



University of Macedonia
Master Information Systems
Networking Technologies
Professor: A.A. Economides

Traffic Measurement in Mobile Networks

KARAGIANNIDOU ATHANASIA

Student ID: 15/08

THESSALONIKI

FEBRUARY 2009



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

Traffic Measurement in Mobile Networks

ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΙΔΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

Α.Μ: 15/08

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην ανάλυση που ακολουθεί γίνεται μια προσπάθεια παρουσίασης μεθόδων που αφορούν την μέτρηση της κυκλοφορίας σε κινητά δίκτυα και βασίζεται κυρίως σε ερευνητικές προσεγγίσεις και μελέτες που έχουν γίνει πάνω σε αυτό το θέμα. Η λεπτομερής γνώση για την κυκλοφορία είναι σημαντική για τους διαχειριστές δικτύων και βασικός στόχος της ανάλυσης της κυκλοφορίας είναι ο προσδιορισμός της σύνθεσης της. Τα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας των κινητών δικτύων διακρίνονται από αυτά σε ένα ενσύρματο περιβάλλον. Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις για την μέτρηση της κυκλοφορίας καμία όμως δεν είναι από μόνη της αποδοτική γι' αυτό κι γίνεται μια προσπάθεια συνδιασμού των πλεονεκτημάτων τους σε μια νέα μέθοδο. Συγκεκριμένα θα παρουσιαστούν οι υπάρχουσες μέθοδοι ταξινόμησης της κυκλοφορίας για τα 3G κινητά δίκτυα και τα χαρακτηριστικά του συνδιασμένου μοντέλου ταξινόμησης που προκύπτει. Στα θέματα που θα παρουσιαστούν συμπεριλαμβάνονται μέθοδοι μέτρησης για τεχνολογία TCP/IP καθώς και ένα εργαλείο ελέγχου και μέτρησης για IP δίκτυα, το IP Traffic- Test and Measure. Ακόμα γίνεται αναφορά σε μια γενική προσέγγιση για την συμπερίληψη live μετρήσεων και προβλέψεων κυκλοφορίας στα κινητά ραδιο- δίκτυα και στο πώς μπορεί να χαρακτηριστεί η κυκλοφορία με σκοπό τον προγραμματισμό και την βελτιστοποίηση των κινητών δικτύων.

ABSTRACT

This paper presents methods for traffic measurement in mobile networks and it is mainly based on researching approaches and studies as regards this issue. Detailed knowledge about traffic is very important for network administrator and the primary aim of traffic analysis is the determination of traffic mixture. Due to the unfavorable conditions in the wireless environment, the traffic characteristics of the cellular networks are distinguishable from those of the wired internet traffic. There are several approaches for traffic measurement but none of them is efficient enough by herself so that an attempt is made in order to combine their advantages in a new method. In particular, the existent traffic classification methods of 3G mobile networks, and characteristics of the combined classification model that arises are going to be presented. Also, TCP/IP traffic measurements are mentioned as well as a measurement and testing tool for IP networks the "IP Traffic- Test and Measure". Finally, a generic approach for including live measurement and traffic forecasts in mobile Radio Networks is discussed and how traffic can be featured aiming to the planning and optimization of mobile networks.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

1) Measurement Analysis of Mobile Data Networks

- Γενικά
- Χαρακτηριστικά της Κινητής(mobile) Κυκλοφορίας Δεδομένων
- Παρατηρήσεις

2) Ανάλυση Κυκλοφορίας των Κινητών Ευρυζωνικών Δικτύων- Mobile Broadband Networks

- Γενικά
- Υπάρχουσες Μέθοδοι Ταξινόμησης Κυκλοφορίας
- Μειονεκτήματα
- Συνδισασμένο Μοντέλο Ταξινόμησης

3) Μετρήσεις Κυκλοφορίας για TCP/IP

4) "IP Traffic- TEST AND MEASURE"

- Γεννήτρια(generator) IP κυκλοφορίας και Εργαλείο Μέτρησης για τα IP Δίκτυα(Σταθερά, Ασύρματα, PLC, Κινητά, Δορυφορικά)
- Βασικές Ενότητες

5) Γενική Προσέγγιση για την Συμπερίληψη Ζωντανών(live) Μετρήσεων και Προβλέψεων Κυκλοφορίας στην Παραγωγή Ρεαλιστικών Σεναρίων Κυκλοφορίας στα Κινητά Ραδιο-Δίκτυα

- Γενικά
- Χαρακτηρισμός Κυκλοφορίας
- Επεκταμένη Προσέγγιση Δημιουργίας Κυκλοφορίας

6) ΠΕΙΡΑΜΑ: Χρησιμοποίηση Κινητών Τηλεφώνων με GPS ως Αισθητήρες Κυκλοφορίας

- Γενικά
- Υπόβαθρο
- Αρχιτεκτονική Συστήματος

7) REFERENCES

1. Measurement Analysis of Mobile Data Networks

ΓΕΝΙΚΑ

Παρακάτω αναλύονται τα στοιχεία της κινητής(mobile) κυκλοφορίας ενός CDMA δικτύου δεδομένων και παρουσιάζονται τα μοναδικά χαρακτηριστικά του έναντι της κυκλοφορίας σε ένα ενσύρματο Internet. Παρουσιάζεται η ιδιαίτερα ακανόνιστη φύση χρησιμοποίησης της up/downlink κυκλοφορίας στα κινητά δίκτυα δεδομένων. Επιπλέον το σχετικά μικρό μήκος συνόδου απεικονίζει την συμπεριφορά των χρηστών αυτών των δικτύων.

Η αύξηση στην διαθεσιμότητα των mobile υπηρεσιών δεδομένων προσφέρει νέα μέσα επικοινωνίας και ψυχαγωγίας. Αυτές οι υπηρεσίες συμπεριλαμβάνουν την υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων πολυμέσων(sms), το downloading περιεχομένου(πχ. Mp3.e-book.), on-line παιχνίδια, άμεσα μηνύματα, streaming πολυμέσων και πολλά άλλα. Λόγω του υψηλού κόστους και των δυσμενών συνθηκών στο ασύρματο περιβάλλον, τα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας των κυψελοειδών δικτύων για τις υπηρεσίες δεδομένων, διακρίνονται από αυτά της κυκλοφορίας σε ένα ενσύρματο δίκτυο.

