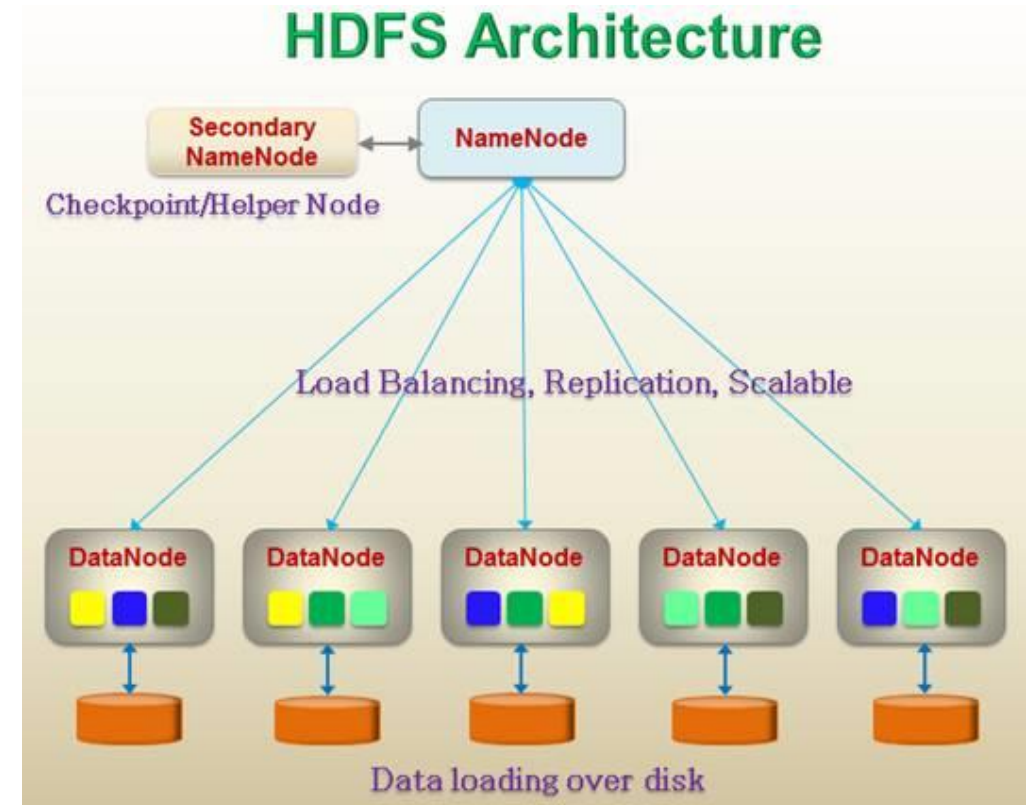
Apache Hadoop Ecosystem



<https://www.edureka.co/blog/hadoop-ecosystem>

HDFS (Hadoop Distributed File System)

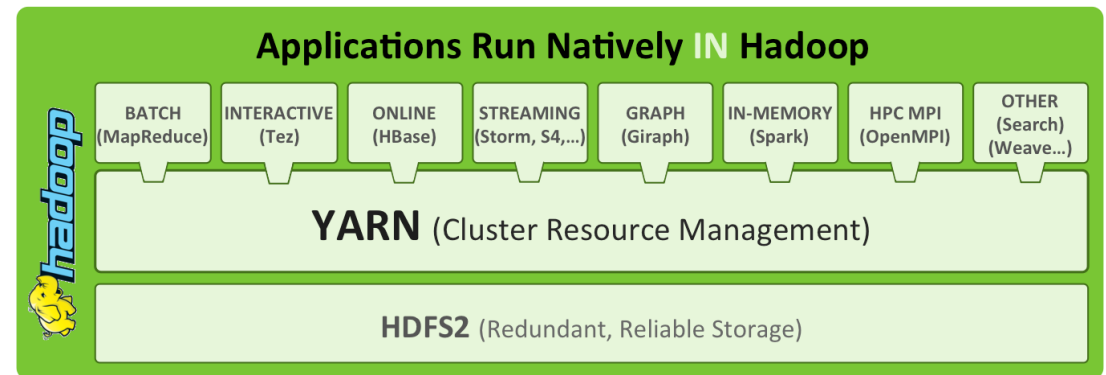
- Το HDFS είναι ένα κατανεμημένο σύστημα αρχείων που τρέχει πάνω από το σύστημα αρχείων ενός linux συστήματος
- Μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλα αρχεία σε συστάδες κοινών υπολογιστών (commodity hardware)
- Τα δεδομένα σπάνε σε μπλοκ (64MB ή 128 MB)
- Κάθε μπλοκ διατηρείται σε 3 (default) αντίγραφα σε διάφορους υπολογιστές



