



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων

Διπλωματική εργασία

Θέμα : Ανάπτυξη σε Java εργαλείου διαχείρισης και παρακολούθησης δικτύου βασισμένο στο περιεχόμενο

Επίβλεψη :

- Καθηγητής κος Λέανδρος Τασσιούλας
- Δρ. Πάρις Φλέγκας

Εκπόνηση :

Μπαρέκας Αθανάσιος

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1ο Περίληψη	3
Καθορισμός θέματος	3
Λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή του θέματος	4
Στόχοι	5
Κεφάλαιο 2ο Δίκτυα βασισμένα στο περιεχόμενο	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
Υλοποίηση Black Adder	8
Περίληψη	8
Α. δόμηση της πληροφορίας (περιεχομένων)	9
Β. Το Μοντέλο Υπηρεσίας	10
C. Αρχιτεκτονική κόμβου	11
Κεφάλαιο 3ο Εργαλεία διαχείρισης και παρακολούθησης δικτύων	13
Εισαγωγή	13
Απαιτήσεις παρακολούθησης για την διαχείριση πόρων και υπηρεσιών	14
Αρχές σχεδιασμού κλιμακούμενων συστημάτων παρακολούθησης και διαχείρισης δικτύων.	16
Διασκορπισμός του συστήματος συλλογής δεδομένων μετρήσεων σε επίπεδο κόμβων	17
Ελαχιστοποίηση ανταλλαγής πληροφοριών από μεταποίηση των πρώτων δεδομένων κοντά στην πηγή	18
Περιορίζοντας τις παρενέργειες στην απόδοση του δικτύου μέσω του έλεγχου της προστιθέμενης ποσότητας συνθετικής κίνησης	19
Κεφάλαιο 4ο Ανάπτυξη του εργαλείου	20
Εισαγωγή	20
Ανάλυση απαιτήσεων	22
Εισαγωγή	22
Γενική περιγραφή	23
Ειδικές απαιτήσεις	24
Απαιτήσεις εξωτερικών διαπροσωπειών	26
Σχεδίαση συστήματος	28
Uml Διαγράμματα	28
Summary	30
Summary	32
Παρουσίαση εργαλείου	35

Κεφάλαιο 5ο Συμπεράσματα	42
References	42

Κεφάλαιο 1ο Περίληψη

Καθορισμός θέματος

Όπως είναι εμφανές και στο εξώφυλλο της διπλωματικής εργασίας , το θέμα είναι η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός εργαλείου διαχείρισης και παρακολούθησης ενός δικτύου πειραματικής αρχιτεκτονικής βασισμένο στο περιεχόμενο (content-centric network architecture).

Συγκεκριμένα πρόκειται για ένα κατανεμημένο εργαλείο προγραμματισμένο σε αντικειμενοστραφή γλώσσα προγραμματισμού Java που αποτελείται από έναν εξυπηρετητή έλεγχου και διαχείρισης του δικτύου ο οποίος είναι σε θέση να λαμβάνει μετρήσεις που αφορούν το δίκτυο από τους κόμβους, να αποθηκεύει και να επεξεργάζεται τα αποτελέσματα ανά τοπολογία δικτύου και τέλος να δημιουργεί κίνηση στους κόμβους. Επίσης σε κάθε κόμβο λειτουργεί ένας client ο οποίος παίρνει τις μετρήσεις από το λογισμικό (click modular router) πάνω στο οποίο τρέχει το δίκτυο βασισμένο στο περιεχόμενο (Blackadder) και τις στέλνει στον εξυπηρετητή έλεγχου όπως επίσης είναι και σε θέση να δημιουργήσει κίνηση στον συγκεκριμένο κόμβο που τρέχει.

Λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή του θέματος

Ένας από τους λόγους που με οδήγησαν στην επιλογή του παραπάνω θέματος είναι ότι η όλη εκπόνηση της εργασίας θα πραγματοποιούταν σε γλώσσα προγραμματισμού Java , η οποία καταλαμβάνει και το κυρίαρχο μέρος των επιστημονικών μου ενδιαφερόντων. Η ανάπτυξη ενός εργαλείου διαχείρισης και παρακολούθησης αποτελεί μεγάλη πρόκληση για τον προπτυχιακό φοιτητή αφού συνδυάζει σε επίπεδο υλοποίησης πολλά είδη τεχνολογιών, τεχνοτροπιών και τεχνικών προγραμματισμού . Συγκεκριμένα για την ανάπτυξη του συγκεκριμένου εργαλείου ήταν απαραίτητη η χρήση διαδικτυακού προγραμματισμού (Java Network programming) , σχεδιασμός διαδικτυακών πρωτοκόλλων , αντικειμενοστραφής προγραμματισμός , καλή γνώση σχεδιασμού γραφικού περιβάλλοντος (Swing) , γνώσεις σχεδιασμού και ανάπτυξης βάσεων δεδομένων , διαχείριση συμβολοσειρών (parsing) και αρκετοί άλλοι τομείς του προγραμματισμού . Επίσης ο συνδυασμός του προγραμματισμού υπολογιστών με ένα τόσο ενδιαφέρον τομέα , όπως είναι ο τομέας των δικτύων υπολογιστών ενίσχυσε το ενδιαφέρον μου και έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην επιλογή του θέματος. Τέλος η ανάπτυξη ενός εργαλείου διαχείρισης και παρακολούθησης όχι για συμβατικά δίκτυα βασισμένα στην αρχιτεκτονική client-server και στην ip διεύθυνση , αλλά σε καινοτόμα δίκτυα βασισμένα στο περιεχόμενο αρχιτεκτονικής publisher-subscriber συνδέει την παρούσα διπλωματική εργασία με την σύγχρονη έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο στον τομέα των δικτύων.

Στόχοι

Χρέος κάθε μηχανικού και ειδικά του μηχανικού ηλεκτρονικών υπολογιστών , μιας και διανύουμε την εποχή της πληροφορίας , είναι εκτός από το να μαθαίνει συνέχεια και να αυξάνει τις ικανότητες του , να χρησιμοποιεί την γνώση για να λύνει προβλήματα , να επιστρατεύει την τεχνογνωσία του για να διευκολύνει τις ζωές των συνανθρώπων του και τέλος να συμβάλλει στην ανάπτυξη νέων επιστημονικών επιτευγμάτων. Έτσι τα παραπάνω δεν θα μπορούσαν να μην αποτελούν τους στόχους της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

- Απόκτηση νέας γνώσης και εξάσκηση προϋπάρχουσας σε επίπεδο προγραμματισμού :

Όπως είναι εμφανές και στο κεφάλαιο που αναφέρεται στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου λογισμικού , οι γνώσεις προγραμματισμού που απαιτήθηκαν για την υλοποίηση ήταν ιδιαίτερα αυξημένες. Συγκεκριμένα πρόκληση αποτέλεσε η υλοποίηση της επικοινωνίας του κέντρου έλεγχου (Server) του εργαλείου με τους επιμέρους πελάτες (clients) που λειτουργούν σε κάθε κόμβο και λαμβάνουν τις μετρήσεις. Επίσης απαραίτητο συστατικό για την ανάπτυξη και τον προγραμματισμό του εργαλείου ήταν και η υψηλού επιπέδου επεξεργασία συμβολοσειρών (parsing) αφού χρησιμοποιείται ευρέως στην ανάγνωση και κατανόηση της τοπολογίας του δικτύου από το σύστημα όσο και στην επικοινωνία μεταξύ του κέντρου έλεγχου με τους κόμβους. Ακόμα ιδιαίτερα εποικοδομητικός παράγοντας εξάσκησης και βελτίωσης των ικανοτήτων μου στον προγραμματισμό , αποτέλεσε και η σύλληψη της έξυπνης βάσης δεδομένων που υλοποιήθηκε με σκοπό να ξεχωρίζει τα πειράματα και να αποθηκεύει τα αποτελέσματα τους για μελλοντική επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων. Τέλος η χρήση βιβλιοθηκών για εμφάνιση και επεξεργασία γράφων όσο και γραφημάτων αποτέλεσε ξεχωριστή εμπειρία κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του εργαλείου αφού αποτελεί τρανταχτό παράδειγμα της συνεργασίας των προγραμματιστών ανά την υφήλιο με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας και της δημιουργικότητας στον τομέα .

- Απόκτηση νέας γνώσης και επέκταση προϋπάρχουσας σε επίπεδο δικτύων υπολογιστών :

Εφόσον το εργαλείο που αναπτύχθηκε έχει ως σκοπό την διαχείριση και την παρακολούθηση δικτύου βασισμένο στο περιεχόμενο , επόμενο ήταν να χρειαστούν οι προϋπάρχουσες γνώσεις όσον αφορά τα δίκτυα υπολογιστών αλλά και η επέκτασή τους , αφού τα δίκτυα βασισμένα στο περιεχόμενο είναι μια νέα έννοια στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα που ασχολείται με τα δίκτυα. Έτσι η επαφή με κατάλληλο λογισμικό δρομολόγησης δικτύων (Click modular router) που επιτρέπει την λειτουργία ενός δικτύου βασισμένου στο περιεχόμενο αποτέλεσε ένα ακόμα από τα οφέλη της παρούσας εκπόνησης. Τέλος σε θεωρητικό επίπεδο όπως μπορεί να φάνει και στο κεφάλαιο που αναφέρεται στα δίκτυα βασισμένα στο περιεχόμενο , όπως και στην συγκεκριμένη υλοποίηση δικτυού που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή (BlackAdder Project), η μελέτη των δημοσιεύσεων που χρειάστηκαν αποτέλεσε σημαντική τροφή για το μυαλό και ιδανικό έναυσμα για μελλοντική ενασχόληση με την έρευνα στον τομέα των δικτύων τόσο σε επίπεδο αρχιτεκτονικής όσο και σε επίπεδο διαχείρισης και παρακολούθησης.

- Επίλυση προβλημάτων και αυτοματισμός διαδικασιών

Η ανάπτυξη ενός εργαλείου το οποίο δεν θα είχε κάποια χρησιμότητα θα αποτελούσε απλή εξάσκηση για τον προγραμματιστή του και δεν θα είχε το δικαίωμα να ονομάζεται εργαλείο. Με αυτόν τον τρόπο είναι κρίσιμο να αναφερθεί ότι μέσα από το συγκεκριμένο εργαλείο ο ερευνητής που ασχολείται με την συγκεκριμένη υλοποίηση δικτύου , όπως ώμος και για κάθε άλλη υλοποίηση που σχετίζεται με το λογισμικό δρομολόγησης δικτύων (Click modular router) , ουσιαστικά με τη χρήση του εργαλείου μπορεί να διαχειριστεί την κίνηση κάθε κόμβου όπως και να παρακολουθήσει την εξέλιξη ενός πειράματος είτε κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του ή

μετά το πέρας της εκτέλεσης, μέσα από ένα φιλικό στο χρήστη και πλήρως αυτοματοποιημένο γραφικό περιβάλλον.

- Συνεισφορά στην έρευνα πάνω στα δίκτυα βασισμένα στο περιεχόμενο :

Τέλος στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας αυτής είναι καταγραμμένα τα αποτελέσματα μιας σειράς πειραμάτων που λαβαν χώρα χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο εργαλείο όπως και τα αντίστοιχα συμπεράσματα που εξήχθησαν. Με αυτό τον τρόπο και δείχνοντας την άμεση σχέση του συγκεκριμένου εργαλείου που αναπτύχτηκε στα πλαίσια της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας με τον τομέα της έρευνας εκπληρώνεται και ο τελευταίος στόχος που σχετίζεται με την μελλοντική ανάπτυξη και εξέλιξη της επιστήμης.

Κεφάλαιο 2ο Δίκτυα βασισμένα στο περιεχόμενο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία 30 χρόνια, το Διαδίκτυο αντιμετωπίζει την ραγδαία αύξηση της κίνησης ανάμεσα στους χρήστες του και την ανάπτυξη νέων εφαρμογών και υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της φωνής και του βίντεο, διατηρώντας την αρχική του αρχιτεκτονική, η οποία συντάχθηκε σχεδόν πριν από 40 χρόνια. Εφαρμογές όπως η εξ αποστάσεως πρόσβαση σε αρχεία ταιριάζει απόλυτα σε ένα μοντέλο end-to-end όπου ο αποστολέας ξεκινά την επικοινωνία προκειμένου

να αποκτήσει πρόσβαση ή να ανακτήσει κάποιο απομακρυσμένο πόρο. Σήμερα, οι εφαρμογές όσο και οι υπηρεσίες που παρέχονται μέσω του διαδικτύου έχουν εξελιχθεί με γοργούς ρυθμούς και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη νέων μοντέλων επικοινωνίας. Ως εκ τούτου, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών υπάρχει μεγάλη διάθεση για διενέργεια έρευνας με απώτερο στόχο και σκοπό τον επανασχεδιασμό του Διαδικτύου. Κάποια αξιοσημείωτα ερευνητικά προγράμματα πάνω στο συγκεκριμένο θέμα, όπως το PSIRP, το CCNx και το 4WARD, κατάφεραν να επικεντρωθούν σε μια βασισμένη στο περιεχόμενο προσέγγιση από πλευράς αρχιτεκτονικής δικτύου συνεισφέροντας σημαντικά στην ανοικοδόμηση του μελλοντικού Διαδικτύου. Πιο πρόσφατες προσεγγίσεις αρχιτεκτονικής βασισμένης στο περιεχόμενο αποτελούν και τα ερευνητικά προγράμματα, όπως το NDN και το PURSUIT. Το εργαλείο διαχείρισης και παρακολούθησης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας βασίστηκε στην υλοποίηση αρχιτεκτονικής δικτύου βασισμένη στο περιεχόμενο με όνομα Blackadder. Ο Blackadder είναι ακόμη σε πολύ πρώιμο στάδιο ανάπτυξης αν και είναι σε μια πλήρως λειτουργική κατάσταση ικανή για πειραματισμό και εξαγωγή συμπερασμάτων. Ορισμένες εφαρμογές επίδειξης έχουν ήδη τεθεί σε εφαρμογή πάνω από στο βασισμένο στο περιεχόμενο μοντέλο παροχής υπηρεσιών που εφαρμόστηκε στον Blackadder.