Πρόσφατα μερικές μελέτες έχουν αναλύσει τα στοιχεία κυκλοφορίας των κυψελοειδών δικτύων (CDMA και GPRS) που είναι περισσότερο κατάλληλα για την κυκλοφορία δεδομένων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα πειράματα περιορίστηκαν σε μια μικρής κλίμακας μελέτη μέτρησης των ιχνών των πακέτων. Οι προσπάθειες τους ήταν επικεντρωμένες στην μέτρηση της απόδοσης TCP, παρά στην κατανόηση της συμπεριφοράς των χρηστών και της πρωταρχικής αιτίας των ασυνήθιστων προτύπων κυκλοφορίας. Η συγκεκριμένη ανάλυση διαφέρει από αυτές τις εργασίες στο ότι ερευνά τα μοναδικά ή ασυνήθιστα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας απεικονίζοντας τα πρότυπα των υπηρεσιών δεδομένων και χρήση.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ MOBILE ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Περισσότερο από το 85%των συνολικών πακέτων είναι κάτω από το μέγεθος των 100 bytes. Αυτή είναι μια βασική διαφορά σε σχέση με το ενσύρματο δίκτυο(wired network). Τέτοια πακέτα είναι

λιγότερο πιθανό να μεταφέρουν τα πραγματικά δεδομένα αλλά εκπληρώνουν τον σκοπό της διατήρησης της σύνδεσης. Η θεωρία διανομής του μήκους ροής μπορεί να μην ισχύει για τα κινητά δίκτυα. Το μεγαλύτερο μέρος της κυκλοφορίας είναι συνδεδεμένο με τις κινητές συσκευές. Οι αναλογίες μεταξύ εισροής και εκροής πακέτων και byte είναι 85 με 15 και 91 με 9 αντίστοιχα. Ακολουθείται μια παρόμοια συμπεριφορά με αυτή της αίτησης – απάντησης του HTTP που είναι ένα κάπως ξεπερασμένο πρότυπο κυκλοφορίας για το σημερινό Διαδίκτυο. Σχεδόν το 80% των συνολικών πακέτων της σύνδεσης βρίσκονται να είναι πακέτα αναμετάδοσης. Η αποστολή περιττών πακέτων αναμετάδοσης μπορεί να προκαλέσει σπατάλη του εύρους ζώνης του δικτύου και να επηρεάσει αρνητικά τον τρόπο χρήσης του δικτύου.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Παραπάνω παρουσιάστηκε μια αναφορά των χαρακτηριστικών κυκλοφορίας στην περίπτωση της κινητής (mobile) μετάδοσης δεδομένων, αναλύοντας το ίχνος κυκλοφορίας δεδομένων ενός εμπορικού CDMA δικτύου. Μερικά μοναδικά χαρακτηριστικά κυκλοφορίας που παρατηρήθηκαν είναι τα παρακάτω: ακανόνιστη χρησιμοποίηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης κυκλοφορίας, χαμηλό μέσο μέγεθος πακέτων, σύντομο μήκος συνόδου κι ένα υψηλό ποσοστό αναμετάδοσης. Πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά ακολουθούν εκείνα της κυκλοφορίας στην περίπτωση του wired internet.

2. Ανάλυση Κυκλοφορίας των Κινητών Ευρυζωνικών Δικτύων

ΓΕΝΙΚΑ

Η λεπτομερής γνώση για την κυκλοφορία είναι ουσιαστική για τους διαχειριστές των δικτύων, δεδομένου ότι είναι μια βασική εισαγωγή για πολυάριθμες δραστηριότητες διαχείρισης δικτύων. Βασικός στόχος της ανάλυσης της κυκλοφορίας αποτελεί ο προσδιορισμός του μείγματος κυκλοφορίας του δικτύου. Πολλές

διαφορετικές προσεγγίσεις συνυπάρχουν στην βιβλιογραφία, αλλά καμία από αυτές δεν αποδίδει καλά τους διαφορετικούς τύπους εφαρμογών κυκλοφορίας που παρουσιάζονται στο Διαδίκτυο.

Μια προσέγγιση είναι να συνδιαστούν τα πλεονεκτήματα των διάφορων μεθόδων αναγνώρισης, προκειμένου να βελτιωθούν η πληρότητα και η ακρίβεια της ταξινόμησης. Παρακάτω συγκρίνονται οι μέχρι στιγμής γνωστές μέθοδοι ταξινόμησης κυκλοφορίας σε ένα λειτουργικό 3G κινητό δίκτυο. Με βάση τις εμπειρίες σχετικά με τα δυνατά και αδύνατα σημεία των υπάρχουσών προσεγγίσεων, προτείνεται μια νέα μέθοδος ταξινόμησης κυκλοφορίας. Αυτή η νέα μέθοδος βασίζεται σε έναν σύνθετο μηχανισμό απόφασης, με σκοπό την παροχή κατάλληλου προσδιορισμού για κάθε διαφορετικό τύπο εφαρμογής. Σαν κύριο αποτέλεσμα, το ποσοστό της αταξινομήτης κυκλοφορίας, γίνεται σημαντικά χαμηλότερο. Επιπλέον η αξιοπιστία της ταξινόμησης βελτιώνεται, καθώς οι διάφορες μέθοδοι επικυρώνουν τα αποτελέσματα μεταξύ τους. Η νέα μέθοδος δοκιμάζεται με παθητικές μετρήσεις σε ένα λειτουργικό κινητό ευρυζωνικό δίκτυο και παρουσιάζεται πώς η προτεινόμενη λύση βελτιώνει την ταξινόμηση της κυκλοφορίας, όταν συγκρίνεται με τις υπάρχουσες μεθόδους.