<http://www.developer.com/db/getting-familiarized-with-the-hadoop-distribution-file-system.html>

Hadoop YARN (Yet Another Resource Negotiator)

- Το YARN λειτουργεί ως ενδιάμεσο επίπεδο ανάμεσα στις εργασίες που πρόκειται να εκτελεστούν και στο HDFS
- Φροντίζει ώστε να γίνεται καλή χρήση της υπολογιστικής ισχύος της υποδομής
- JobTracker (master)
- TaskTrackers (slaves) – ένα ανά datanode



MapReduce

- Το MapReduce (Google 2004) είναι ένα προγραμματιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται ευρύτατα για αποδοτική κατανομημένη επεξεργασία πάνω σε μεγάλα σύνολα δεδομένων
- Εκτελείται σε clusters υπολογιστών και επωφελείται από την ύπαρξη πολλών κόμβων στους οποίους μπορεί να ανατεθεί εργασία
- Ο προγραμματιστής χρειάζεται να γράψει δύο συναρτήσεις: τη συνάρτηση map και τη συνάρτηση reduce
- Ένα τμήμα του Hadoop αποτελεί open source υλοποίηση του MapReduce

Δεκέμβριος 2004

MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters

Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat

jeff@google.com, sanjay@google.com

Google, Inc.

Abstract

MapReduce is a programming model and an associated implementation for processing and generating large data sets. Users specify a *map* function that processes a key/value pair to generate a set of intermediate key/value pairs, and a *reduce* function that merges all intermediate values associated with the same intermediate key. Many real world tasks are expressible in this model, as shown in the paper.

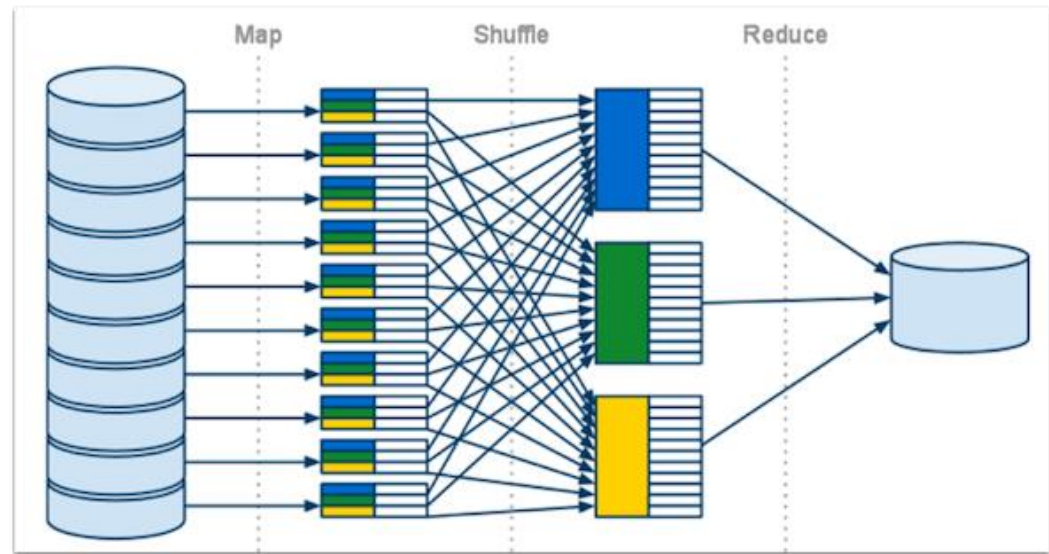
given day, etc. Most such computations are conceptually straightforward. However, the input data is usually large and the computations have to be distributed across hundreds or thousands of machines in order to finish in a reasonable amount of time. The issues of how to parallelize the computation, distribute the data, and handle failures conspire to obscure the original simple computation with large amounts of complex code to deal with these issues.

