

Προχωρημένα Θέματα Βάσεων Δεδομένων

ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ Εξάμηνο 9ο

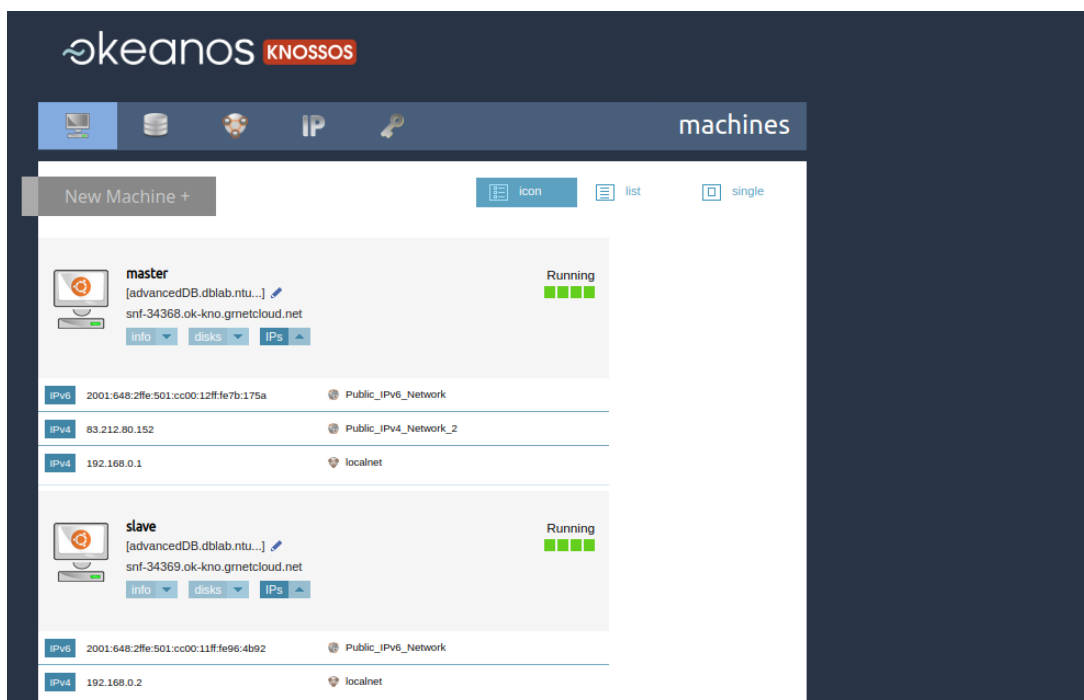
Εξαμηνιαία Εργασία στο Spark

2022-2023

Νικήτας Τσίνας, el18187
Κυριάκος Τσαρτσάρας, el18054

1. Εγκατάσταση του Hadoop και Spark & δημιουργία Dataframes και RDDs

Αφού έγινε το setup των εικονικών μηχανημάτων στον **okeanos** σύμφωνα με τις οδηγίες του εργαστηρίου δημιουργήθηκαν τα ακόλουθα 2 μηχανήματα master και slave όπως φαίνεται παρακάτω.



Έπειτα ακολουθήσαμε τις οδηγίες που βρίσκονται σε αυτήν την ιστοσελίδα <https://sparkbyexamples.com/hadoop/apache-hadoop-installation/> για την εγκατάσταση και την εκκίνηση του hadoop και στα δύο μηχανήματα. Έγινε το format του hdfs δίσκου καθώς και η εκκίνηση του NameNode στο master και του DataNode στο slave. Η πρόσβαση στο Hadoop web UI του NameNode γίνεται πατώντας την διεύθυνση του master μηχανήματος μαζί με το port 9870 <http://83.212.80.152:9870/>.

Έπειτα ανεβάσαμε στο hdfs cluster τα αρχεία parquets των yellow-taxi-trips για τους μήνες Ιανουάριο έως Ιούνιο του 2022 όπως φαίνεται παρακάτω.

Browse Directory

/user/user/parquets Go!