Υλοποίηση Black Adder

Περίληψη

Σε αυτό το σημείο θα παρουσιάζουμε την υλοποίηση ενός δικτύου βασισμένο στο περιεχόμενο, η οποία χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, και ακολουθεί το publisher - subscriber μοντέλο επικοινωνίας ενώ δεν προϋποθέτει την ύπαρξη του πρωτοκόλλου IP, αν και θα μπορούσε να λειτουργήσει ως ένα δίκτυο επικάλυψης πάνω από ένα κλασικό δίκτυο βασισμένο στο IP πρωτόκολλο επικοινωνίας. Σε αυτήν την προσέγγιση, αντί να ονοματίζουμε τους end-hosts, ονοματίζουμε στοιχεία πληροφορίας (

περιεχόμενο), τα οποία τοποθετούνται σε ένα κατευθυνόμενο άκυκλο γράφημα των πεδίων, όπου κάθε πεδίο υποστηρίζει μια συγκεκριμένη στρατηγική για τη διάδοση πληροφοριών στο δίκτυο.

A. δόμηση της πληροφορίας (περιεχομένων)

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1, τα στοιχεία περιεχομένου μπορούν να τοποθετηθούν κάτω από ένα ή περισσότερα πεδία. Στην προσέγγισή του Blackadder, μεταχειριζόμαστε τα πεδία ως στοιχεία περιεχομένου, καθώς και στοιχεία που περιέχουν πληροφορίες για άλλα στοιχεία που είναι εμφωλευμένα κάτω από άλλα στοιχεία περιεχομένου. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να υποστηρίξουμε πολύπλοκα γραφήματα των πληροφοριών. Στο πλαίσιο της εφαρμογής αυτής, κάθε κόμβος στο γράφημα ταυτίζεται με την πλήρη διαδρομή που αρχίζει από το πεδίο ρίζα. Για παράδειγμα, το δεξιότερο στοιχείο εντοπίζεται έτσι /Sid2/Sid2/Rid3. Όπως επίσης φαίνεται στο σχήμα, ένα πεδίο ή ένα κομμάτι των πληροφοριών μπορεί να ταυτοποιηθεί με πολλές διαδρομές, όταν είναι δημοσιευμένο από περισσότερα από ένα πεδία ή όταν ένας πρόγονος του είναι δημοσιευμένος από περισσότερα πεδία.

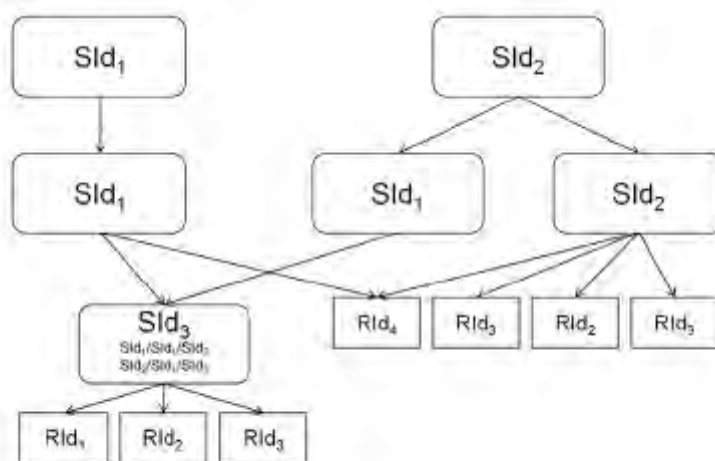


Figure 1. A sample information structure

B. Το Μοντέλο Υπηρεσίας

Ο Blackadder χρησιμοποιεί ένα απλό μοντέλο υπηρεσίας για τους προγραμματιστές εφαρμογών που είναι καθαρά βασισμένο στο περιεχόμενο και βασίζεται πλήρως σε ένα ασύγχρονο μοντέλο επικοινωνίας τύπου publish-subscribe. Ένας εκδότης (publisher) είναι σε θέση να δημιουργήσει μια δομή πληροφορίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, ή και να προσθέσει υποπεδία (subscopes) ή ακόμα και να διαφημίσει περιεχόμενο για μια δομή πληροφοριών που χτίστηκε από άλλους εκδότες. Κάθε πεδίο αντιστοιχίζεται με μια στρατηγική διάδοσης που αντανακλά μόνο τη λειτουργική συμπεριφορά ενός πεδίου όσον αφορά το φυσικό κόμβο όπου το σημείο συνάντησης (RP), θα συσταθεί. Για παράδειγμα, η domain-local στρατηγική υπαγορεύει τη δημιουργία του RP (εάν ο εκδότης έχει το δικαίωμα να το κάνει) σε έναν δυνητικά αφιερωμένο κόμβο RV σε ένα τομέα του δικτύου. Επιπλέον, η node-local στρατηγική επιτρέπει τη δημιουργία του γραφήματος πληροφοριών εντός ενός κόμβου που είναι ορατό σε εφαρμογές που τρέχουν σε αυτόν τον κόμβο μόνο. Με αυτόν τον τρόπο, στηρίζουμε τον μηχανισμό που λειτουργεί με βάση το περιεχόμενο για επικοινωνία των εσωτερικών διαδικασιών. Τέλος, εφαρμόζεται επίσης μια link-local στρατηγική με την οποία ένας κόμβος του δικτύου μπορεί να έχει πρόσβαση στα γραφήματα πληροφοριών του RP για τους φυσικούς του γείτονες. Σημειώστε ότι από προεπιλογή όλα τα πεδία κληρονομούν τη στρατηγική διάδοσης του «πατέρα» του πεδίου εφαρμογής τους. Μια εφαρμογή στέλνει αιτήσεις για την έκδοση νέων πεδίων ή διαφημίσεις των πληροφοριών τις οποίες έχει στον τοπικό του RP με τη χρήση ενός μηχανισμού IPC, ο οποίος, με τη σειρά του, είτε τα αποθηκεύει σε τοπικό επίπεδο (node-local στρατηγική) ή τα προωθεί στο δίκτυο (για παράδειγμα χρησιμοποιώντας LISPIN αναγνωριστικό για την domain-local στρατηγική). Αντίστοιχα οι end-hosts, μπορούν να εγγράφουν σε συγκεκριμένα κομμάτια περιεχόμενων ή σε πεδία περιεχόμενων εν ονόματι των εφαρμογών που τρέχουν στον κόμβο τους. Ο κόμβος ραντεβού που λειτουργεί ως το RP για ένα συγκεκριμένο πεδίο, ταιριάζει δημοσιεύσεις με τις συνδρομές και ειδοποιεί τους end-hosts έτσι ώστε να δημοσιεύσει τα πραγματικά δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα από τα μοναδικά id με το οποίο ένα στοιχείο πληροφορίας μπορεί να εντοπιστεί. Ανάλογα με την στρατηγική διάδοσης η παραπάνω ειδοποίηση μπορεί να περιέχει ένα αναγνωριστικό προώθησης που ο εκδότης θα χρησιμοποιήσει για

να παρέχει δεδομένα στους πιθανούς συνδρομητές. Επιπλέον, οι end-hosts είναι σε θέση να αναιρέσουν τη δημοσίευση ή να διαγραφούν από συνδρομές πληροφοριών για τις οποίες έχουν δείξει στο παρελθόν το ενδιαφέρον τους (είτε ως εκδότες ή ως συνδρομητές).

C. Αρχιτεκτονική κόμβου

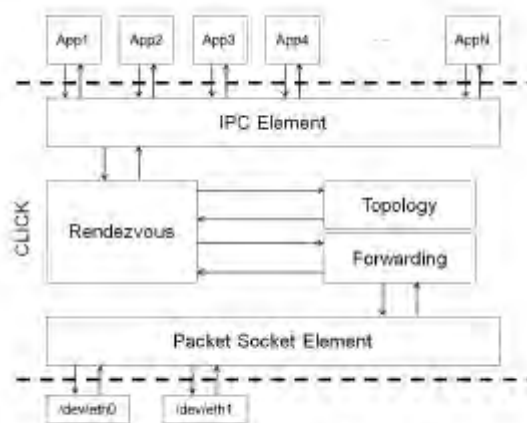


Figure 2. Node architecture

- IPC Element

Το IPC Element υλοποιεί έναν ασύγχρονο ανάμεσα στις διεργασίες μηχανισμό, ώστε οι εφαρμογές του χρήστη μπορούν να διενεργήσουν publish / subscribe αιτήσεις του λογισμικού Click. Μέσα από αυτόν τον μηχανισμό, οι εφαρμογές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας το μοντέλο των υπηρεσιών που περιγράφεται στην προηγούμενη ενότητα. Επί του παρόντος, το στοιχείο IPC υλοποιεί ένα διακομιστή εξυπηρέτησης TCP (TCP Socket server), αν και άλλες τεχνικές, όπως τα Sockets του Unix ή η κοινόχρηστη μνήμη, θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στο μέλλον. Τα συστατικά του Click είναι single-threaded. Ως εκ τούτου, το στοιχείο IPC έχει να τρέξει σε single-threaded περιβάλλον εκτέλεσης.

- Rendezvous Element

Το στοιχείο Rendezvous είναι το κυρίως υπεύθυνο στοιχείο για την υλοποίηση του publish / subscribe μοντέλου δικτύωσης και προσφέρεται σε όλες τις εφαρμογές που εκτελούνται στο σύστημα. Το στοιχείο αυτό διατηρεί το γράφημα της πληροφορίας και την γνώση του κόμβου RP. Πιο συγκεκριμένα, το στοιχείο αυτό αποθηκεύει για όλους τους κόμβους του συστήματος το γράφημα της πληροφορίας και την στρατηγική διάδοσης που έχει εκχωρηθεί. Επιπρόσθετα, ένα ειδικός κόμβος στο δίκτυο έχει την υποχρέωση να διατηρεί το γράφημα πληροφοριών που έχει δημιουργηθεί από άλλους κόμβους στο δίκτυο. Αυτός ο κόμβος ραντεβού έχει τη δυνατότητα να αποδέχεται ή να απορρίπτει τα αιτήματα των end-hosts. Το Στοιχείο Rendezvous ενός κόμβου λειτουργεί επίσης ως proxy για τα αιτήματα που αποστέλλονται από τις εφαρμογές που εκτελούνται σε αυτόν τον κόμβο, αποθηκεύοντας όλες τις εκκρεμείς διαφημίσεις και συνδρομές που έχουν αποσταλεί από κάθε εφαρμογή που τρέχει στον κόμβο. Για παράδειγμα, όταν μια εφαρμογή έχει εγγραφεί σε ένα κομμάτι πληροφοριών και δεδομένων και τα δεδομένα φτάνουν στο στοιχείο αυτό του κόμβου, είναι υπεύθυνο για να ωθεί τα δεδομένα αυτά στην εγγεγραμμένη εφαρμογή. Ομοίως, μια εφαρμογή που έχει προηγουμένως διαφημίσει ένα κομμάτι πληροφορίας ενημερώνεται μέσω του στοιχείου ραντεβού για τη δημοσίευση των πραγματικών στοιχείων, όταν ο κόμβος δεχτεί μια ειδοποίηση από τον κόμβο ραντεβού.

- Topology Element

Η στοιχείο topology τρέχει σε κάθε κόμβο του δικτύου. Αποτελεί ευθύνη του συγκεκριμένου στοιχείου να εμπλουτίσει τις δομές δεδομένων του πεδίο εφαρμογής με τις κατάλληλες πληροφορίες για την προώθηση αφού πρώτα γίνει κάποιο ταίριασμα μεταξύ κάποιου Εκδότη και κάποιου συνδρομητή. Η σημερινή υλοποίηση χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη iGraph για τον υπολογισμό των συντομότερων μονοπατιών μεταξύ των κόμβων του δικτύου. Σε έναν end-host κόμβο αυτό το στοιχείο είναι πολύ μικρό και

ενδεχομένως γνωρίζει για μόνο ένα αναγνωριστικό προώθησης προς έναν κόμβο ραντεβού στο δίκτυο. Ωστόσο, ένας ή περισσότεροι κόμβοι που λειτουργούν ως διαχειριστές τοπολογίας του domain (κεντρικού ή κατακεντρωμένου) χρησιμοποιούν αυτό το στοιχείο για να εγγραφούν σε γνωστά πεδία προκειμένου να λάβουν πληροφορίες σχετικά με την τοπολογία άλλων κόμβων προώθησης, αιτημάτων τοπολογίας και να κατασκευάσουν αναγνωριστικά προώθησης που στη συνέχεια δημοσιεύουν σε όλους τους ενδιαφερόμενους κόμβους στο δίκτυο. Σημειώστε ότι η τρέχουσα εφαρμογή χρησιμοποιεί αναγνωριστές LIPSIN για την υλοποίηση της domain-local στρατηγικής διάδοσης.

- Forwarding Element

Τέλος, το στοιχείο Προώθησης λαμβάνει πλαίσια επιπέδου ζεύξης από το δίκτυο (μέσω του στοιχείου Socket Packet). Ανάλογα για την διαβίβαση πληροφοριών που συνοδεύει κάθε πλαίσιο, τα προωθεί σε άλλες διασυνδέσεις δικτύου και / ή στην τοπική Λειτουργία RV, η οποία με τη σειρά της τα προωθεί προς τα εμπρός, στα πλαίσια των ενδιαφερόμενων εφαρμογών. Σημειώστε ότι το click modularity μας επιτρέπει να αντικαταστήσουμε το packet socket element με ένα στοιχείο που υποστηρίζει Raw IP socket και ως εκ τούτου επιτρέπει σε έναν κόμβο του δικτύου για να λειτουργήσει πάνω από ip.