As a reaction to this complexity, we designed a new

<http://research.google.com/archive/mapreduce-osdi04.pdf>

MapReduce functions

- Τα προβλήματα «σπάνε» σε δύο φάσεις
 - **Map:** τα δεδομένα του προβλήματος διαχωρίζονται σε μη επικαλυπτόμενα τμήματα της μορφής <key, value> και ανατίθενται σε διεργασίες που παράγουν αποτελέσματα επίσης της μορφής <key, value>
 - **Reduce:** τα αποτελέσματα της Map φάσης τροφοδοτούνται σε διεργασίες που τα συνοψίζουν σε μικρότερο αριθμό εγγραφών
- Η συνάρτηση reduce εκτελείται μετά την συνάρτηση map



<https://developers.google.com/appengine/docs/python/dataprocessing/>

Παράδειγμα Map-Reduce: Καταμέτρηση λέξεων

- Πρόβλημα: Υπολογισμός της συχνότητας εμφάνισης λέξεων σε ένα σύνολο πολλών κειμένων
- Ο προγραμματιστής πρέπει να γράψει μια map συνάρτηση και μια reduce συνάρτηση

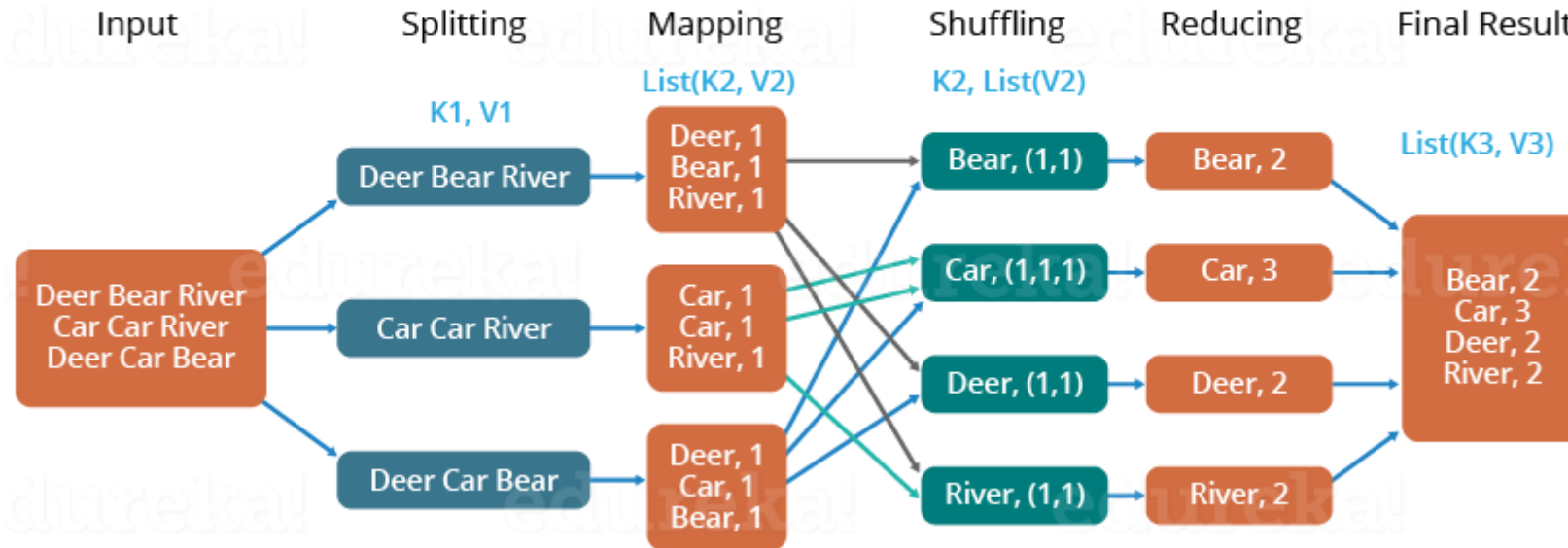
```
// key: όνομα του εγγράφου  
// value: περιεχόμενο του εγγράφου  
map(String key, String value)  
for each w in value  
    emitIntermediate(w,1)
```

```
// key: μια λέξη  
// values: μια λίστα από μετρήσεις  
reduce(key, values)  
c = 0  
for each v in values  
    c += v  
emit(c)
```


Word Count Example

The Overall MapReduce Word Count Process

edureka!