Με την εξέλιξη των κινητών(mobile) συστημάτων οι δυνατότητες του εύρους ζώνης βελτιώθηκαν σημαντικά. Επί του παρόντος ο ρυθμός πρόσβασης των 3G δικτύων είναι ισοδύναμος με το χαμηλό τμήμα του ρυθμού πρόσβασης που παρατηρείται στα σταθερά δίκτυα(fixed networks). Κατά συνέπεια εφαρμογές που νωρίτερα παρουσιάζονταν μόνο στα σταθερά ευρυζωνικά δίκτυα, επίσης παρουσιάζονται στην κινητή κυκλοφορία. Η αλλαγή στην σύνθεση του μείγματος κυκλοφορίας μπορεί να ασκήσει υψηλή επίδραση στον χειρισμό της κινητής πρόσβασης καθώς επίσης και στα βασικά κινητά δίκτυα.

Η ανάλυση της κυκλοφορίας των δικτύων μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες στους διαχειριστές των δικτύων όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα. Για παράδειγμα μπορεί να αποτελέσει την εισαγωγή για τον προγραμματισμό του δικτύου και την πρόβλεψη της δυναμικότητας, τον ακριβή καθορισμό των σχεδίων χρέωσης ή τον έλεγχο της ασφάλειας. Περαιτέρω, η καλή κατανόηση της κυκλοφορίας και η δυνατότητα παρατήρησης των τάσεων στον όγκο κυκλοφορίας διαφορετικών εφαρμογών, μπορούν να δώσουν σημαντική βοήθεια στον σχεδιασμό εξοπλισμού δικτύων.

Ο σκοπός της ταξινόμησης της κυκλοφορίας είναι να ανακαλυφθεί τι είδους εφαρμογές χρησιμοποιούνται από τους τελικούς χρήστες και ποιό είναι το μερίδιο της κυκλοφορίας, που παράγεται από τις διάφορες εφαρμογές, στην συνολική σύνθεση της κυκλοφορίας. Η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων του IP δικτύου μπορεί να οργανωθεί σε ροές, και η ταξινόμηση της κυκλοφορίας μπορεί να αναθέσει μια συγκεκριμένη εφαρμογή σε κάθε μεμονωμένη ροή. Μια ροή είναι μια συλλογή IP πακέτων που στέλνονται από ένα δεδομένο σημείο μιας IP διεύθυνσης σε ένα δεδομένο σημείο μιας άλλης IP διεύθυνσης χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο. Μια ροή χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω στοιχεία: IP διεύθυνση αρχής, IP διεύθυνση προορισμού, σημείο αρχής, σημείο προορισμού, προσδιορισμός πρωτοκόλλου. Η διαδικασία της ταξινόμησης γίνεται με την ανάθεση ενός συγκεκριμένου τύπου εφαρμογής στις ροές.

Αναφέρεται πως η σύνθεση της κυκλοφορίας αποτελείται κατά 2/3 από web browsing και το υπόλοιπο είναι ταχυδρομείο(mail), HTTPS, FTP. Σήμερα αυτή η σύνθεση είναι διαφορετική. Η κυκλοφορία Ιστού παραμένει σημαντική αλλά η P2P κυκλοφορία κερδίζει έδαφος σε κάποιες περιπτώσεις δικτύου. Γνωστές υπηρεσίες όπως το e-mail, η μεταφορά αρχείων κλπ, μαζί δίνουν μόνο περίπου το 5% του συνολικού όγκου κυκλοφορίας, ενώ η κυκλοφορία HTTP που χρησιμοποιείται για web browsing φτάνει το 40%.

Ακολούθως περιγράφεται η εμπειρία από την εφαρμογή και την χρήση των μεθόδων ταξινόμησης κυκλοφορίας που υπάρχουν για την ανάλυση των ιχνών κυκλοφορίας που συλλαμβάνονται σε ένα ζωντανό 3G κινητό δίκτυο. Επίσης παρουσιάζεται το σύνολο των κανόνων που επινοήθηκαν και εφαρμόστηκαν προκειμένου να υπερνικηθούν οι ανεπάρκειες των διαθέσιμων από την βιβλιογραφία μεθόδων. Ως αποτέλεσμα της συνεχούς ανάπτυξης έχουμε στην διάθεση μας ένα πρωτότυπο εργαλείο ταξινόμησης της κυκλοφορίας, που χρησιμοποιούμε σε καθημερινή βάση για να αναλύσουμε ίχνη από διάφορα δίκτυα και να μας παρέχει βοήθεια στην μοντελοποίηση της κυκλοφορίας, στον σχεδιασμό του δικτύου και των κόμβων.

ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Υπάρχουν μερικές πλήρως διαφορετικές προσεγγίσεις για την ταξινόμηση κυκλοφορίας και παρακάτω θα αναφερθούμε συνοπτικά

σε αυτές. Στην πιο κοινή μέθοδο η ταξινόμηση βασίζεται στην σύνδεση ενός γνωστού αριθμού θυρών με ένα ένα δεδομένο τύπο κυκλοφορίας. Αυτή η μέθοδος χρειάζεται πρόσβαση μόνο στην επικεφαλίδα(header) των πακέτων.

Σε μια άλλη κατηγορία μεθόδων η ταξινόμηση βασίζεται στον προκαθορισμό των υπογραφών των bytes για να προσδιοριστούν οι ιδιαίτεροι τύποι κυκλοφορίας. Το κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτών των μεθόδων είναι ότι εκτός από την επικεφαλίδα χρειάζονται επίσης πρόσβαση στο φορτίο που περιέχει την πληροφορία- τμήμα δεδομένων(payload) των πακέτων. Οι βασισμένες στην υπογραφή και τις θύρες μέθοδοι μπορούν να αναφερθούν ως οι κλασικές μέθοδοι ταξινόμησης κυκλοφορίας.

Μια άλλη προσέγγιση είναι η βασισμένη στον τρόπο σύνδεσης μέθοδος όπου η βασική ιδέα είναι να εξεταστεί ο τρόπος επικοινωνίας που παρέχεται από έναν ειδικό εξυπηρετητή και να τον συγκρίνουμε με τον τρόπο συμπεριφοράς που παρουσιάζεται σε διαφορετικές δραστηριότητες/εφαρμογές. Οι τρόποι σύνδεσης περιγράφουν χαρακτηριστικά της ροής του δικτύου που ανταποκρίνονται σε διαφορετικές εφαρμογές.