Show 25 entries Search:

Permission	Owner	Group	Size	Last Modified	Replication	Block Size	Name
-rw-r--r--	user	supergroup	36.37 MB	Jan 26 13:42	3	128 MB	yellow_tripdata_2022-01.parquet
-rw-r--r--	user	supergroup	43.5 MB	Jan 26 13:42	3	128 MB	yellow_tripdata_2022-02.parquet
-rw-r--r--	user	supergroup	53.1 MB	Jan 26 13:42	3	128 MB	yellow_tripdata_2022-03.parquet
-rw-r--r--	user	supergroup	52.66 MB	Jan 26 13:42	3	128 MB	yellow_tripdata_2022-04.parquet
-rw-r--r--	user	supergroup	52.99 MB	Jan 26 13:42	3	128 MB	yellow_tripdata_2022-05.parquet
-rw-r--r--	user	supergroup	52.8 MB	Jan 26 13:42	3	128 MB	yellow_tripdata_2022-06.parquet

Showing 1 to 6 of 6 entries

Previous 1 Next

Hadoop, 2022.

Έπειτα, ακολουθήσαμε τις οδηγίες που μας δόθηκαν από το υλικό του εργαστηρίου του μαθήματος για την εγκατάσταση του Spark. Ξεκινήσαμε τον master στο μηχανήμα master και δύο workers (ένα στον master και ένα στον slave). Τα ερωτήματα τα τρέξαμε στο spark cluster με δύο και έναν worker. Για την παύση του ενός worker εκτελούμε την εντολή **./stop-worker.sh spark://192.168.0.1:7077** στον sbin του spark home directory ενός μηχανήματος από τα δύο. Το Spark web UI μπορεί να γίνει προσβάσιμο μέσω του link <http://83.212.80.152:8080/>.

Vendor ID	tpcp_pickup_datetime	tpcp_dropoff_datetime	passenger_count	trip_distance	RatecodeID	store_and_fwd_flag	PULocationID	DOLocationID	payment_type	fare_amount	extra	mta_tax	tip_amount	tolls_amount	improvement_surcharge	total_amount	congestion_surcharge	airport_fee
2	2022-03-17 12:27:47	2022-03-17 12:27:58	1	0	1	N	12	12	1	2.5	0	0.5	40	0	0.3	45.8	2.5	0

Τα αποτελέσματα του Q2:

VendorID	tpep_pickup_datetime	tpep_dropoff_datetime	passenger_count	trip_distance	RatecodeID	store_and_fwd_flag	PULocationID	DOLocationID	payment_type	fare_amount	extra	mta_tax	tip_amount	tolls_amount	improvement_surcharge	total_amount	congestion_surcharge	airport_fee
1	2022-01-22 11:39:07	2022-01-22 12:31:09	1	33.4	1	Y	70	265	4	88	0	0.5	0	193.3	0.3	282.1	0	0
1	2022-02-18 02:33:30	2022-02-18 02:35:28	1	1.3	1	N	265	265	1	3	0.5	0.5	19.85	95	0.3	119.15	0	0
1	2022-03-11 20:08:32	2022-03-11 20:09:45	1	0	1	N	265	265	1	2.5	1	0.5	48	235.7	0.3	288	0	0
1	2022-04-29 04:31:21	2022-04-29 04:32:30	2	0	1	N	249	249	3	3	3	0.5	0	911.87	0.3	918.67	2.5	0
1	2022-05-21 16:47:48	2022-05-21 17:05:47	1	2.4	3	N	239	246	3	31.5	0	0	0	813.75	0.3	845.55	0	0
1	2022-06-12 16:51:46	2022-06-12 17:56:48	9	22	1	N	142	132	2	67.5	2.5	0.5	0	800.09	0.3	870.89	2.5	0

Σημείωση: Όλοι οι χρόνοι εκτέλεσης παρατίθενται σε έναν πίνακα στο τέλος της αναφοράς.

3. Εκτέλεση του Q3 με Dataframe API και RDD API

Τα αποτελέσματα του Q3 με **Dataframe API**:

start	end	average amount	average distance
2022-01-01 00:00:00	2022-01-16 00:00:00	19.903702637879	5.57641037785201
2022-01-16 00:00:00	2022-01-31 00:00:00	19.0366079138949	4.80484047230941
2022-01-31 00:00:00	2022-02-15 00:00:00	19.5538913279606	5.95048584492812
2022-02-15 00:00:00	2022-03-02 00:00:00	20.1720780936583	6.1857672125677
2022-03-02 00:00:00	2022-03-17 00:00:00	20.6923577131835	6.60698631990843
2022-03-17 00:00:00	2022-04-01 01:00:00	21.1182873078897	5.52478804839661