Κεφάλαιο 3ο Εργαλεία διαχείρισης και παρακολούθησης δικτύων

Εισαγωγή

Καθώς η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αναφέρεται στην υλοποίηση ενός εργαλείου διαχείρισης και παρακολούθησης για δίκτυα βασισμένα στο περιεχόμενο, χρήσιμο θα ήταν σε αυτό το σημείο να αναφερθούν μερικές βασικές αρχές σχεδιασμού και διάφοροι προβληματισμοί που αφορούν τέτοιου είδους εργαλεία. Ειδικότερα σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν οι απαιτήσεις που έχει κάποιος από ένα τέτοιο εργαλείο έτσι ώστε να μπορεί να

παρακολουθεί όσο και να διαχειριστεί σωστά και με ακρίβεια το υπό παρακολούθηση δίκτυο , επιπρόσθετα θα αναφερθούν κάποιες γενικές αρχές σχεδιασμού έτσι ώστε το εργαλείο να είναι κλιμακούμενο ανάλογα με το μέγεθος του δικτύου που παρακολουθείται και τέλος κάποιες προτάσεις για μείωση της κίνησης που παράγει το ίδιο το εργαλείο στο δίκτυο έτσι ώστε να μην επηρεαστούν οι λαμβανόμενες μετρήσεις και ο χρήστης καταλήξει σε λάθος συμπεράσματα .

Απαιτήσεις παρακολούθησης για την διαχείριση πόρων και υπηρεσιών

Η χωρητικότητα του δικτύου και η διαχείριση της κυκλοφορίας επιτυγχάνονται μέσω μηχανισμών TE (Traffic Engineering) και πραγματοποιούνται με τον σχεδιασμό της χωρητικότητας, τον έλεγχο της δρομολόγησης, την διαχείριση των πόρων η οποία περιλαμβάνει την διαχείριση των καταχωρητών και της ουράς, όπως και άλλες λειτουργίες που ρυθμίζουν και δρομολογούν (schedule) την κυκλοφορία της ροής στο δίκτυο. Στόχος είναι να «φιλοξενηθούν» όσο το δυνατόν περισσότερες αιτήσεις πελατών και ταυτόχρονα να ικανοποιούνται οι QOS (Quality of service) απαιτήσεις τους. Οι TE λειτουργίες που εξαρτώνται από την κατάσταση απαιτούν την παρακολούθηση της κατάστασης του δικτύου μέσω ελέγχου και την εφαρμογή ενεργειών που θα το οδηγήσουν στην επιθυμητή κατάσταση. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί αντιδρώντας στην τρέχουσα κατάσταση του δικτύου και με την χρήση προληπτικών τεχνικών πρόβλεψης για τον υπολογισμό μελλοντικών απαιτήσεων στο δίκτυο καθώς και την ρύθμιση εκ των προτέρων σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προβλέψεων. Στόχος της παρακολούθησης αυτής δεν είναι μόνο η εξαγωγή των QOS μετρήσεων, αλλά και η εξαγωγή πληροφοριών προκειμένου να εγγυηθούν οι υπηρεσίες που έχουν συναφθεί μέσω του ελέγχου και της ρύθμισης των πόρων.

Ένα σύστημα παρακολούθησης και διαχείρισης θα πρέπει να παρέχει πληροφορία σχετικά με τις εξής τρεις κατηγορίες έργων.

1. Να βοηθηθεί δυναμικά οι "online" στην λήψη αποφάσεων μέσω προβλέψεων για την βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων του δικτύου σύμφωνα με τις βραχυπρόθεσμες ή μεσοπρόθεσμες αλλαγές που θα συμβούν. Η ικανότητα απόκτησης στατιστικών στο QOS - enabled επίπεδο δρομολόγησης είναι σημαντικό και για αυτό αποτελεί αναγκαία απαίτηση. Η πληροφορία αυτή μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για να εκτελεστούν οι κατάλληλες ενέργειες στην δημιουργία νέων διαδρομών, στην αλλαγή ήδη υπάρχουσών διαδρομών, στην εξισορρόπηση του φόρτου του δικτύου, και στην **επαναδρομολόγηση (rerouting)** της κυκλοφορίας. Η πληροφορία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη στην βελτιστοποίηση δέσμευσης πόρων (ανάθεση εύρους ζώνης και διαχείριση καταχωρητών) σε επίπεδο κόμβου προκειμένου να αντιμετωπιστεί η τοπική συμφόρηση.

2. Να υπάρχει "offline TE" ώστε να παρέχει πληροφορίες ανάλυσης της κυκλοφορίας και επίδοσης για μακροπρόθεσμο σχεδιασμό έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η χρήση του δικτύου και να αποφευχθούν ανεπιθύμητες καταστάσεις. Η πληροφορία που έχει αναλυθεί περιλαμβάνει πίνακες κυκλοφορίας, πρότυπα ανάπτυξης και μακροπρόθεσμες ενδείξεις χρησιμότητας.
3. Να εξακριβωθεί εάν η επίδοση του QOS εγγυάται την δέσμευση στα **SLSs**. Τα **SLSs** μπορούν να διαφέρουν ανάλογα με το τύπο των προσφερόμενων υπηρεσιών, και διαφορετικού τύπου SLS έχουν διαφορετικές απαιτήσεις QOS που απαιτούν επεξεργασία για διαφορετικού τύπου πληροφορίας. Η In-service επαλήθευση των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας ανά τύπο υπηρεσίας απαιτείται.

Η μηχανική της κίνησης είναι μία συνεχής και επαναληπτική διαδικασία για την βελτιστοποίηση της επίδοσης του δικτύου. Ο αντικειμενικός σκοπός της βελτιστοποίησης μπορεί να διαφέρει με την πάροδο του χρόνου καθώς επιβάλλονται καινούριες απαιτήσεις και πολιτικές . Για τον λόγο αυτό τα συστήματα παρακολούθησης και διαχείρισης πρέπει να είναι αρκετά γενικό(generic) ώστε τέτοιες αλλαγές να μπορούν να αντιμετωπιστούν.

Η παρακολούθηση μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα επίπεδα αφαίρεσης. Οι μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξαχθούν πληροφορίες σε επίπεδο πακέτου, σε επίπεδο εφαρμογής, σε επίπεδο χρήστη/πελάτη, σε επίπεδο συνολικής κίνησης, σε επίπεδο κόμβου και σε πληροφορία επιπέδου network – wide. Στα TE δίκτυα, η παρακολούθηση εφαρμόζεται σε επίπεδο δικτύου για να εξαχθούν όλες οι παραπάνω πληροφορίες.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι για να πραγματοποιήσουμε χαμηλού επιπέδου μετρήσεις σε ένα σύστημα παρακολούθησης: ενεργές και παθητικές μετρήσεις.

Οι ενεργές μετρήσεις προσθέτουν **τεχνητή(synthetic)** κίνηση στο δίκτυο βασισμένη σε προγραμματισμένη δειγματοληψία προκειμένου να παρακολουθήσουμε την απόδοση του δικτύου. Τα εργαλεία ενεργής μέτρησης τυπικά απαιτούν συνεργασία μεταξύ των κόμβων που μετρώνται. Για την μέτρηση της one-way καθυστέρησης, μέθοδοι όπως το Network Time protocol(NTP), Global Positioning System(GPS), ή οποιαδήποτε άλλη μέθοδο code-division multiple access (CDMA) που βασίζεται σε πόρους χρόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον συγχρονισμό.

Οι παθητικές μετρήσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για να παρατηρούμε πραγματικά πρότυπα κίνησης στο δίκτυο αλλά μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της απόδοσης του δικτύου. Η παρακολούθηση της κίνησης απαιτεί τη συνεχή συλλογή δεδομένων και την παρακολούθηση των συνδέσμων με πλήρες φόρτο, που μπορεί να είναι προβληματικοί σε κάθε υψηλής ταχύτητας σύνδεσμο καθώς απαιτεί υπολογιστικούς πόρους. Η ποιότητα της πληροφορίας που έχει αναλυθεί εξαρτάται από την λεπτομέρεια και την ακεραιότητα της πληροφορίας που έχει συλλεχθεί.

Αρχές σχεδιασμού κλιμακούμενων συστημάτων παρακολούθησης και διαχείρισης δικτύων.

Η κλιμάκωση σε Qos- enabled δίκτυα και οι συσχετιζόμενες με αυτές υπηρεσίες έχουν τρεις πλευρές . Το μέγεθος της τοπολογίας του δικτύου, τον αριθμό και τη λεπτομέρεια των κλάσεων των υπηρεσιών που υποστηρίζονται, και τον αριθμό των εγγεγραμμένων πελατών. Οι τοπολογίες των δικτύων χαρακτηρίζονται από ένα αριθμό παραμέτρων, όπως ο αριθμός των κόμβων και των συνδέσμων, ο βαθμός της φυσικής και λογικής συνδεσιμότητας (connectivity) και η διάμετρος του δικτύου. Στα Qos-enabled δίκτυα, οι υποστηριζόμενες υπηρεσίες χαρτογραφούνται/ απεικονίζονται (mapped) σε ένα αριθμό κλάσεων σύμφωνα με το μοντέλο DiffServ, το οποίο έχει επίδραση στην κλίμακα του συστήματος παρακολούθησης. Ένας μεγάλος αριθμός εγγεγραμμένων πελατών ως επακόλουθο θα απαιτεί την συγκέντρωση μεγάλου όγκου δεδομένων για την υπηρεσία

παρακολούθησης και επιβεβαίωσης, όπως στην υπηρεσία επαλήθευσης του Qos, ενώ ταυτόχρονα θα απαιτούνται για κάθε ξεχωριστό πελάτη εγγυήσεις επίδοσης.

Η κλιμάκωση ενός συστήματος παρακολούθησης αντιπροσωπεύει την ικανότητα της αποτελεσματικής ανάπτυξης του συστήματος στην κλίμακα ενός πολύ μεγάλου δικτύου που προσφέρει μία πληθώρα υπηρεσιών σε ένα πολύ μεγάλο αριθμό πελατών. Το σύστημα παρακολούθησης θα πρέπει να έχει ένα μια πληθώρα από χαρακτηριστικά σχεδίασης για ένα μεγάλο εύρος έργων παρακολούθησης που θα προσφέρουν σίγουρα μία κλιμακούμενη λύση που θα αποφέρει την επιθυμητή απόδοση. Τα έργα παρακολούθησης συμπεριλαμβάνουν την συλλογή δεδομένων, την ενοποίηση των δεδομένων, και την ανάλυση των δεδομένων για την ανατροφοδότηση/αναπληροφόρηση (feedback). Μια ποικιλία από διάφορα δεδομένα μετρήσεων απαιτείται προκειμένου να διενεργηθεί η παρακολούθηση της απόδοσης τόσο του δικτύου όσο και της υπηρεσίας. Η ποσότητα της πληροφορίας που έχει προκύψει από τις μετρήσεις αυξάνεται στα Qos-enabled δίκτυα διότι υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός από καταστάσεις ανά κλάση(π.χ. διαφορετικές ουρές) ανά διεπαφή και ένας μεγάλος αριθμός από Qos-based διαδρομών που πρέπει να παρακολουθούνται. Ως εκ τούτου, οι κλιμακούμενες αρχιτεκτονικές παρακολούθησης θα πρέπει να τηρούν τις αρχές που περιγράψαμε παρακάτω.

Διασκορπισμός του συστήματος συλλογής δεδομένων μετρήσεων σε επίπεδο κόμβων.

Προκειμένου να υποστηριχθεί η δυναμική λειτουργία, το σύστημα ελέγχου πρέπει να είναι ικανό έτσι ώστε να μπορεί να «συλλάβει» την κατάσταση του δικτύου χωρίς να δημιουργεί μια πολύ μεγάλη ποσότητα πληροφορίας και να μειώνει την απόδοση του δικτύου. Η ποικιλία των δεδομένων, το μέγεθος της πληροφορίας_σε επίπεδο κόμβων, και η απαραίτητη επεξεργασία κοντά στην πηγή μέτρησης καθιστά απαραίτητη την κατανεμημένη συλλογή δεδομένων, η οποία αποτελείται τυπικά από μία μηχανή παρακολούθησης ανά δρομολογητή. Οι κατανεμημένες μηχανές παρακολούθησης πρέπει να έχουν μικρή επίδραση στην απόδοση του δρομολογητή και ελάχιστη επίδραση στο εύρος ζώνης του δικτύου, υιοθετώντας μία ελαστική προσέγγιση οδηγούμενη από το γεγονός δημιουργία αναφορών. Επιπρόσθετα, κατανέμοντας τις οντότητες

παρακολούθησης μας επιτρέπει να έχουμε μία πλήρη εικόνα ολόκληρου του δικτύου.

Ελαχιστοποίηση ανταλλαγής πληροφοριών από μεταποίηση των πρώτων δεδομένων κοντά στην πηγή

Μια κοινή προσέγγιση για τη μείωση οποιουδήποτε κόστους της παρακολούθησης είναι η διαφοροποίηση της ψηφοφορίας και της συχνότητας δειγματοληψίας με βάση την κατάσταση και τα χαρακτηριστικά των μεταβλητών που παρακολουθούνται. Επιπλέον, η επεξεργασία, η συνάθροιση, η δειγματοληψία ή το φιλτράρισμα των πρωτογενή δεδομένων σε ακριβή και αξιόπιστα στατιστικά στοιχεία καθώς και η μείωση του όγκου δεδομένων κοντά στο σημείο παρατήρησης (πηγή) είναι οι βασικές λειτουργίες για την κλιμακούμενη δυναμική λειτουργία. Ωστόσο, η επεξεργασία των πρώτων στοιχείων κοντά στην πηγή μειώνει την ευελιξία της μετα-ανάλυσης. Το σύστημα παρακολούθησης πρέπει να προβλέπει αυτόματα το όριο ανίχνευσης, χρησιμοποιώντας την κοινοποίηση του συμβάντος εκτός από τις πληροφορίες μετρήσεων που συνοψίζονται. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τις έξι δύο μορφές μέτρησης των δεδομένων.

