



## Διπλωματική Εργασία 2013-2014

# Ανάλυση κίνησης κόμβων ουδέτερης διασύνδεσης με χρήση τεχνολογιών big data και cloud computing

### Εισαγωγή

Οι κόμβοι ουδέτερης διασύνδεσης (Internet Exchange Points - IXPs) [8] είναι φυσικός εξοπλισμός (routers, switches κλπ) που επιτρέπει την άμεση διασύνδεση παρόχων υπηρεσιών Internet (Internet Service Providers - ISPs) με σκοπό την ανταλλαγή κίνησης δεδομένων Internet μεταξύ των δικτύων τους (Autonomous Systems - AS [6]). Στην Ελλάδα, ο κόμβος GR-IX [7] διασυνδέει όλους τους ελληνικούς ISPs: με αυτό τον τρόπο, η επικοινωνία μεταξύ δυο ελληνικών ISPs γίνεται απευθείας μέσω του GR-IX χωρίς να απαιτείται η δρομολόγηση των πακέτων μεταξύ ενός τρίτου δικτύου που βρίσκεται πχ στο εξωτερικό.

Προφανώς, ένα IXP δρομολογεί κίνηση τάξης μεγέθους μεγαλύτερη σε σχέση με έναν συγκεκριμένο ISP. Πολλές σύγχρονες μελέτες έχουν δείξει ότι η δειγματοληπτική ανάλυση της κίνησης ενός IXP σε ένα βάθος χρόνου μερικών εβδομάδων μπορεί να εξάγει ενδιαφέροντα συμπεράσματα όχι μόνο για τα συγκεκριμένα AS που διασυνδέει, αλλά και για την κατάσταση ολόκληρου του διαδικτύου [14, 15]. Χρησιμοποιώντας το εργαλείο sFlow [10], οι προηγούμενες μελέτες συγκέντρωσαν ένα δείγμα των πακέτων που δρομολογήθηκαν. Η ανάλυση των δειγμάτων απέδειξε ότι ένα IXP έχει τέλεια “ορατότητα” του συνολικού διαδικτύου, καθώς μέσα από αυτό περνάει κίνηση προς όλα σχεδόν τα υπάρχοντα AS και για όλα τα προθέματα δημόσιων δικτύων [15].

Οι προηγούμενες μελέτες χρησιμοποίησαν παραδοσιακές τεχνικές επεξεργασίας κειμένου δεδομένων σε συγκεντρωμένα log files: Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε αρχεία κειμένου στο file system ενός υπολογιστή, και κατόπιν προγράμματα-scripts που εξάγουν την απαραίτητη πληροφορία (πχ unique IPs, unique AS, χώρες παραληπτών/αποστολέων, ταξινομημένες λίστες με βάση τον αριθμό εμφανίσεων, κλπ) εκτελούνται στον υπολογιστή αυτό. Είναι προφανές ότι η ισχύς του υπολογιστή που εκτελεί την ανάλυση περιορίζει τις δυνατότητες κλιμάκωσης της επεξεργασίας σε μεγαλύτερο αριθμό δεδομένων: σε αυτή την περίπτωση, ο χρόνος της ανάλυσης είναι ανάλογος του μεγέθους των δεδομένων (π.χ. διπλάσια δεδομένα χρειάζονται διπλάσιο χρόνο για να αναλυθούν). Επίσης, το μέγιστο δυνατό μέγεθος των δεδομένων προς ανάλυση είναι φραγμένο από τις δυνατότητες του συγκεκριμένου υπολογιστή (συνήθως επηρεάζεται από το μέγεθος

της συνολικής φυσικής μνήμης).

Έχει παρατηρηθεί ότι τα δεδομένα που παράγονται τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί δραματικά [13]. Δεδομένα π.χ. από κοινωνικά δίκτυα, χρηματιστηριακές κινήσεις, αναζητήσεις χρηστών στο διαδίκτυο, μετρήσεις επιστημονικών οργάνων όπως μετεωρολογικοί σταθμοί ή ακολουθίες DNA παράγονται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Η γρήγορη και αποδοτική επεξεργασία τέτοιων δεδομένων είναι απαραίτητη για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, ανάλογα το εκάστοτε πεδίο: η ανάλυση π.χ. δεδομένων από κοινωνικά δίκτυα ή αναζητήσεις χρηστών μπορεί να εμφανίσει τις προτιμήσεις τους σχετικά με προϊόντα ή υπηρεσίες.

Ως εκ τούτου, οι τεχνικές ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων (big data analytics) έχουν γνωρίσει ιδιαίτερη άνθηση. Οι τεχνικές αυτές βασίζονται σε κατανεμημένες προσεγγίσεις, όπου συστοιχίες υπολογιστών χρησιμοποιούνται συνεργατικά για την επεξεργασία του όγκου των δεδομένων, με σκοπό την εύκολη κλιμάκωση της υποδομής καθώς αυξάνονται τα δεδομένα. Τεχνικές όπως το μοντέλο MapReduce της Google [16] χρησιμοποιούνται κατά κόρον για τον σκοπό αυτό. Η υλοποίηση του MapReduce στο πρόγραμμα Apache Hadoop [3] είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ενός οικοσυστήματος προγραμμάτων για την διεξαγωγή big-data analytics [12].

Τα προγράμματα αυτά συνήθως εκτελούνται σε εικονικές συστοιχίες υπολογιστών χρησιμοποιώντας τεχνολογίες cloud computing (πχ το Amazon EC2 [1]) που επιτρέπουν το αυτόματο “στήσιμο” της υποδομής για την εκτέλεση των εργασιών και τον αυτόματο τερματισμό της υποδομής μετά το πέρας της επεξεργασίας (όπως π.χ. η υπηρεσία Amazon Elastic MapReduce [2]).

## Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η δημιουργία ενός κατανεμημένου συστήματος ανάλυσης πραγματικών δεδομένων κίνησης ενός IXP χρησιμοποιώντας τεχνικές παράλληλης επεξεργασίας. Τα ανωνυμοποιημένα δεδομένα χρήσης προέρχονται από τον ελληνικό κόμβο GR-IX [7] και καλύπτουν ένα χρονικό διάστημα μερικών εβδομάδων. Οι τεχνικές παράλληλης επεξεργασίας που θα υλοποιηθούν βασίζονται στο μοντέλο MapReduce [16] και θα χρησιμοποιήσουν προγράμματα του οικοσυστήματος του Hadoop [3]. Τα ερωτήματα που θα εκτελεστούν στα δεδομένα θα βασίζονται στην παρακάτω ερευνητική εργασία [15]. Θα χρησιμοποιήσουμε το υπολογιστικό νέφος του okeanos [9] για την αυτοματοποίηση της εκτέλεσης των ερωτημάτων: ο χρήστης θα επιλέγει το είδος ερωτήματος που θέλει να εκτελέσει καθώς και το dataset, και όπως στην περίπτωση του Elastic MapReduce [2] θα “στήνεται” αυτόματα μια εικονική συστοιχία (virtual cluster) στον okeano η οποία θα εκτελεί το ερώτημα, και μετά το πέρας της εργασίας θα τερματίζει αυτόματα την υποδομή επιστρέφοντας τους δεσμευμένους πόρους στον okeano.

## Πορεία υλοποίησης

Η πορεία υλοποίησης έχει ως εξής:

- **Ανάπτυξη των ερωτημάτων με χρήση τεχνικών MapReduce.** Στο στάδιο αυτό θα εντοπιστούν τα ερωτήματα προς υλοποίηση σύμφωνα με την εργασία [15]. Για τον σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν εργαλεία που μετατρέπουν scripts υψηλού επιπέδου, τύπου SQL ερωτημάτων, σε μια αλληλουχία από εργασίες MapReduce. Τέτοια εργαλεία είναι το Pig της Yahoo [5] ή το Apache Hive [4]. Σε αυτό το στάδιο η ανάπτυξη δεν χρειάζεται να γίνει στην υποδομή του okeanos.
- **Αυτοματοποίηση εκτέλεσης ερωτημάτων στον okeanos.** Στο στάδιο αυτό θα δημιουργηθεί ένας μηχανισμός που θα χρησιμοποιεί το synnefo [11], την προγραμματιστική διεπαφή (API) του okeanos, για το αυτόματο “στήσιμο” εικονικών συστοιχιών στην υποδομή του okeanos που θα εκτελούν τα ερωτήματα του προηγούμενου σταδίου.
- **Συγκέντρωση τελικών αποτελεσμάτων.** Στο στάδιο θα γίνει η εκτέλεση των ερωτημάτων πάνω στο σύνολο των δεδομένων. Με βάση την προηγούμενη ανάπτυξη, η συγκέντρωση θα πρέπει να είναι μια πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία: Ο χρήστης θα επιλέγει το σετ δεδομένων (dataset) καθώς και το ερώτημα που θέλει να εκτελέσει (π.χ. μέσω ενός απλού GUI), το σύστημα θα “σηκώνει” την υποδομή στον okeano, θα εκτελεί τα ερωτήματα, θα συγκεντρώνει τα αποτελέσματα και θα τερματίζει την υποδομή.

### Επικοινωνία:

Νεκτάριος Κοζύρης, Καθηγητής nkoziris@cslab.ece.ntua.gr

Γιάννης Κωνσταντίνου, Μεταδ. Ερευνητής ikons@cslab.ece.ntua.gr

## Βιβλιογραφία

- [1] Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). <http://aws.amazon.com/ec2/>.
- [2] Amazon Elastic MapReduce. <http://aws.amazon.com/elasticmapreduce/>.
- [3] Apache Hadoop. <http://hadoop.apache.org/>.
- [4] Apache Hive. <http://hive.apache.org/>.
- [5] Apache Pig. <http://pig.apache.org/>.
- [6] Autonomous System. [http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous\\_system\\_\(Internet\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_system_(Internet)).
- [7] GR-IX (Greek Internet Exchange). <http://www.gr-ix.gr/>.

- [8] Internet exchange point. [http://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_exchange\\_point](http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_exchange_point).
- [9] Okeanos IAAS. <https://okeanos.grnet.gr/home/>.
- [10] sFlow. <http://www.sflow.org/>.
- [11] synnefo. <http://www.synnefo.org/>.
- [12] The Hadoop Ecosystem: the (Welcome) Elephant in the Room (Infographic). <http://gigaom.com/2013/03/05/the-hadoop-ecosystem-the-welcome-elephant-in-the-room-infographic/>.
- [13] Data, data everywhere. *The Economist*, February 2010.
- [14] Bernhard Ager, Nikolaos Chatzis, Anja Feldmann, Nadi Sarrar, Steve Uhlig, and Walter Willinger. Anatomy of a Large European IXP. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2012 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communication*, page 163–174, 2012.
- [15] Nikolaos Chatzis, Georgios Smaragdakis, Jan Böttger, Thomas Krenc, Anja Feldmann, and W. Willinger. On the Benefits of Using a Large IXP as an Internet Vantage Point. In *ACM IMC*, 2013.
- [16] Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters. *Communications of the ACM*, 51(1):107–113, 2008.