Στην βασισμένη στις στατιστικές ταξινόμηση χρησιμοποιείται κάποιο στατιστικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του ίχνους για να ταξινομήσει την κυκλοφορία του δικτύου. Για να ανακαλύψουν αυτόματα τα γνωρίσματα κάποιου συγκεκριμένου είδους κυκλοφορίας, οι στατιστικές μέθοδοι συνδιάζονται με κάποιες μεθόδους που προέρχονται από το πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Σήμερα, τα δίκτυα φέρουν όλο και περισσότερη κυκλοφορία που χρησιμοποιεί δυναμικά προσδιορισμένους αριθμούς θυρών. Πολλές εφαρμογές μπορούν να κρύψουν την κυκλοφορία τους προκειμένου να περάσουν από firewalls ή για λόγους ασφάλειας. Κατά συνέπεια η βασισμένη στην θύρα μέθοδος γίνεται ανεπαρκής σε πολλές περιπτώσεις, καθώς καμία συγκεκριμένη εφαρμογή δεν μπορεί να συνδεθεί με ένα δυναμικά προσδιορισμένο αριθμό θύρας. Είναι αρκετά κοινό μια εφαρμογή να χρησιμοποιεί έναν μη προκαθορισμένο αριθμό θύρας, κάτι που εξηγεί επίσης την αποτυχία αυτής της μεθόδου.

Το κύριο μειονέκτημα της βασισμένης στην υπογραφή μεθόδου είναι ότι οι υπογραφές πρέπει να τηρηθούν ενημερωμένες, διαφορετικά μερικές εφαρμογές μπορεί να χαθούν ή η μέθοδος να οδηγήσει σε λάθη. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι πως αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να διαχειριστεί το περιεχόμενο που έχει αποκρυφθεί. Ένα ακόμη πρόβλημα είναι πως εξετάζοντας το ωφέλιμο φορτίο μπορεί να προκύψουν θέματα μυστικότητας και γι' αυτό τον λόγο μπορεί να μην είναι πάντα διαθέσιμα.

Στην βασισμένη στον τρόπο σύνδεσης μέθοδο, είναι δύσκολο να εντοπιστεί η συμπεριφορά των εφαρμογών, ειδικά αν ο κόμβος του δικτύου χρησιμοποιεί ταυτόχρονα πολλούς τύπους εφαρμογών. Προκειμένου να προσδιοριστεί κάποιος τρόπος επικοινωνίας με αξιοπιστία, η μέθοδος απαιτεί πολλές ροές που προέρχονται και πηγάζουν από και προς τον host. Επομένως, είναι αδύνατο να ταξινομηθεί ακριβώς η κυκλοφορία και η μέθοδος αυτή μπορεί να διαχειριστεί μόνο γενικές κατηγορίες εφαρμογών και όχι να διακρίνει μεταξύ μεμονωμένων εφαρμογών της ίδιας ομάδας.

Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα πως καμιά από τις διαθέσιμες μεθόδους δεν μπορεί να παρέχει μια λύση που να είναι αρκετά ικανοποιητική από μόνη της και να δώσει μια λύση ικανή να προσδιορίσει σωστά όλους τους τύπους κυκλοφορίας που παρουσιάζονται στα διάφορα δίκτυα. Από την εξέταση των αποτελεσμάτων αυτών των διαφορετικών μεθόδων προκύπτει πως η ακρίβεια τους ποικίλει για διαφορετικούς τύπους εφαρμογών. Έτσι, με βάση τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μεθόδου, παρουσιάζεται μια νέα μέθοδος ταξινόμησης της κυκλοφορίας που συνδιάζει τις υπάρχουσες μεθόδους και εισάγει ένα νέο σύνολο από πιθανές λύσεις με στόχο να βελτιωθούν η πληρότητα και η ακρίβεια προσδιορισμού της σύνθεσης της κυκλοφορίας.

ΣΥΝΔΙΑΣΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Είναι δύσκολο να κατασκευαστεί μια γενική μέθοδος ταξινόμησης κυκλοφορίας που θα περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα κάθε τύπου εφαρμογής, γι' αυτό ο συνδιασμός διαφορετικών προσεγγίσεων είναι ακόμα ελλειπής. Το επίπεδο της αξιοπιστίας των διάφορων μεθόδων πρέπει να είναι γνωστό αν θέλουμε να κατασκευάσουμε με κατάλληλο τρόπο έναν μηχανισμό απόφασης. Η ιδέα είναι να συνδιαστούν τα αποτελέσματα των

διάφορων ανεξάρτητων μονάδων ταξινόμησης με έναν μηχανισμό απόφασης, με σκοπό την ακριβέστερη κατηγοριοποίηση μιας ροής.

Μελετώντας την επίδραση των διάφορων μεθόδων στην σύνθεση της κυκλοφορίας, φαίνεται πως η βασισμένη στην υπογραφή μέθοδος, η οποία είναι η πιο ακριβής αλλά και λιγότερο ολοκληρωμένη, αφήνει το 20% της κυκλοφορίας αταξινόμητη. Στο υπό εξέταση δίκτυο προσδιορίζεται περίπου το 80% της συνολικής P2P κυκλοφορίας, ένα μικρό ποσοστό της οποίας λανθασμένα ταξινομείται στην κυκλοφορία Ιστού. Η βασισμένη στην θύρα μέθοδος απο μόνη της μπορεί να ταξινομήσει μικρότερο κομμάτι της κυκλοφορίας σε σχέση με την μέθοδο του ωφέλιμου φορτίου, αλλά τα αποτελέσματά της δεν μπορούν να αγνοηθούν, δεδομένου ότι μπορεί να ταξινομήσει αυτές τις ροές που η βασισμένη στην υπογραφή μέθοδος δεν μπορεί. Η αναλογία της κυκλοφορίας Ιστού μειώνεται κάτι που εξηγείται από το γεγονός ότι πολλές εφαρμογές χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο HTTP για άλλες υπηρεσίες.