Γεγονότα: μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανακοινώσεις γεγονότων για να αποφευχθεί η υπερβολική φόρτωση του δικτύου με περιττές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων που απαιτούν πληροφορίες παρακολούθησης και μεταξύ των κόμβων του δικτύου. Η λεπτομέρειά τους μπορεί να οριστεί σε επίπεδο ανά κλάση και για την από άκρη σε άκρη δρομολόγηση μόνο. Οι μετρήσεις της πληροφορίας συλλέγεται σε μικρά χρονικά διαστήματα από εσωτερικές μεταβλητές χρησιμοποιώντας ανιχνευτές μέτρησης έτσι ώστε να διατηρείται ένας στατιστικά "ομαλός" ρυθμός. Το τελευταίο συγκρίνεται με τα προρυθμισμένα όρια, και δημιουργείται μία ειδοποίηση για το γεγονός ότι κάποιο από αυτά τα όρια έχει ξεπεραστεί. Ανάλογα με τη μέτρηση της χρονικής κλίμακας, η εκτέλεση κάποιας ενέργειας (triggering) μπορεί να αναβληθεί εάν αφορά στιγμιαίες υπερβάσεις των ορίων μέχρι να παρατηρηθούν διαδοχικές ή πολύ συχνές υπερβάσεις των ορίων, πράγμα που σημαίνει ότι το πρόβλημα εξακολουθεί να υφίσταται για ορισμένο χρονικό διάστημα. Αυτό εξασφαλίζει ότι οι παροδικές αιχμές (spikes)

δεν συμβάλλουν σε μη αναγκαία γεγονότα, και επίσης μειώνει τον αριθμό και την ποσότητα των μεταφορών πληροφορίας.

Στατιστικές: Προκειμένου να βελτιωθεί η δυνατότητα κλιμάκωσης, οι κόμβοι παρακολούθησης συγκεντρώνουν τα στοιχεία μέτρησης σε συνοπτικά στατιστικά στοιχεία. Η σύνοψη των δεδομένων (summarization) είναι η ενσωμάτωση των δεδομένων των μετρήσεων σε κάποιες συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Η διακριτότητα των περιόδων περιλήψεων πρέπει να είναι κατάλληλα επιλεγμένη με βάση τις απαιτήσεις της οντότητας διαχείρισης που ζητά πληροφορίες παρακολούθησης (π.χ., ο πελάτης που παρακολουθεί). Η διακριτότητα των στατιστικών στοιχείων κυμαίνεται από PHB και το επίπεδο δρομολόγησης (route level) για λειτουργίες TE για τα επίπεδα της ροής ανά SLS για την παρακολούθηση της εξυπηρέτησης πελατών. Στατιστικά στοιχεία θα πρέπει να παρέχονται σε σχεδόν πραγματικό χρόνο σε πελάτες που παρακολουθούν και εξαρτώνται άμεσα από τον χρόνο. Τα αρχεία των στατιστικών πληροφοριών μπορεί να βρίσκονται στην ουρά και πολλαπλές εγγραφές μπορούν να εξαχθούν σε ένα ενιαίο πακέτο μειώνοντας έτσι τον αριθμό των μεταβιβάσεων πληροφορίας, όταν δεν υπάρχει ανάγκη για την έγκαιρη αντιμετώπιση.

Περιορίζοντας τις παρενέργειες στην απόδοση του δικτύου μέσω του έλεγχου της προστιθεμένης ποσότητας συνθετικής κίνησης

Ακόμα και κατά την εφαρμογή των αρχών που περιγράφονται ανωτέρω, μπορεί να χρειαστεί να ελέγξουμε την ποσότητα της συνθετικής κίνησης που προσθέτουμε στο δίκτυο με σκοπό να το παρακολουθήσουμε. Οι απαιτήσεις για την εισαγωγή της συνθετικής κυκλοφορίας αναφέρονται παρακάτω:

- Ο φόρτος της συνθετικής κίνησης θα πρέπει να είναι μικρός σε σύγκριση με το φόρτο στη σύνδεση που βρίσκεται υπό δοκιμή. Αν

όχι, η συνθετική κίνηση θα επηρεάσει την απόδοση και οι μετρήσεις θα είναι ανακριβείς.

- Η περίοδος δειγματοληψίας πρέπει να είναι αρκετά μικρή για να μπορούν να μελετηθούν οι διακυμάνσεις στην απόδοση.
- Καθώς το δίκτυο αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, η ποσότητα και ο τύπος της συνθετικής κίνησης θα πρέπει να μπορεί να ρυθμιστεί.
- Οι μετρήσεις πρέπει να κατανέμονται τυχαία έτσι ώστε να αποφευχθεί ο συγχρονισμός των γεγονότων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει ένα trade-off μεταξύ των δύο πρώτων απαιτήσεων. Δηλαδή, μικρότερα χρονικά διαστήματα σημαίνουν περισσότερη συνθετική κίνηση, όμως περισσότερη συνθετική κίνηση σημαίνει μεγαλύτερο φόρτο στο δίκτυο. Η κοινή πρακτική που εφαρμόζουν οι πάροχοι δικτύου είναι να διατηρούν το συνολικό κόστος (overhead) που παράγεται από την συνθετική κίνηση στο δίκτυο τους κάτω από 1% της συνολικής χωρητικότητας του δικτύου.

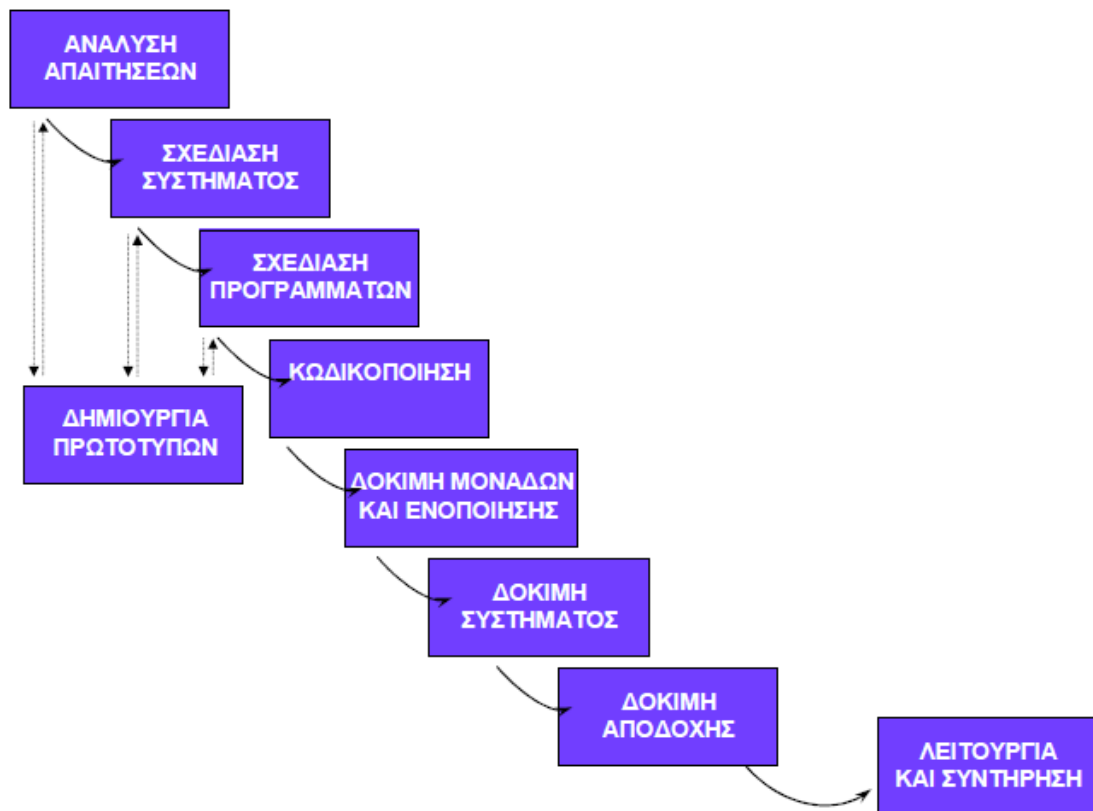
Κεφάλαιο 4ο Ανάπτυξη του εργαλείου

Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο και εφόσον το συγκεκριμένο εργαλείο διαχείρισης και παρακολούθησης δικτύου αποτελεί μια υλοποίηση λογισμικού σε γλώσσα προγραμματισμού JAVA είναι απαραίτητο να περιγράψουμε την διαδικασία με την οποία αναπτύχθηκε, τις απαιτήσεις τις οποίες έχει κληθεί να καλύψει όπως και τέλος να παραθέσουμε τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε. Συνεπώς εν ολίγοις θα αναφερθούμε στα στάδια της ανάπτυξης και της σχεδίασης του συγκεκριμένου λογισμικού. Σε αυτό το σημείο και προς καλύτερη κατανόηση του κεφαλαίου τόσο από τον υποψιασμένο όσο και από τον απλά περίεργο και φιλομαθή αναγνώστη θα παρατεθεί όπως φαίνεται και **(εικόνα 1.)** το μοντέλο ανάπτυξης και σχεδίασης που ακολουθήθηκε. Το συγκεκριμένο μοντέλο δεν αποτελεί κάποιο γνωστό μοντέλο ανάπτυξης και σχεδίασης λογισμικού αλλά αποτελεί μια τροποποίηση του μοντέλου καταρράκτη **(εικόνα 2.)** με σκοπό μια πιο ρεαλιστική προσέγγιση της διαδικασίας ανάπτυξης που ακολουθήθηκε.



Εικόνα 1.



Εικόνα 2.

Ανάλυση απαιτήσεων

Εισαγωγή

1. Σκοπός

Όπως έχει αναφερθεί και ανωτέρω (κεφάλαιο 1) , ο σκοπός του συγκεκριμένου λογισμικού-εργαλείου είναι η άρτια και αξιόπιστη παρακολούθηση όσο και η διαχείριση δικτύων αρχιτεκτονικής βασισμένης στο περιεχόμενο. Με αυτόν τον τρόπο ο ερευνητής του συγκεκριμένου θέματος θα μπορεί με ευκολία να μετρήσει ανά πασά στιγμή τις επιδόσεις του δικτύου η ακόμη και να πειραματιστεί με σενάρια έχοντας ως απώτερο σκοπό την καλύτερη κατανόηση της συγκεκριμένης υλοποίησης δικτύου και την εξαγωγή χρήσιμων για την έρευνα συμπερασμάτων. Τέλος μέσα από την ύπαρξη βάσης δεδομένων τα πειράματα και οι μετρήσεις μπορούν να προσπελαθούν και χωρίς να εκτελείται εκείνη την στιγμή μέτρηση με αποτέλεσμα την δυνατότητα σύγκρισης και μελέτης των πειραμάτων και μετρήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν.

2. Γενική εικόνα

Σε γενικό πλαίσιο πρόκειται για ένα λογισμικό , προγραμματισμένο εξολοκλήρου σε αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού Java το οποίο αποτελείται από έναν εξυπηρετητή (multiclient-server) ο οποίος δέχεται αιτήσεις στην πόρτα (port) 4444 από τους πελάτες (clients). Οι πελάτες τρέχουν στους κόμβους του προς παρακολούθηση δικτύου και λαμβάνουν μετρήσεις σχετικές με την κίνηση στον κόμβο όπου τελικά τις στέλνουν στον εξυπηρετητή. Ο εξυπηρετητής από πλευρά του αφού διαβάσει ένα αρχείο τοπολογίας δικτύου εμφανίζει το δίκτυο στο γραφικό περιβάλλον όπου με διαδραστικό τρόπο μπορεί κάποιος να παρακολουθήσει την κίνηση στο δίκτυο είτε μέσα από αναφορές είτε μέσα από γραφικές παραστάσεις. Επίσης ο εξυπηρετητής παρέχει την

δυνατότητα χρησιμοποιώντας βάση δεδομένων να εμφανίζει τα αποτελέσματα από τα πειράματα που έχουν τρέξει με συγκεντρωτικό τρόπο διευκολύνοντας έτσι τον ερευνητή να αποκτήσει μια συνολική εικόνα. Τέλος ο εξυπηρετητής είναι σε θέση να δημιουργεί κίνηση απομακρυσμένα στους κόμβους ,έτσι ώστε να μπορεί ο χρήστης να διαχειρίζεται την κίνηση του δικτύου χωρίς να μετακινείται και να δημιουργεί σενάρια κατά βούληση.

Γενική περιγραφή

1. Χαρακτηριστικά χρηστών

Το συγκεκριμένο εργαλείο παρακολούθησης και διαχείρισης δικτύων βασισμένα στο περιεχόμενο , απευθύνεται αποκλειστικά σε ερευνητές που ασχολούνται με την έρευνα πάνω στον συγκεκριμένο κλάδο της επιστήμης των δικτύων. Το γεγονός ότι οι μετρήσεις παίρνονται από συγκεκριμένο λογισμικό δρομολόγησης δικτύων (Click Modular Router) περιορίζει το σύνολο των χρηστών μόνο σε αυτούς που το δίκτυο που μελετούν τρέχει πάνω στο ανωτέρω λογισμικό. Τέλος χωρίς να αποτελεί αποκλειστικό περιορισμό και εφόσον στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία μελετάται η υλοποίηση δικτύου βασισμένη στο περιεχόμενο Blackadder (http://www.fp7-pursuit.eu/PursuitWeb/?page_id=338) είναι λογικό το μικρότερο υποσύνολο χρηστών το οποίο απευθύνεται το συγκεκριμένο λογισμικό να είναι οι μελετητές του παραπάνω δικτύου.

2. Γενικοί περιορισμοί

- Ύπαρξη JVM (java virtual machine) στους υπολογιστές του δικτύου.
- Εγκατεστημένο το λογισμικό δρομολόγησης Click modular router σε όλους τους υπολογιστές του δικτύου.
- Εγκατεστημένο το Blackadder element στο Click modular router.
- Λειτουργικό σύστημα Unix λόγω του file system που χρησιμοποιεί στο σύστημα της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιείται στο συγκεκριμένο λογισμικό.

Ειδικές απαιτήσεις

1. Λειτουργικές απαιτήσεις

- Φόρτωση αρχείου τοπολογίας δικτύου :

Το εργαλείο θα πρέπει να επιτρέπει στον χρήστη να επιλέγει και να φορτώνει ένα αρχείο τοπολογίας δικτύου τύπου Blackadder και να το αποκωδικοποιεί , έτσι ώστε να παραχθούν όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες για το δίκτυο προς παρακολούθηση.

- Σχεδιασμός και εμφάνιση γραφήματος δικτύου :

Θα πρέπει αφού φορτωθεί το αρχείο τοπολογίας του προς παρακολούθηση δικτύου να εμφανίζει ένα διαδραστικό γράφημα του δικτύου, με σκοπό να παρέχει μια πιο κατανοητή και φιλική προς τον χρήστη εικόνα της κατάστασης.