<https://www.edureka.co/blog/mapreduce-tutorial>

Βασικά βήματα του MapReduce

1. Φόρτωση ενός μεγάλου συνόλου εγγραφών σε ένα σύνολο μηχανημάτων με τη μορφή (key, value)
 2. Εξαγωγή κάποιας χρήσιμης πληροφορίας από κάθε εγγραφή (map)
 3. Ανακάτεμα (shuffle) των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων ανάμεσα στα μηχανήματα έτσι ώστε το ενδιάμεσα αποτελέσματα για το ίδιο κλειδί να είναι μαζί
 4. Υπολογισμός συγκεντρωτικών τιμών για τα ενδιάμεσα αποτελέσματα (reduce)
 5. Αποθήκευση τελικού αποτελέσματος
- **Βήμα Map**
 - Τα δεδομένα εισόδου χωρίζονται σε τμήματα
 - Οι worker nodes επεξεργάζονται παράλληλα τα δεδομένα που έχουν αναλάβει
 - Κάθε worker node αποθηκεύει το αποτέλεσμα στο τοπικό του σύστημα αρχείων από όπου ο reducer μπορεί να το προσπελάσει
 - **Βήμα Reduce**
 - Πολλαπλά reduce tasks αναλαμβάνουν να υπολογίσουν παράλληλα συγκεντρωτικά αποτελέσματα

Διαχωρισμός εργασιών: Τι κάνει ο προγραμματιστής και τι το Hadoop

Προγραμματιστής

- Συνάρτηση map
- Συνάρτηση reduce

Framework (Hadoop MapReduce)

- Ανοχή σε σφάλματα
- Ανάθεση workers σε map και reduce
- Μετακίνηση επεξεργασίας στα δεδομένα
- Ανακάτεμα-ταξινόμηση των δεδομένων

Τρόποι προγραμματισμού στο Hadoop

- **Java:** πρόσβαση στις πλήρεις δυνατότητες του MapReduce αλλά δύσκαμπτα και μεγάλα προγράμματα
- **Hadoop streaming:** δυνατότητα χρήσης άλλων γλωσσών (π.χ. Python, Ruby κ.α.)
- **Cascading:** βιβλιοθήκη σε java που επιτρέπει την περιγραφή data flows που μετασχηματίζονται σε διεργασίες map reduce
- **Hive:** γλώσσα παρόμοια με την SQL
- **Pig:** γλώσσα data flow
- **Scalding:** γλώσσα βασισμένη στη Scala που παράγει μικρά προγράμματα

Hadoop Streaming



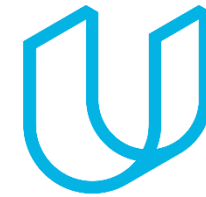
Major Hadoop vendors

- Cloudera
 - Hortonworks
 - MapR
- Hadoop sandbox Virtual Machines (VMs)
 - Κάθε VM είναι «φορτωμένο» με ένα μεγάλο αριθμό από εργαλεία
 - Απαιτούν μεγάλη ποσότητα μνήμης
 - cloudera CDH 5.8 (4+ GB RAM – 2 cores)
 - Hortonworks HDP 2.6.3 (8+ GB RAM – 4 cores)



Demo: παράδειγμα επεξεργασίας με το Hadoop Map Reduce

- Υπολογισμός των συνολικών πωλήσεων ανά κατάστημα (πόλη) από ένα αρχείο με δεδομένα πωλήσεων purchases.txt (202MB)
- Εκτέλεση κώδικα στο Virtual Machine της Cloudera
 - mapper.py
 - reducer.py



UDACITY

Intro to Hadoop and MapReduce by Cloudera

<https://www.udacity.com/course/intro-to-hadoop-and-mapreduce--ud617>