Το κύριο όφελος της νέας προσέγγισης από την σκοπιά των διαχειριστών είναι πως το ποσοστό της αταξινόμητης κυκλοφορίας μειώνεται σημαντικά. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι πως βελτιώνεται η αξιοπιστία της διαδικασίας ταξινόμησης, αφού οι διάφορες μέθοδοι μπορούν να επιβεβαιώσουν τα αποτελέσματά τους. Επιπλέον, οι τύποι εφαρμογών μπορούν να προσδιοριστούν πιο συγκεκριμένα με το να εφαρμοστούν οι διάφορες μέθοδοι διαδοχικά. Η νέα συνδυασμένη μέθοδος ταξινόμησης εφαρμόστηκε σε πολλά ίχνη πακέτων προκυμένου να φανεί η βελτίωση σε σχέση με τις υπάρχουσες μεθόδους. Από τη ανάλυση της κυκλοφορίας ενός πραγματικού 3G δικτύου, σύμφωνα με την αυξανόμενη ικανότητα πρόσβασης των κινητών ευρυζωνικών δικτύων, εφαρμογές που προηγουμένως εμφανίζονταν μόνο στα σταθερά δίκτυα πρόσβασης, εμφανίζονται και μάλιστα έχουν ιδιαίτερο μερίδιο στον συνολικό όγκο της κυκλοφορίας των δικτύων.

3. Μετρήσεις Κυκλοφορίας για TCP/IP

Οι μετρήσεις κυκλοφορίας για TCP/IP αποτελούν μια κοινή ερευνητική προσέγγιση στις περισσότερες τεχνολογικά προσανατολισμένες μελέτες. Κατά συνέπεια υπάρχουν *de facto*

τυποποιημένα εργαλεία για την συλλογή ιχνών κυκλοφορίας TCP/IP. Η αρχιτεκτονική του δικτύου παίζει σημαντικό ρόλο, δεδομένου ότι πρέπει να βρεθεί στο δίκτυο η σύγκλιση της κινητής κυκλοφορίας δεδομένων για να επιτευχθούν περιεκτικές και αντιπροσωπευτικές μετρήσεις.

Τα GSM/UMTS δίκτυα παρέχουν ένα βασικό σημείο για τις μετρήσεις κυκλοφορίας των πακέτων δεδομένων, καθώς η κυκλοφορία από και προς τα κινητά τερματικά (mobile terminals) δρομολογείται στα εξωτερικά δίκτυα. Η μέτρηση της κυκλοφορίας στα WLAN δίκτυα φαίνεται να είναι κάπως πιο προβληματική εξαιτίας του μικρού μεγέθους των hot spot του WLAN και της έλλειψης συγκεντρωμένης δρομολόγησης στις εφαρμογές μεγαλύτερου εύρους. Η κυκλοφορία θα πρέπει να εντοπιστεί στην σύνδεση κοντά στον δρομολογητή που συνδέει πολλά σημεία πρόσβασης του WLAN στο ενσύρματο δίκτυο. Τα WiMAX δίκτυα πρόσβασης που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη γεωγραφική κάλυψη και μικρότερο αριθμό σταθμών βάσεων σε σχέση με τα WLAN δίκτυα, θα μπορούσαν να παρέχουν καταλληλότερα σημεία για τις μετρήσεις κυκλοφορίας.

Επιπλέον, ο τεράστιος όγκος κυκλοφορίας στο κεντρικό δίκτυο απαιτεί μικρές περιόδους μέτρησης ή δειγματοληψίας και δεν επιτρέπει την δέσμευση δεδομένων στο επίπεδο εφαρμογών. Ο προσδιορισμός της κυκλοφορίας που προέρχεται από μια κινητή συσκευή είναι δυσκολότερος από αυτή που προήλθε από ένα PC. Η κυκλοφορία των κινητών μικροτηλεφώνων (handsets) μπορεί να διακριθεί από άλλους τύπους συσκευών, προσδιορίζοντας το λογισμικό του λειτουργικού συστήματος των συσκευών των τελικών χρηστών.

Αυτό μπορεί να γίνει από την κυκλοφορία TCP/IP με τουλάχιστον δύο μεθόδους. Στην επικεφαλίδα του HTTP πρωτοκόλλου ο τομέας User-Agent παρέχει πληροφορίες για την μηχανή αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκε, το λειτουργικό σύστημα και σε μερικές περιπτώσεις για το χρησιμοποιούμενο πρότυπο συσκευών. Εντούτοις η χρήση δεδομένων από το επίπεδο εφαρμογών θα πρέπει να αποφεύγεται καθώς μπορεί να ανακλύψουν διάφορα θέματα ασφάλειας, να αυξήσουν αρκετά τις ανάγκες πόρων στην συλλογή ιχνών κυκλοφορίας και να μην λειτουργούν με την κυκλοφορία που αποκρύπτεται.

Μια λύση των παραπάνω προβλημάτων είναι η χρήση μιας μεθόδου γνωστής ως TCP OS fingerprinting. Δεν χρειάζονται

δεδομένα επιπέδου εφαρμογών καθώς η μέθοδος χρησιμοποιεί συγκεκριμένα πεδία επικεφαλίδων του TCP και IP. Τα πρωτόκολλα εφαρμογών μπορούν επίσης να προσδιοριστούν από τα ίχνη κυκλοφορίας TCP/IP. Η ακριβέστερη μέθοδος για τον προσδιορισμό των πρωτοκόλλων εφαρμογών είναι να παρατηρηθούν οι επικεφαλίδες κατευθείαν από τα δεδομένα του επιπέδου εφαρμογών. Ωστόσο, η χρήση αυτών των δεδομένων εισάγει τις ίδιες δυσκολίες που αναφέρθηκαν νωρίτερα ακόμα και στην περίπτωση προσδιορισμού του Λ.Σ.

Η απλούστερη μέθοδος προσδιορισμού είναι να χρησιμοποιηθούν αριθμοί θύρας πρωτοκόλλων μεταφοράς (TCP, UDP). Αυτή η μέθοδος λειτουργεί για τις περισσότερες επικρατούσες εφαρμογές όπως web και e-mail, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακριβώς έτσι για την ανίχνευση αναδυόμενων τύπων εφαρμογών όπως VoIP και P2P λόγω των πολλαπλών πιθανών ανακρίβειών. Ο χαρακτηρισμός της κυκλοφορίας χρησιμοποιεί την συμπεριφορά της, όπως τον σχετικό όγκο πακέτων και byte ανά ροή, για να ταξινομήσει την κυκλοφορία σε κατηγορίες υπηρεσιών. Αυτή η μέθοδος μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια της απλής μεθόδου που βασίζεται στον αριθμό θυρών.