2022-04-01 01:00:00	2022-04-16 01:00:00	21.5132460928528	5.67922147578719
2022-04-16 01:00:00	2022-05-01 01:00:00	21.4310101744718	5.80009662403329
2022-05-01 01:00:00	2022-05-16 01:00:00	21.9293270019761	6.25531698997756
2022-05-16 01:00:00	2022-05-31 01:00:00	22.8084729445817	8.00062024615197
2022-05-31 01:00:00	2022-06-15 01:00:00	22.4443469769819	6.37273405170607
2022-06-15 01:00:00	2022-06-30 01:00:00	22.3524111322989	6.15420819002069
2022-06-30 01:00:00	2022-07-15 01:00:00	22.2426108408053	5.94605167380302

Τα αποτελέσματα **Q3** με **RDD API**:

fortnight of year	average amount	average distance
0	19.903702637879	5.57641037785201
1	19.0366079138949	4.80484047230941
2	19.5538913279606	5.95048584492812
3	20.1720780936583	6.1857672125677
4	20.6923577131835	6.60698631990843
5	21.1216594895824	5.53299925210139
6	21.5155590945836	5.6793230779383
7	21.4280883762328	5.80034470764598
8	21.9215703489091	6.24969785212724
9	22.8064990704604	7.99906322246912
10	22.4521108398723	6.37897119160897
11	22.3521676835216	6.15337012823947
12	22.1693839743656	5.81122097069594

Εδώ είναι σημαντικό να τονίσουμε πως τα αποτελέσματα των δύο ερωτημάτων έχουν μία μηδαμινή απόκλιση μετά το 5ο δεκαπενθήμερο του χρόνου η οποία οφείλεται στα ελαχίστως διαφορετικά χρονικά διαστήματα που έχουν οριστεί ως δεκαπενθήμερα.

Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση window της pythοn που ορίζει ως δεκαπενθήμερο ακριβώς 15 24ωρα. Αυτό σημαίνει πως λαμβάνεται υπόψη η αλλαγή θερινής ώρας του Μαρτίου.

Στην δεύτερη περίπτωση (RDD) ωστόσο, χρησιμοποιούμε συνάρτηση που υπολογίζει τον αριθμό της ημέρας του χρόνου και παίρνουμε ως key την απόλυτη διαίρεση του με το 15.

4. Εκτέλεση των Q4 και Q5

Τα αποτελέσματα του **Q4**:

weekday	hour	passengers	hour_rank
1	0	1.52994565071886	1
1	1	1.5278385673752	2
1	2	1.50807261851912	3
2	0	1.46798877116726	1
2	1	1.44428679168105	2
2	2	1.42319939890515	3
3	0	1.42003138821515	1
3	1	1.41751247400066	2
3	2	1.4104520814694	3
4	1	1.40884802126563	1
4	0	1.40122918571763	2
4	2	1.40114896459586	3
5	23	1.40538231524989	1
5	1	1.40259072852004	2
5	0	1.40103825279883	3
6	23	1.47557691807373	1
6	22	1.44481397620567	2
6	2	1.42305811435244	3

7	23	1.52260676627721	1
7	22	1.50681761940114	2
7	0	1.49931542848985	3

Τα αποτελέσματα του **Q5**:

day	tip_percentange	day_rank
2022-01-09	45.7867477548721	1
2022-01-31	43.9356358077027	2
2022-01-01	29.0780368613684	3
2022-01-29	24.0595184543701	4
2022-01-16	23.3772999182201	5
2022-02-21	25.9816574527663	1
2022-02-13	24.5720683894025	2
2022-02-09	23.9045356434125	3
2022-02-10	23.3396158993487	4
2022-02-27	23.3006799515465	5
2022-03-18	29.6713416126597	1
2022-03-21	27.5799260249225	2
2022-03-26	22.7088459537216	3
2022-03-05	22.5554613724956	4
2022-03-12	22.1008591108086	5
2022-04-12	48.3688441045034	1
2022-04-02	31.175092883999	2
2022-04-21	30.4486125023628	3
2022-04-03	24.4637277047539	4
2022-04-30	21.9967696599467	5
2022-05-12	32.402658973198	1

2022-05-20	26.0340360903664	2
2022-05-16	23.65911078928	3
2022-05-15	22.0524452470095	4
2022-05-06	21.8320061618845	5
2022-06-13	38.4513699372461	1
2022-06-25	32.9130732926535	2
2022-06-10	27.3976378127807	3
2022-06-16	25.5349757578752	4
2022-06-20	24.2429145935191	5