- Επικοινωνία μεταξύ του εργαλείου και των κόμβων που παρακολουθούνται :

Το εργαλείο θα πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνεί αμφίδρομα με το λογισμικό-πελάτη που τρέχει σε κάθε κόμβο. Συγκεκριμένα θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί ως multi-client server έτσι ώστε να δέχεται τις μετρήσεις κάθε κόμβου. Επίσης θα πρέπει να μπορεί να στείλει εντολή δημιουργίας κίνησης τύπου Publisher η Subscriber σε κάθε κόμβο καθιστώντας την διαχείριση του δικτύου για τον ερευνητή πολύ ευκολότερη.

- Επικοινωνία μεταξύ των κόμβων που παρακολουθούνται και του εργαλείου :

Οι κόμβοι με τη σειρά τους θα πρέπει να στέλνουν τις μετρήσεις τους στο κεντρικό εργαλείο , ενώ παράλληλα θα πρέπει να έχουν υλοποιημένο έναν εξυπηρετητή για να εξυπηρετεί τις εντολές δημιουργίας κίνησης που έρχονται από το κεντρικό εργαλείο.

○ Εμφάνιση μετρήσεων , μηνυμάτων και πληροφοριών :

Το κεντρικό εργαλείο θα πρέπει να εμφανίζει χρησιμοποιώντας τον γραπτό λόγο και με ευδιάκριτο τρόπο πληροφορίες για δίκτυο , τις μετρήσεις τις οποίες λαμβάνει και ότι άλλου είδους μηνύματα αφορούν τη σωστή λειτουργία της υπομονάδας.

○ Εμφάνιση γραφικών παραστάσεων μετρήσεων :

Εκτός του γραπτού λόγου και για λόγους αστικοποίησης των αποτελεσμάτων , θα πρέπει κάθε κόμβος του γραφήματος που εμφανίζεται αφού πατηθεί να μπορεί να εμφανίζει μέσα από τη χρήση γραφικής παράστασης και σε πραγματικό χρόνο τις τιμές τις οποίες στέλνει.

○ Μετρήσεις που υποστηρίζονται ανά κόμβο:

- Εισερχόμενος αριθμός πακέτων.
- Εισερχόμενος αριθμός bytes.
- Ρυθμός άφιξης πακέτων στον κόμβο.
- Ρυθμός άφιξης bit στον κόμβο.
- Ρυθμός άφιξης byte στον κόμβο.
- Εξερχόμενος αριθμός πακέτων.
- Εξερχόμενος αριθμός bytes.
- Ρυθμός αναχώρησης πακέτων στον κόμβο.
- Ρυθμός αναχώρησης bit στον κόμβο.
- Ρυθμός αναχώρησης byte στον κόμβο.
- Συνολική απώλεια πακέτων ανά κόμβο.

○ Ύπαρξη Βάσης Δεδομένων :

Εξαιτίας του γεγονότος ότι το συγκεκριμένο εργαλείο έχει ως σκοπό την παρακολούθηση και διαχείριση δικτύου βασισμένο στο περιεχόμενο , αρχιτεκτονική

δικτύου η οποία είναι πειραματική και ακόμα υπό καθεστώς έρευνας , είναι απαραίτητο να υπάρχει βάση δεδομένων η οποία να επιτρέπει την μελέτη των πειραμάτων ανά τοπολογία δικτύου για την καλύτερη εξαγωγή συμπερασμάτων. Έτσι το λογισμικό θα πρέπει κάθε φορά που εισάγεται μια τοπολογία δικτύου να δημιουργεί τις απαραίτητες καταχωρήσεις εφόσον δεν έχει ξανασυναντηθεί στο παρελθόν η διαφορετικά να βρίσκει τις παλιότερες καταχωρήσεις και να συνεχίζει να αποθηκεύει τα νέα αποτελέσματα.

- Παρακολούθηση και μελέτη παλιότερων πειραμάτων :

Για λόγους έρευνας και μελέτης θα πρέπει να μπορεί ανά πάσα στιγμή ο χρήστης να μπορεί να φορτώσει μια παλιότερη τοπολογία δικτύου χωρίς εκείνη την στιγμή να παρακολουθείται και να εμφανίζονται τα μέχρι εκείνη τη στιγμή αποτελέσματα χρησιμοποιώντας γραφικές παραστάσεις.

Απαιτήσεις εξωτερικών διαπροσωπειών

- User interfaces :

Το συγκεκριμένο λογισμικό θα πρέπει να ελέγχεται πλήρως από γραφικό περιβάλλον (Java Swing) φιλικό προς τον χρήστη και να υποστηρίζει όλες τις πιθανές αναλύσεις οθόνης.

ο Hardware interfaces :

Λόγο της υλοποίησης σε αντικειμενοστραφούς γλώσσα προγραμματισμού JAVA , το συγκεκριμένο λογισμικό μπορεί να εκτελεστεί σε κάθε υπολογιστή ανεξαρτήτως υλικού εκτός από συσκευές που φέρουν λειτουργικό σύστημα Ios όπου η χρήση της Java virtual machine δεν υποστηρίζεται.

ο Software interfaces :

i. Ύπαρξη Java Virtual Machine.

ii. Απαραίτητο είναι το λογισμικό δρομολόγησης δικτύων Click Modular Router όπου από το οποίο λαμβάνονται οι μετρήσεις για το δίκτυο.

iii. Ενδεικνυται η χρήση λειτουργικού συστήματος Linux εξαιτίας του συμβατού με την υλοποίηση της Βάσης δεδομένων του λογισμικού File System.

ο Communication interfaces :

▪ Ύπαρξη δικτύου μεταξύ των κόμβων του δικτύου που παρακολουθείται , αφού πρόκειται για κατανεμημένο λογισμικό που χρησιμοποιεί Sockets για την επικοινωνία μεταξύ κόμβων και του εργαλείου παρακολούθησης.

▪ Ελεύθερη πόρτα (port number) 4444 και 5555 στον υπολογιστή που τρέχει το εργαλείο

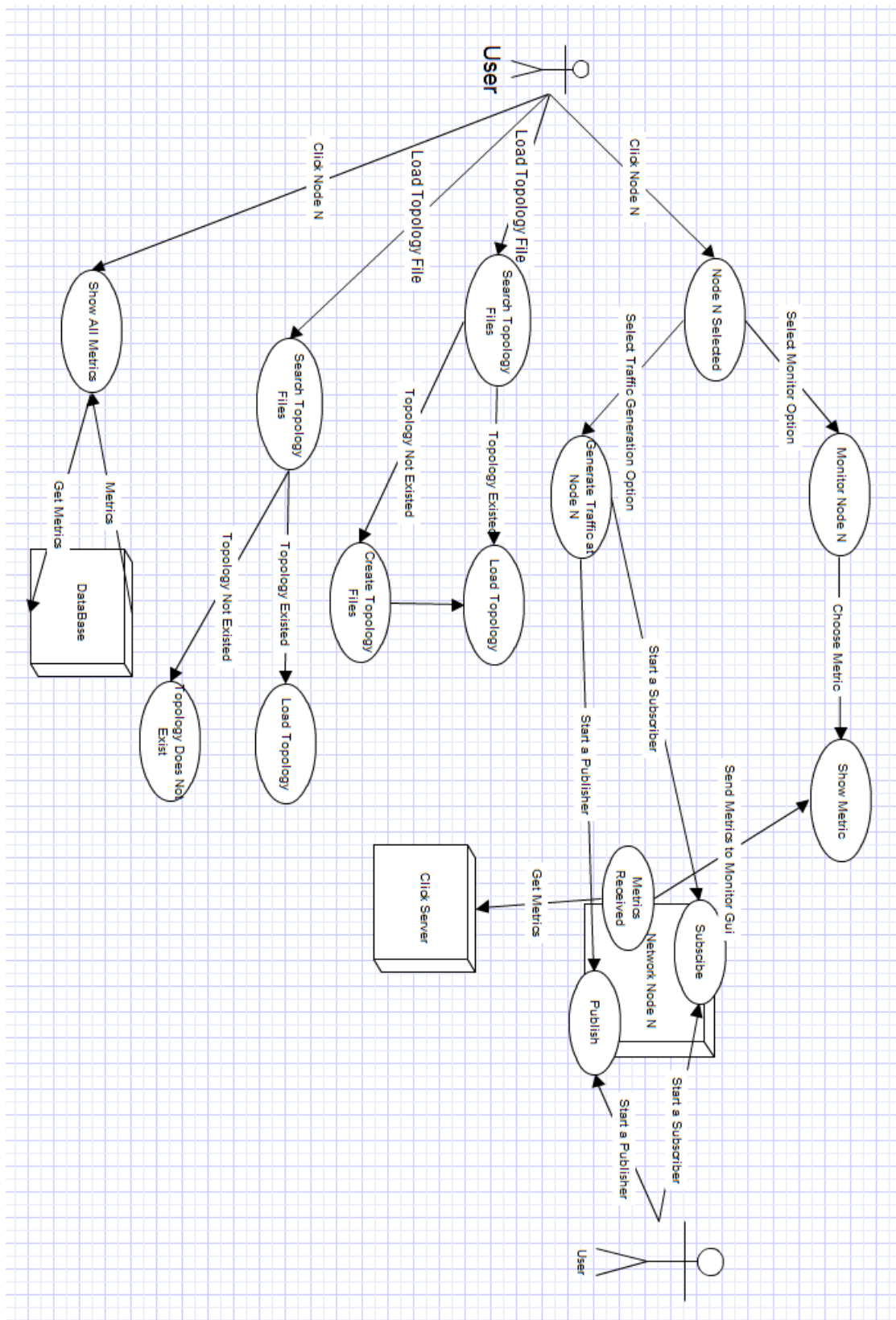
παρακολούθησης για την επικοινωνία μεταξύ των κόμβων και του εργαλείου.

- Ελεύθερη πόρτα (port number) 6666 στους κόμβους αφού μέσω αυτής γίνεται η επικοινωνία του λογισμικού που τρέχει στους κόμβους και το λογισμικό Click Modular router από όπου λαμβάνονται οι μετρήσεις.

Σχεδίαση συστήματος

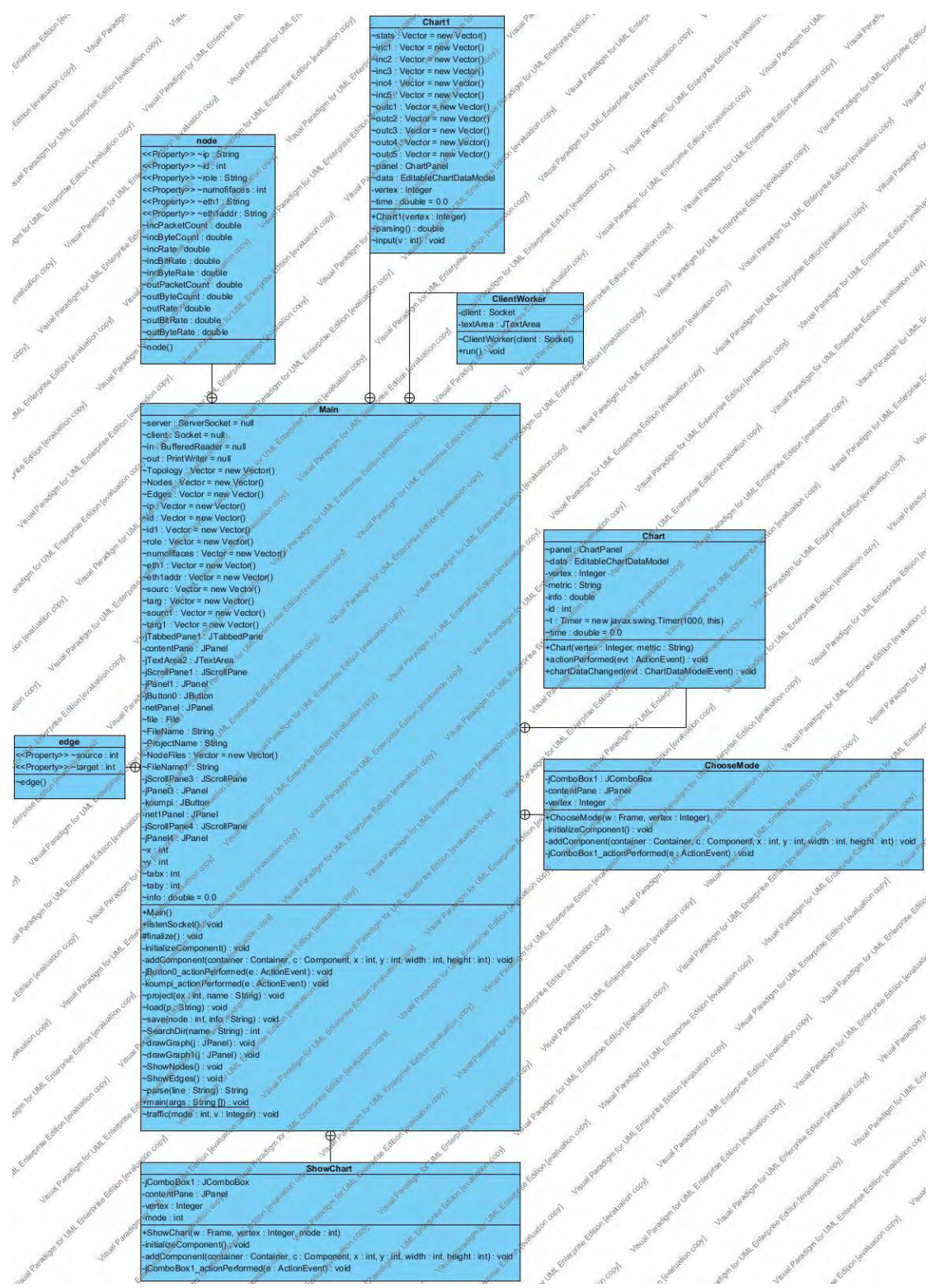
Uml Διαγράμματα

1. Διάγραμμα Χρήσης (use case diagram) :











2. Διάγραμμα Κλάσεων (class diagram) :