Χρησιμοποιώντας τις μεθόδους που περιγράφηκαν παραπάνω, κάθε ροή μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με βάση την δημιουργία λειτουργικού συστήματος, το πρωτόκολλο εφαρμογής, τις διευθύνσεις IP προορισμού και τον χρόνο χρήσης. Οι μεμονωμένες σύνοδοι χρήσης μπορούν να διαχωριστούν από τα τυπικά ίχνη κυκλοφορίας, αλλά δεν μπορούν άμεσα να υπολογιστούν στους μεμονωμένους χρήστες αν οι IP διευθύνσεις διατίθενται δυναμικά στα τερματικά των χρηστών. Στο επίπεδο πρόσβασης του δικτύου οι χρήστες μπορούν να διακριθούν με την καταγραφή της κατανομής των IP διευθύνσεων σε έναν κεντρικό server επικύρωσης ή σε κάποιο άλλο στοιχείο του δικτύου ή ενδεχομένως με την μελέτη των στοιχείων του πρωτοκόλλου του επιπέδου εφαρμογών. Επιπλέον, με μια τέτοια προσπάθεια τα προσδιοριστικά των συνδρομητών, όπως το όνομα σύνδεσης, που σχετίζονται με κάθε ξεχωριστό χρήστη και την κυκλοφορία του, θα μπορούσαν να συνδεθούν με τα στοιχεία πρόσβασης των παρόχων.

4. "IP TRAFFIC- TEST AND MEASURE"

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ(GENERATOR) IP ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ IP ΔΙΚΤΥΑ (ΣΤΑΘΕΡΑ, ΑΣΥΡΜΑΤΑ, PLC, ΚΙΝΗΤΑ,ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ)

Το "IP Traffic- Test and Measure" είναι ένα εργαλείο ελέγχου λογισμικού που μπορεί να τρέξει σε οποιονδήποτε υπολογιστή χρησιμοποιεί Windows. Μπορεί να παράγει, να λάβει, να δεσμεύσει και να επαναλάβει την κυκλοφορία IP και να μετρήσει την απο- άκρο σε άκρο (end- to- end) απόδοση και την ποιότητα υπηρεσιών (QoS) για οποιοδήποτε IP δίκτυο (IPv4 και IPv6).

Το "IP Traffic- Test and Measure" μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο προαιρετικά προϊόντα προκειμένου να υπάρξει μια ακριβής χρονική αναφορά και να πραγματοποιήσει μετρήσεις με υψηλή ακρίβεια :ένα GPS παρέχει μια απόλυτη χρονική αναφορά και η μονάδα ZClock παραδίδει μια υψηλής ακρίβειας καταμέτρηση. Αυτό επιτρέπει την χρονική αποτύπωση των IP πακέτων, που στέλνονται ή λαμβάνονται, και την μέτρηση των παραμέτρων του QoS για το IP δίκτυο που χρησιμοποιείται.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Το "IP Traffic- Test and Measure" αποτελείται από τις παρακάτω κύριες ενότητες:

IP Generator. Παρέχει πολλαπλούς τρόπους παραγωγής κυκλοφορίας και real time στατιστικών. Ένας τρόπος επανάληψης της κυκλοφορίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για να παράγει πραγματική κυκλοφορία όπως web session, FTP, videoconferencing. Τρεις λειτουργικοί τρόποι ελέγχου είναι οι ακόλουθοι: Συγκεντρωτικός- Unitary, με ανεξάρτητες παραμέτρους για κάθε σύνδεση. Μπορούν να καθοριστούν οι ακόλουθες παράμετροι: IPv4 ή IPv6, παράμετροι προορισμού [διεύθυνση IP, αριθμός θυρών και πρωτόκολλο (TCP, UDP ή ICMP)], δημιουργία εσωτερικών ή εξωτερικών δεδομένων, η επιλογή RTT- Round Trip Time, τα byte του τύπου υπηρεσίας, η τιμή TTL- Time To Live και η επιλογή να σωθούν τα δεδομένα που αποκτήθηκαν από την σύνδεση. Η εσωτερική γεννήτρια δεδομένων παρέχει διαφορετικές παραμέτρους: δεδομένα προς αποστολή, το μέγεθος των πακέτων, η καθυστέρηση των πακέτων, η μέση έξοδος

αν είναι απαραίτητο και η επιλογή να σωθεί η παραχθείσα κυκλοφορία σε ένα αρχείο. Αυτόματος- Automatic στον οποίο ο χρήστης επιλέγει τον αριθμό των συνδέσεων που θα ενεργοποιηθεί. Μπορούν να διαμορφωθούν ο χρόνος εκκίνησης, ο όγκος δεδομένων προς αποστολή και το μέγεθος των πακέτων των συνδέσεων. Επανάληψη Κυκλοφορίας- Replay Traffic, για να επαναληφθεί η κυκλοφορία που προηγουμένως δεσμεύτηκε από τον Traffic Sniffer σε πολλαπλές IP συνδέσεις.

IP Answering. Αποτελεί την ενότητα με τις στατιστικές πραγματικού χρόνου και κυκλοφορίας για κάθε σύνδεση. Επιλέγει και καθορίζει για κάθε σύνδεση τις ακόλουθες παραμέτρους: μια συγκεκριμένη IP διεύθυνση, ο αριθμός θυρών και το πρωτόκολλο (TCP ή UDP). Για κάθε σύνδεση είναι διαθέσιμες οι ακόλουθες λειτουργικές μέθοδοι: Echoer, Echoer σε ένα αρχείο, Absorber, Absorber σε ένα αρχείο και Absorber+Generator.

Traffic Sniffer. Συλλαμβάνει την IP κυκλοφορία, καθορίζοντας τα IP φίλτρα, σε πραγματικό χρόνο η οποία έπειτα μπορεί να επαναληφθεί από την ενότητα IP Generator.