5. Χρόνοι εκτέλεσης όλων των παραπάνω ερωτημάτων

Στο πάνω μέρος παρουσιάζονται οι χρόνοι εκτέλεσης με 1 worker, ενώ στο κάτω μέρος με 2 workers:

Query	Type	Time
1	SQL	6.50005960464478
2	SQL	26.2903051376343
3	DF	1.40668287277222
3	RDD	284.630479240417
4	SQL	1.42117123603821
5	SQL	1.30236942768097
Query	Type	Time
1	SQL	6.73260276317596
2	SQL	28.3596797943115
3	DF	1.52139577865601
3	RDD	287.312871599197
4	SQL	1.54345841407776

5	SQL	1.29263372421265
---	-----	------------------

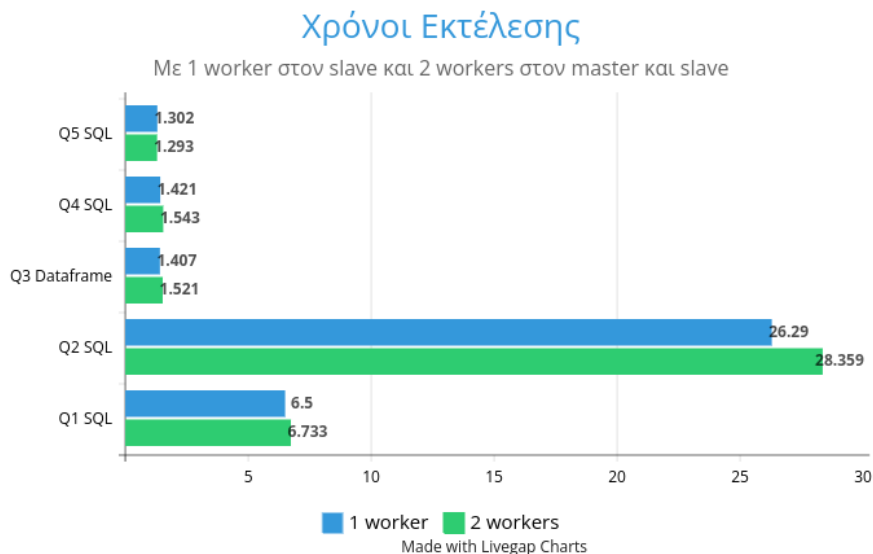
Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως για μεγαλύτερη ακρίβεια χρησιμοποιήθηκε ο μέσος χρόνος 10 εκτελέσεων για κάθε ερώτημα.

Παρακάτω φαίνεται ένα screenshot από το ιστορικό των completed applications στο spark Web UI που επιβεβαιώνει τον αριθμό των πυρήνων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε περίπτωση:

Completed Applications (19)

Application ID	Name	Cores	Memory per Executor	Resources Per Executor	Submitted Time	User	State	Duration
app-20230202204517-0018	application.py	4	1024.0 MiB		2023/02/02 20:45:17	user	FINISHED	55 min
app-20230202194612-0017	application.py	2	1024.0 MiB		2023/02/02 19:46:12	user	FINISHED	54 min

Ακολουθεί γράφημα των χρόνων εκτέλεσης ερωτημάτων:



Παρατηρούμε πως δεν φαίνεται να υπάρχει μεγάλη διαφορά επίδοσης μεταξύ των δύο περιπτώσεων. Ωστόσο, παρατηρούμε πως υπάρχει μία μικρή υποβάθμιση στην επίδοση με 2 workers, ενώ θα περιμέναμε το αντίθετο εφόσον είναι διαθέσιμοι περισσότεροι πόροι προς πιο αποδοτική παραλληλοποίηση. Αυτό πιθανολογούμε πως οφείλεται στην ενδοεπικοινωνία μεταξύ των μηχανημάτων η οποία, επειδή γίνεται μέσω του δικτύου, αποτελεί bottleneck επίδοσης.

Επίσης είναι σημαντική η παρατήρηση πως το RDD API είναι σημαντικά πιο αργό από το Dataframe API. Αυτό, οφείλεται στο ότι τα Dataframes χρησιμοποιούν τον catalyst optimizer για βελτιστοποίηση της επίδοσης, ενώ τα RDDs δεν έχουν παρόμοιο

μηχανισμό. Αντιθέτως, η βελτιστοποίηση είναι ζήτημα των developers και του κώδικα που γράφουν. Επίσης, τα aggregation operations είναι σημαντικά γρηγορότερα στα Dataframes έναντι των RDDs.