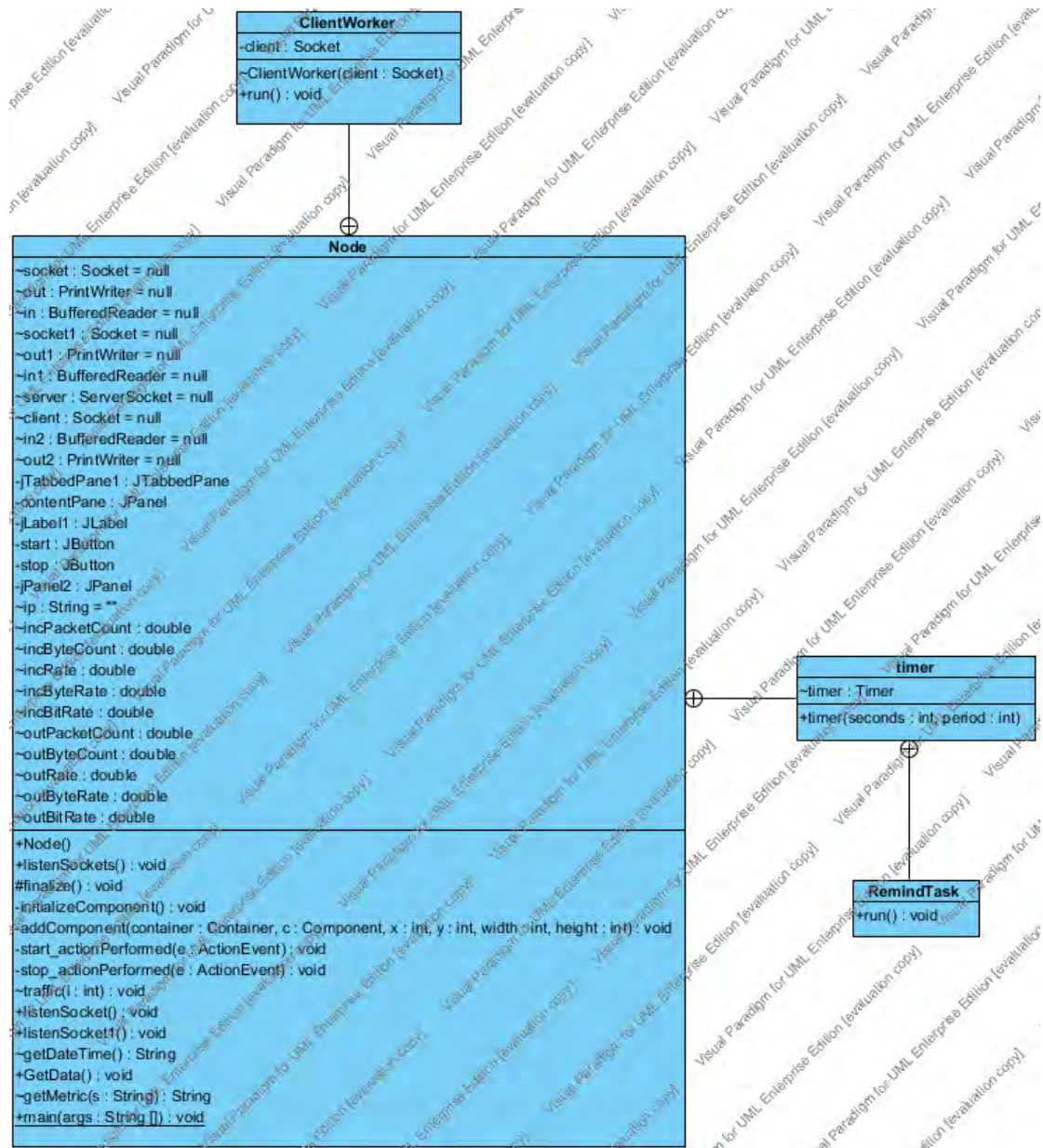
Monitor Server class diagram:







Summary

Name	Documentation
 node	Αντικείμενο τύπου node
 Chart1	Παράθυρο που εμφανίζει τη γραφική παράσταση του κόμβου
 ClientWorker	
 Main	
 Chart	Παράθυρο που εμφανίζει τη γραφική παράσταση του κόμβου
 ChooseMode	Διάλογος που εμφανίζεται όταν επιλεγθεί κόμβος για να διαλέξει ο χρήστης αν θέλει metric ή traffic
 edge	Αντικείμενο τύπου edge
 ShowChart	Διάλογος που εμφανίζεται όταν επιλεγθεί κόμβος για να διαλέξει τον τύπο του metric

Node Class diagram:

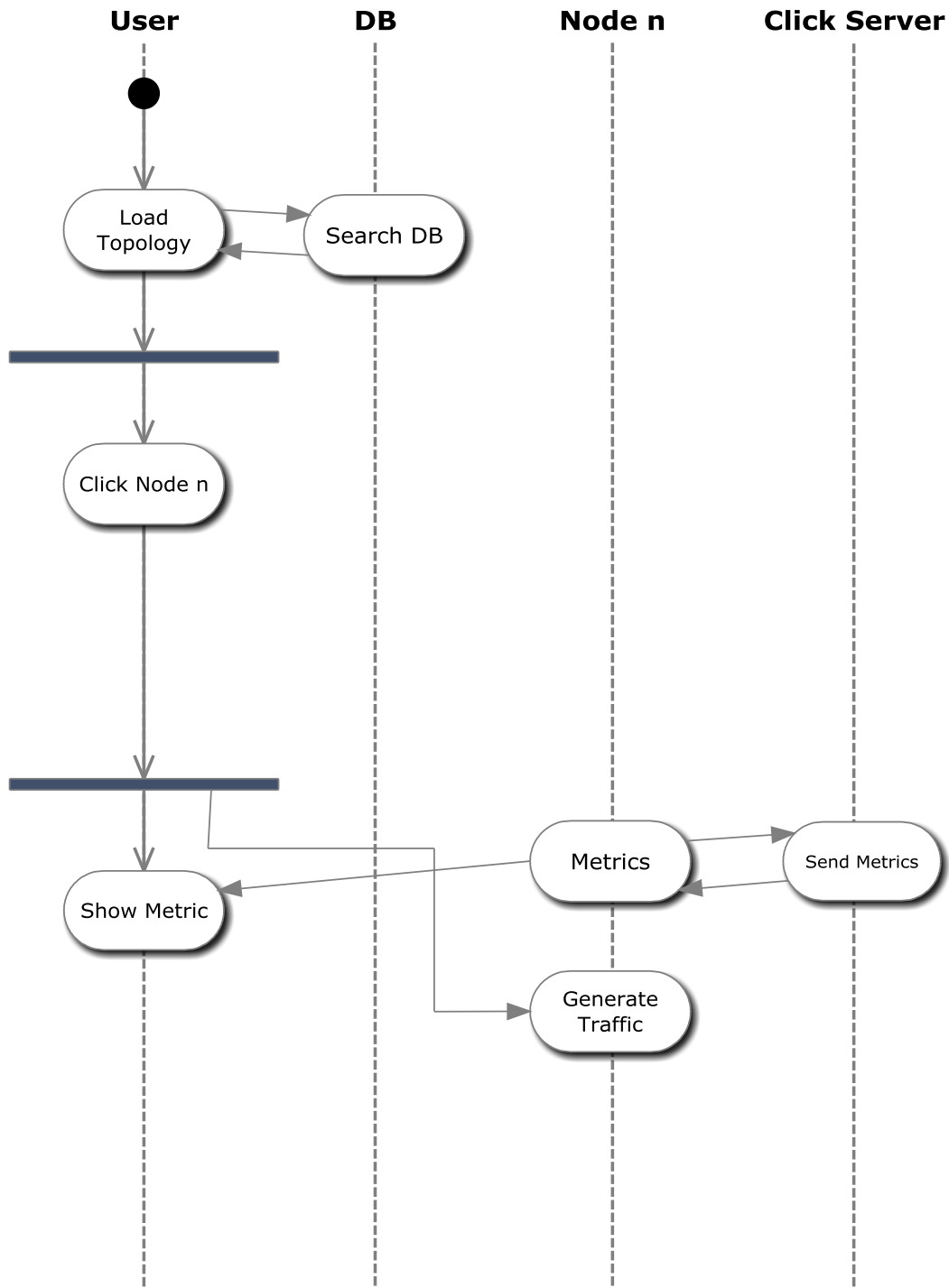


Summary

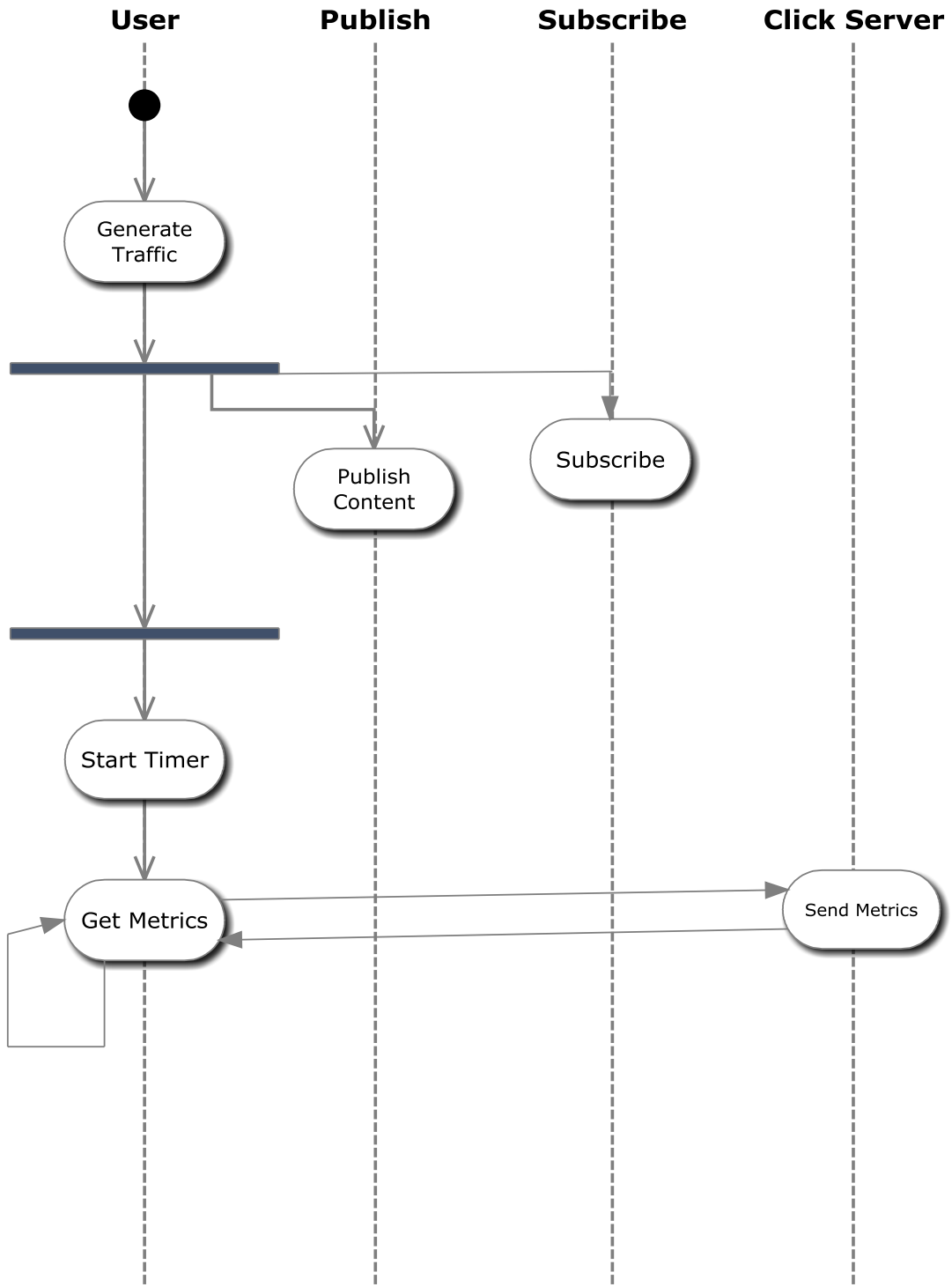
Name	Documentation
 ClientWorker	
 Node	
 timer	Κλάση Timer
 RemindTask	

3. Διάγραμμα Δραστηριότητας (activity diagram) :

UML Activity Diagram: Monitor Server

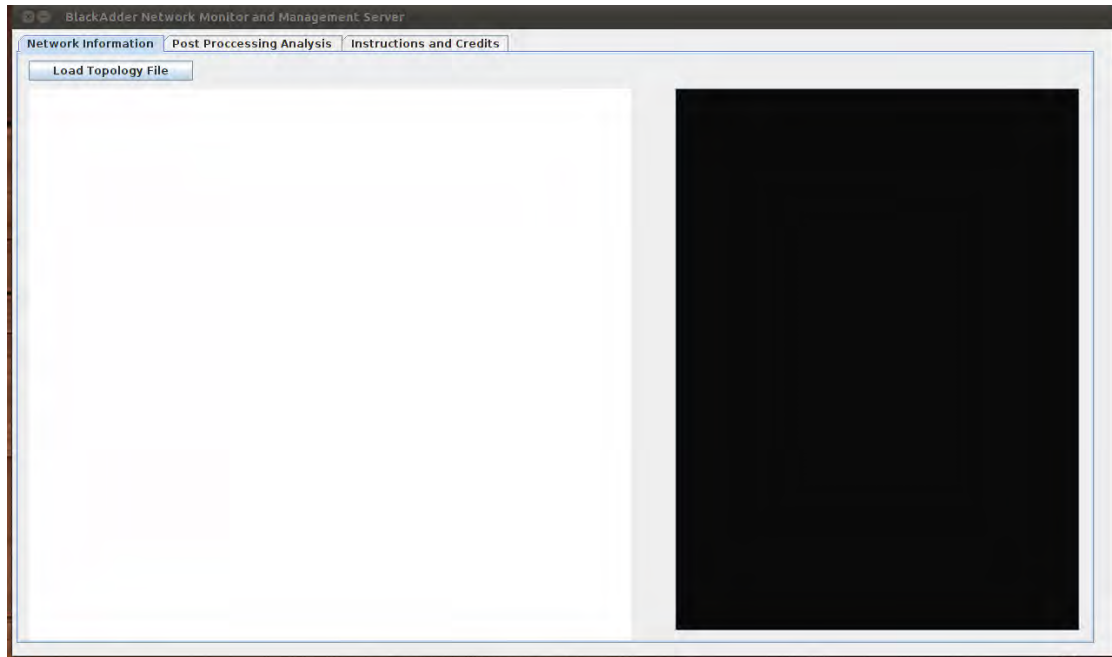


UML Activity Diagram: Node

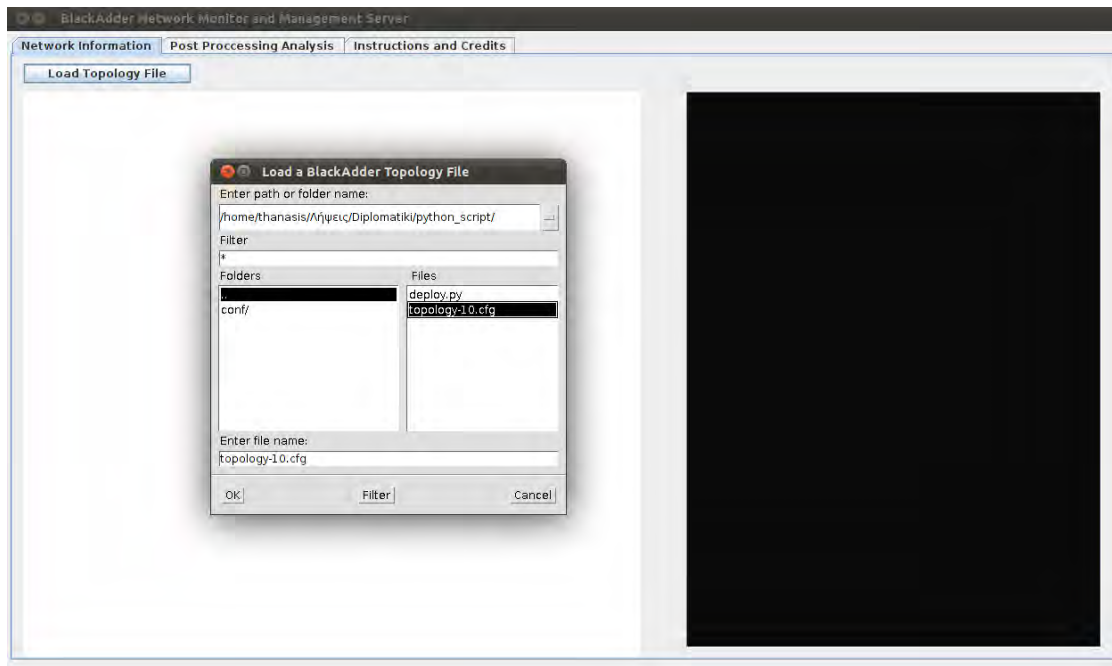


Παρουσίαση εργαλείου

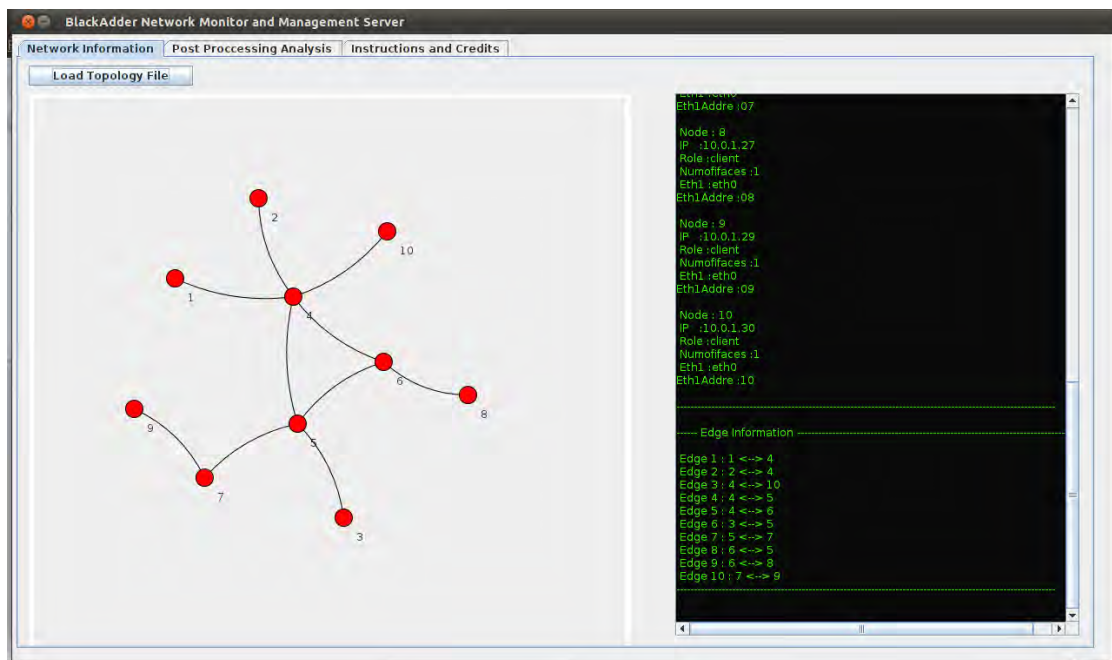
1. Αφού πρώτα έχουμε ξεκινήσει ένα δίκτυο τύπου Blackadder και σε κάθε κόμβο τρέχει ένας πελάτης (client) τύπου node.java ξεκινάμε το εργαλείο το οποίο αρχικά δείχνει ότι η παρακάτω εικόνα :



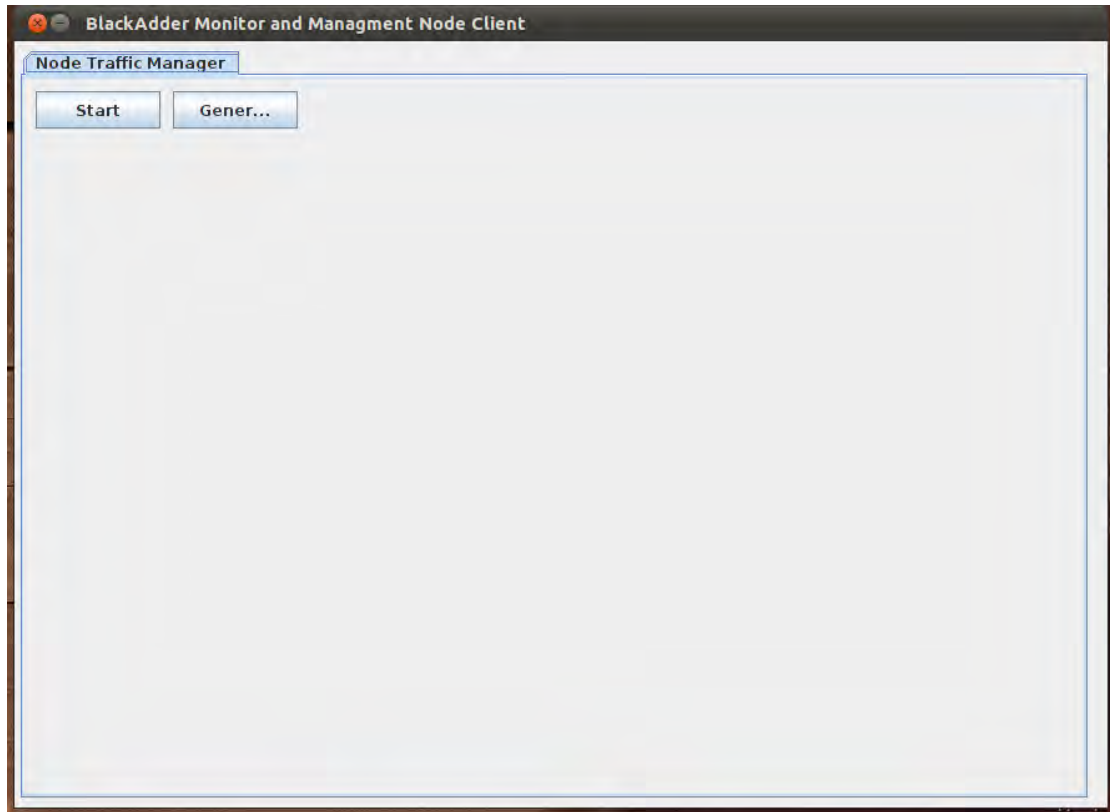
2. Έπειτα πατώντας το κουμπί "Load Topology File" στο tab "Network Information" εμφανίζεται το παράθυρο που μας επιτρέπει να φορτώσουμε το ανάλογο αρχείο τοπολογίας δικτύου , όπως φαίνεται στη συνέχεια :



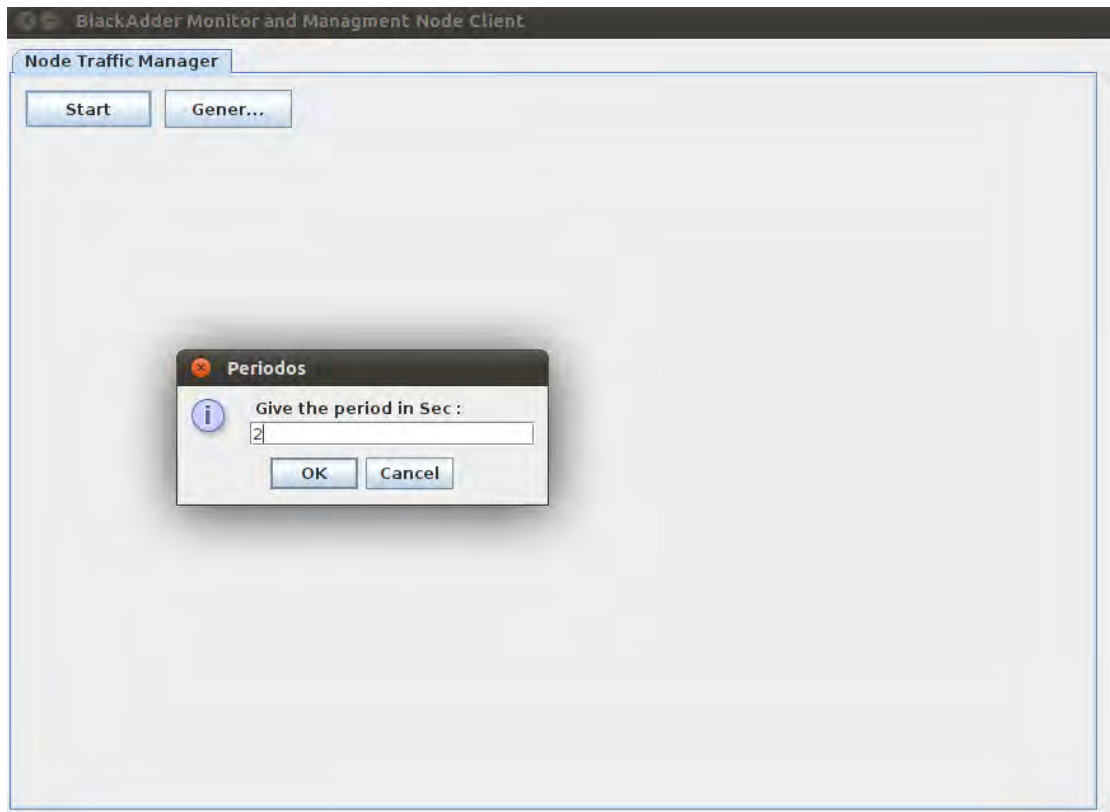
3. Αφού επιλεγθεί έγκυρο αρχείο τοπολογίας δικτύου το λογισμικό ψάχνει την βάση δεδομένων για να διαπιστώσει αν έχει χρησιμοποιηθεί ξανά. Αν έχει απλά φορτώνει τα αποθηκευμένα δεδομένα και εμφανίζει την τοπολογία στο panel εμφάνισης τοπολογίας δικτύου αλλιώς δημιουργεί στη βάση δεδομένων project τύπου νέας τοπολογίας και έπειτα εμφανίζει το γράφημα της τοπολογίας του δικτύου στο panel εμφάνισης τοπολογίας δικτύου.



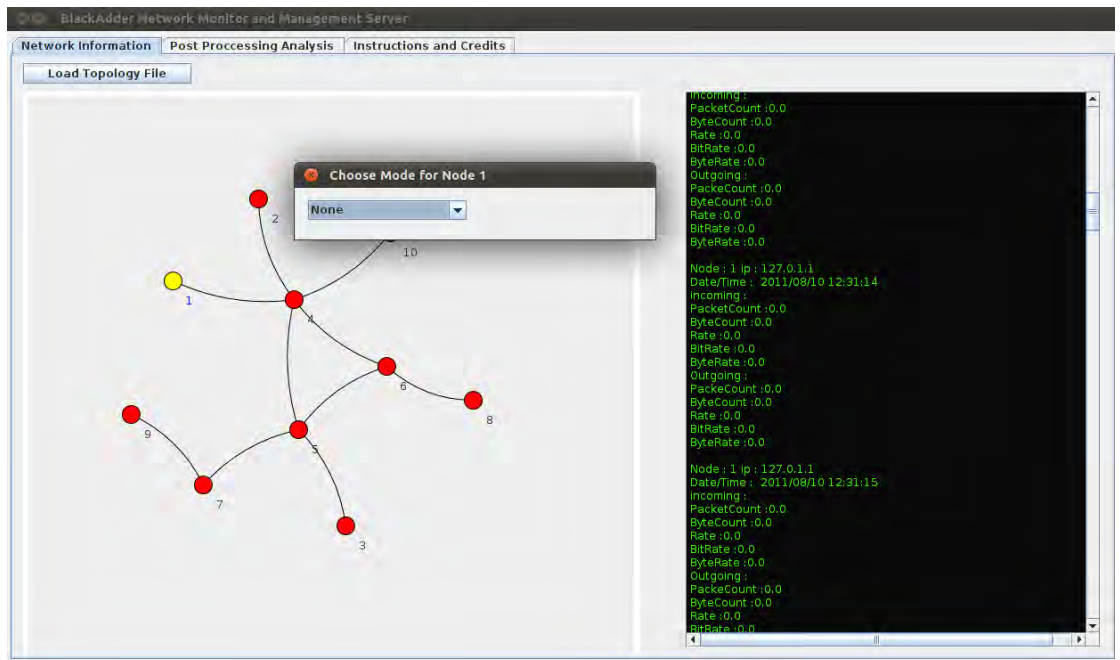
4. Σε αυτή τη φάση το εργαλείο είναι έτοιμο να παρακολουθήσει την λειτουργία του δικτύου αφού πάντα πρώτα σε κάθε κόμβο προς παρακολουθήσει τρέξουμε πελάτη , όπως φαίνεται παρακάτω :



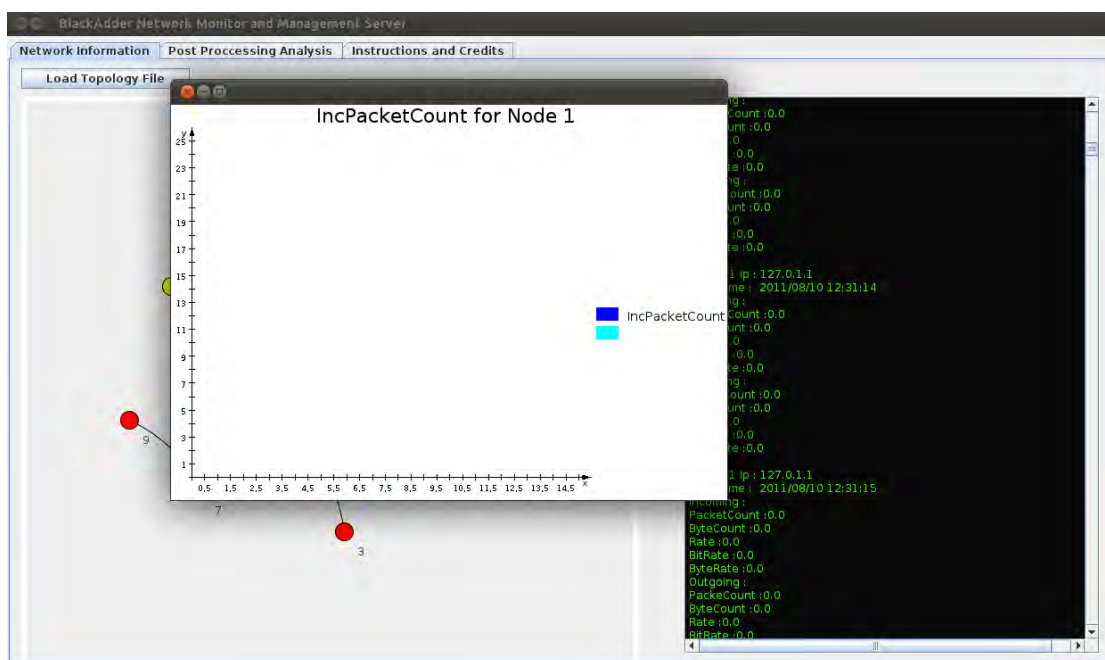
5. Πατώντας το κουμπί "Start" εμφανίζεται ένα παράθυρο που μας επιτρέπει να ρυθμίσουμε την συχνότητα με την οποία θα λαμβάνονται και θα στέλνονται οι μετρήσεις.



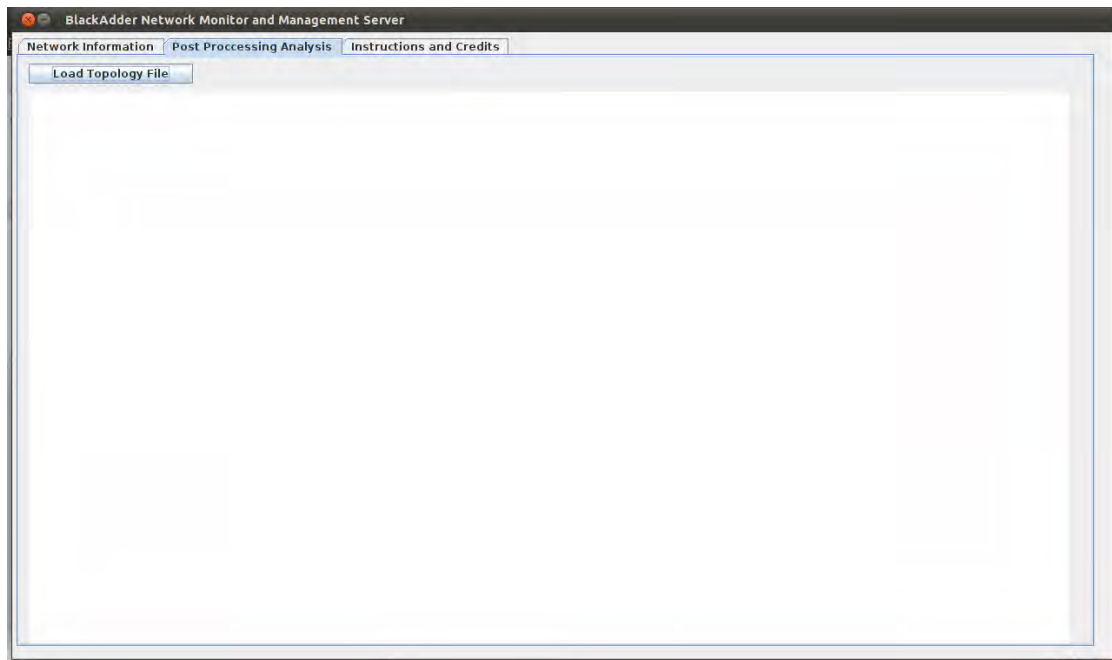
6. Αφού γίνουν τα βήματα 4. Και 5. Σε όλους τους κόμβους επιστρέφουμε στο εργαλείο όπου και μπορούμε να αρχίσουμε την διαδικασία της παρακολούθησης του δικτύου. Επιλέγοντας έναν κόμβο του δικτύου από το γράφημα ανοίγει ένα παράθυρο το οποίο μας ρωτάει αν θέλουμε να παρακολουθήσουμε μετρήσεις ή να δημιουργήσουμε κίνηση στον συγκεκριμένο κόμβο.



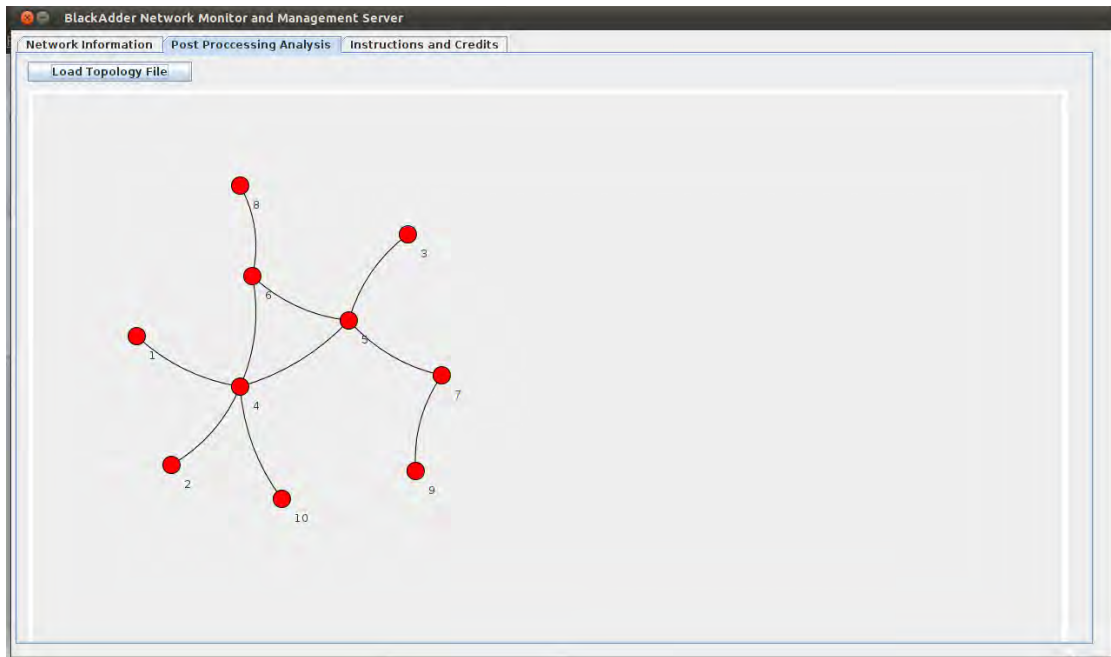
7. Αν επιδεχθεί η δημιουργία κίνησης τότε εμφανίζεται ένα άλλο παράθυρο το οποίο μας ρωτάει αν θέλουμε ο συγκεκριμένος κόμβος να λειτουργήσει ως publisher η ως subscriber περιεχομένου. Αν επιδεχθεί η επιλογή εμφάνισης μετρήσεων μετά από επιλογή του τύπου της μέτρησης που θέλουμε σε αντίστοιχο παράθυρο εμφανίζεται το κλιμακούμενο με βάση το χρόνο γράφημα του δεδομένου προς παρακολούθηση.



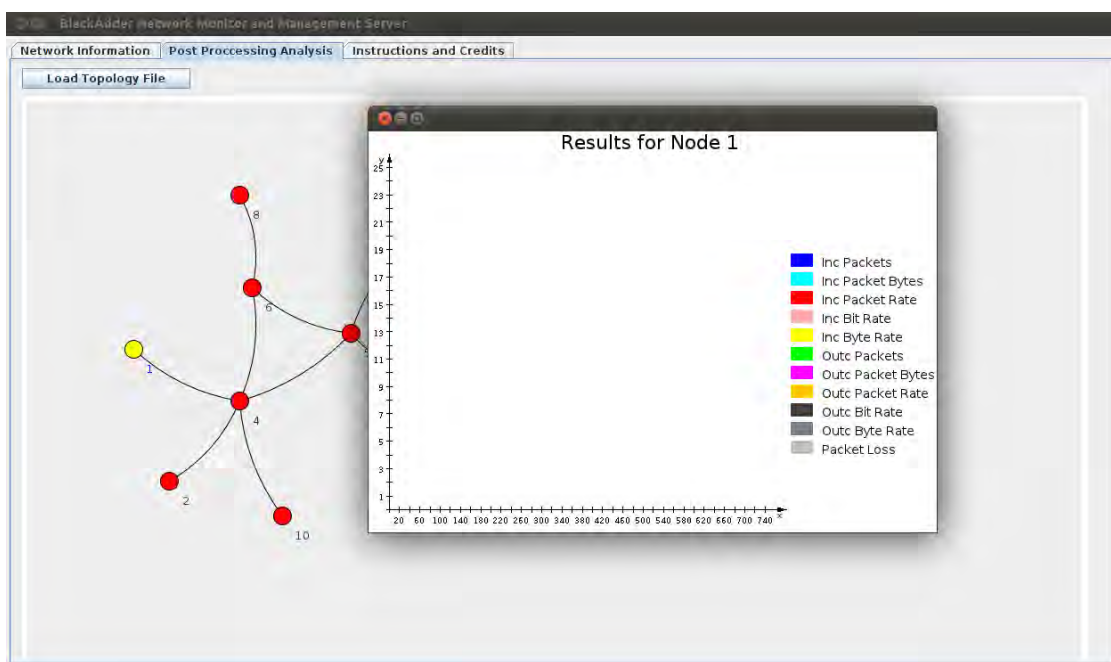
8. Σε περίπτωση που δεν παρακολουθείτε εκείνη την ώρα κάποιο δίκτυο η ακόμη και παράλληλα με μια παρακολούθηση, το λογισμικό είναι σε θέση να φορτώσει αποτελέσματα από προηγούμενα πειράματα με σκοπό την μελέτη τους. Αυτό γίνεται στο tab "Post Processing Analysis" όπου αντίστοιχα πρέπει να φορτωθεί η ζητούμενη προς μελέτη τοπολογία :



9. Αφού φορτωθεί έγκυρη τοπολογία εμφανίζεται το γράφημα του δικτύου.



10. Ομοίως εδώ μπορεί να επιλεγεί ένας κόμβος για να εμφανιστούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν καθ όλης της διάρκειας των πειραμάτων σε γραφική παράσταση :



Κεφάλαιο 5ο Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας , το πρώτο συμπέρασμα που θα μπορούσε να εξαχτεί με είναι ότι μια προσέγγιση με βάση το περιεχόμενο όσον αφορά την αρχιτεκτονική που μπορεί να λειτουργήσει ένα δίκτυο η ακόμα και το World Wide Web (internet) θα μπορούσε να βελτιώσει την απόδοση δεδομένης της τεχνολογίας που έχουμε σήμερα στη διάθεση μας στον τομέα της δικτύωσης των υπολογιστών.

Επίσης συγκρίνοντας τις δυο υλοποιήσεις όσον αφορά το εργαλείο παρακολούθησης και διαχείρισης (event driven και Centralized) , είδαμε ότι η πρώτη είναι καλύτερη ως προς την απόδοση της , αφού οι clients που τρέχουν στους κόμβους δεν επιβαρύνουν το δίκτυο με ερωτήσεις αποκρίσεις όσον αφορά τις μετρήσεις και αυτό επειδή λειτουργούν τοπικά και στέλνουν πληροφορία στον server μόνο όταν χρειάζεται (event driven). Η Centralized υλοποίηση εργαλείου διαχείρισης αντίθετα έχει το προτέρημα του εύκολου deployment στο προς παρακολούθηση δίκτυο αφού το μόνο που χρειάζεται είναι το αρχείο τοπολογίας του δικτύου.

References

[Asgari04] *H. Asgari, P. Trimintzios, G. Pavlou, R. Egan, Scalable Monitoring Support for Resource Management and Service Assurance, IEEE Network, Vol. 18, No. 6, pp. 6-18, IEEE, November 2004*

[Parisis11] *George A. Parisis (University of Cambridge, United Kingdom); Dirk Trossen (University of Cambridge, United Kingdom)*
Towards an implementation of an information-centric network