Traffic Observer. Αφορά την on- line ή off- line ανάλυση πολλών παραμέτρων QoS όπως την καθυστέρηση πακέτων, το ποσοστό εξάλειψης πακέτων και την καθυστέρηση διέλευσης τους. Ένας γραφικός αναλυτής με πολλά χαρακτηριστικά παρέχει μια εικόνα της IP κυκλοφορίας για κάθε σύνδεση IP και ο χρήστης μπορεί να διαμορφώσει παραμέτρους και στατιστικές που θα εξαχθούν σε ένα αρχείο για χρήση με ένα εξωτερικό εργαλείο, πχ το Excel.

5. Γενική Προσέγγιση για την Συμπερίληψη Ζωντανών(live) Μετρήσεων και Προβλέψεων Κυκλοφορίας στην Παραγωγή Ρεαλιστικών Σεναρίων Κυκλοφορίας στα Κινητά Ραδιο- Δίκτυα

ΓΕΝΙΚΑ

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται μια γενική προσέγγιση για την συμπερίληψη live μετρήσεων από 2G και 3G δίκτυα στην διαδικασία προγραμματισμού και βελτιστοποίησης των UMTS δικτύων. Ο προγραμματισμός δικτύων γίνεται με βάση τις προβλέψεις κυκλοφορίας. Η προτεινόμενη μέθοδος οδηγεί σε

αυξημένη ακρίβεια προγραμματισμού, εκμεταλλευόμενη την υπάρχουσα γνώση σχετικά με την διανομή της κυκλοφορίας.

Η διαμόρφωση και η πρόβλεψη της κυκλοφορίας αποτελούν βασικά βήματα στον σχεδιασμό υψηλής ποιότητας και αποδοτικών από άποψη κόστους κινητών ραδιο- δικτύων. Τα εργαλεία για τον προγραμματισμό δικτύων που είναι διαθέσιμα σήμερα βασίζονται στην πολύ λεπτομερή διαμόρφωση της κυκλοφορίας και σε μερικές περιπτώσεις προσφέρουν την δυνατότητα να εισαχθούν και να χαρτογραφηθούν τα δεδομένα κυκλοφορίας μέσα στο εξεταζόμενο σενάριο προγραμματισμού. Η προσέγγιση που παρουσιάζεται παρακάτω παρέχει μια μέθοδο δημιουργίας χωροταξικά κατανομημένης κυκλοφορίας, και συγκεκριμένα επιτρέπει τον συνδιασμό της χρονικής και χωρικής πληροφορίας κυκλοφορίας καθώς επίσης και των προβλέψεων στην κυκλοφορία και την εξέλιξη των υπηρεσιών.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Διάφορες προσεγγίσεις και μελέτες έχουν εξετάσει αποτελεσματικές μεθόδους για το πώς να συμπεριλάβουν τις ζωντανές μετρήσεις κυκλοφορίας από δίκτυα που λειτουργούν, πίσω στον προγραμματισμό, την βελτιστοποίηση και την ανάλυση απόδοσης. Η κυκλοφορία στα κινητά δίκτυα μπορεί να χαρακτηριστεί από δύο κύριες πτυχές: χωρική διανομή κυκλοφορίας και χρονική απόκλιση κυκλοφορίας. Πολύ συχνά μόνο μια ενιαία πτυχή εστιάζεται όταν αναλύονται δεδομένα κυκλοφορίας που αποκτήθηκαν από ζωντανές μετρήσεις.

Το ποσό της λεκτικής κυκλοφορίας που φέρεται στα ζωντανά 2G δίκτυα μπορεί να θεωρηθεί ως η βάση υπολογισμού και πρόβλεψης της εξέλιξης της κυκλοφορίας στα 3G δίκτυα και σε άλλα ετερογενή ιεραρχικά κινητά δίκτυα που επεκτείνουν διάφορες ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης όπως οι GSM/GPRS, EDGE, UMTS και WLAN. Για το UMTS και τις περαιτέρω 3G τεχνολογίες, το μίγμα εφαρμογών και υπηρεσιών θα αλλάξει και θα εξελιχθεί κατά την διάρκεια των επόμενων ετών. Παρακάτω καθορίζεται μια γενική μεθοδολογία για την δημιουργία δεδομένων κυκλοφορίας ως εισαγωγή για προσομοιώσεις αποδόσεων για τον προγραμματισμό δικτύων.

Οι βασικές πληροφορίες που χρησιμοποιούνται σ' αυτήν την προσέγγιση είναι το λειτουργικό περιβάλλον και το προφίλ χρήστη

απο τα οποία παράγονται τα πλέγματα συνδρομητών και οι πίνακες κυκλοφορίας. Η ακρίβεια των υποκείμενων σεναρίων κυκλοφορίας μπορεί να αυξηθεί αν ληφθούν υπόψη πληροφορίες marketing, όπως οι τομείς πελατών ανά λειτουργικό περιβάλλον, το μερίδιο αγοράς του διαχειριστή του δικτύου καθώς επίσης και πληθυσμιακά δεδομένα και η αναμενόμενη διείσδυση υπηρεσιών των συνδρομητών.

Σαν αποτέλεσμα παράγονται τα πλέγματα κυκλοφορίας ανά υπηρεσία. Η προσέγγιση MOMENTUM περιγράφει μια περιεκτική μεθοδολογία παραγωγής κυκλοφορίας για λόγους προγραμματισμού όπου αφενός καμία πληροφορία για την διάταξη του δικτύου δεν είναι διαθέσιμη και αφετέρου κανένα απο τα μετρημένα δεδομένα κυκλοφορίας δεν μπορεί άμεσα να χρησιμοποιηθεί. Σε αυτήν την προσέγγιση η μετρημένη κυκλοφορία χρησιμοποιείται μόνο για την περιγραφή του προφίλ ενός κινητού χρήστη σε ένα παγκόσμιο επίπεδο. Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι οτι μέχρι τώρα καμία χρονική πληροφορία δεν έχει συμπεριληφθεί.

ΕΠΕΚΤΑΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Παρακάτω εισάγεται μια εκτεταμένη γενική μεθοδολογία για την χαρτογράφηση της μετρημένης κυκλοφορίας και την παραγωγή των πλεγμάτων κυκλοφορίας, με σκοπό τον προγραμματισμό και την βελτιστοποίηση των κινητών δικτύων.

Μέχρι τώρα η χωρική και χρονική πληροφορία κυκλοφορίας δεν συνδιάζεται. Επιπλέον, η διάδοση των δεδομένων κυκλοφορίας που μετρήθηκαν δεν υποστηρίζει πλήρως τον συνδιασμό των χωρικών πληροφοριών. Για τις περιοχές που δεν καλύπτονται η διαμόρφωση των παρεχόμενων πιθανοτήτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων απο τα δεδομένα κυκλοφορίας δεν εξετάζονται. Ακόμα, η εξέλιξη της κυκλοφορίας και η επίδραση της πικοίλης συμπεριφοράς των συνδρομητών δεν συμπεριλαμβάνονται στην διαδικασία διαμόρφωσης.

Σκοπός των μεθόδων που εισάγονται είναι να υπερνικηθούν τα μειονεκτήματα που προαναφέρθηκαν και θα πρέπει να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να διεκπεραιώσουν διάφορες υπηρεσίες και να μπορούν να εφαρμοστούν σε μεγάλης κλίμακας σενάρια δικτύων.

Η προτεινόμενη προσέγγιση μπορεί να περιγραφεί από διάφορα βήματα. Το πρώτο βήμα καθορίζει τα Σύνολα Υπηρεσιών (Service Sets) που χρησιμοποιούνται στο σενάριο του δικτύου και περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά της υπηρεσίας όπως αν πρόκειται για real-time ή όχι και την περιοχή που εξυπηρετεί την εφαρμογή. Στο δεύτερο βήμα καθορίζονται οι Τύποι Συνδρομητών (Subscriber Types) και για καθέναν από αυτούς ορίζεται το σύνολο υπηρεσιών που χρησιμοποιείται και η αντίστοιχη χρήση από την άποψη των προσπαθειών κλήσης. Στο τρίτο βήμα, για τον συνδυασμό των τύπων συνδρομητών και υπηρεσιών, γίνονται η Στάθμιση Υπηρεσιών και η Χαρτογράφηση Υπηρεσιών στο εξεταζόμενο λειτουργικό περιβάλλον. Το τέταρτο βήμα επεξεργάζεται την Μετρημένη Κυκλοφορία (Measured Traffic) λαμβάνοντας υπόψη την εκτίμηση για την εξέλιξη της κυκλοφορίας με αποτέλεσμα να υπολογίζεται η απαίτηση κυκλοφορίας ανά υπηρεσία και τύπο συνδρομητή. Αυτό το βήμα ακολουθείται από την Διάδοση της Κυκλοφορίας (Spreading of Traffic) στο λειτουργικό περιβάλλον με αποτέλεσμα μια λεπτομερή χωρική διανομή της κυκλοφορίας ανά υπηρεσία και τύπο συνδρομητή. Τέλος, παράγονται Χάρτες Κυκλοφορίας (Traffic Maps) ως βασισμένα στα pixel πλέγματα κυκλοφορίας και παρέχονται σε τέτοια διάταξη ώστε να μπορεί εύκολα να εισαχθεί η κυκλοφορία στα εργαλεία προγραμματισμού δικτύων.

6. ΠΕΙΡΑΜΑ: ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ ΜΕ GPS ΩΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.

ΓΕΝΙΚΑ

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα πείραμα που πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2008 το οποίο προσπαθεί να καταδείξει την δυνατότητα πραγματοποίησης μιας πρωτότυπης βασισμένης στην θέση υπηρεσίας: εκτίμηση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο (real time) χρησιμοποιώντας δεδομένα από GPS μόνο από κινητά τηλέφωνα. Τα δεδομένα που αποκτήθηκαν από το πείραμα υποβλήθηκαν σε real time επεξεργασία και μεταδόθηκαν στο

Διαδίκτυο για 8 ώρες. Οι εκτιμήσεις του χρόνου και της ταχύτητας ταξιδιού παρουσιάζονται σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας μια αρχιτεκτονική που αναπτύχθηκε για να παρέχει αυτήν την νέα υπηρεσία σε ένα αποδεκτό περιβάλλον για τους χρήστες και τους συμμετέχοντες.

ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Η σύγκλιση των πλατφορμών αντίληψης, επικοινωνίας και πολυμέσων έχει δημιουργήσει μια βασική ικανότητα, τον εντοπισμό της κινητικότητας χρησιμοποιώντας GPS. Βασικοί κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων σχεδιάζουν να ενσωματώσουν δέκτες GPS στα περισσότερα τηλέφωνα στο κοντινό μέλλον. Μέχρι τώρα, ο έλεγχος της κυκλοφορίας βασίζεται κυρίως σε σταθερούς ανιχνευτές η αξιοπιστία και η ακρίβεια των οποίων ποικίλλουν. Δυστυχώς, το υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης είναι απαγορευτικό για ευρύτερες επεκτάσεις.

Τα εξοπλισμένα με GPS κινητά τηλέφωνα μπορούν να παρέχουν μετρήσεις της ταχύτητας και της θέσης. Επειδή αυτή η τεχνολογία καθοδηγείται από την αγορά, μπορεί να περάσει με έναν πολύ γρήγορο ρυθμό στα δίκτυα μεταφορών, καλύπτοντας σύντομα τις αγροτικές περιοχές με σημαντική επίδραση στις αναπτυσσόμενες χώρες που υπάρχει έλλειψη υποδομής ελέγχου της δημόσιας κυκλοφορίας. Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει ένα πείραμα για να αξιολογήσει την δυνατότητα πραγματοποίησης αυτού του νέου συστήματος ελέγχου κυκλοφορίας.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Δημιουργήθηκε μια πρωτότυπη αρχιτεκτονική συστήματος για να συγκεντρώσει τα δεδομένα σε ένα ασφαλές περιβάλλον, η οποία χρησιμοποιεί την έννοια των εικονικών γραμμών ταξιδιού VTLs (virtual trip lines). Οι VTLs αποτελούν γεωγραφικούς δείκτες αποθηκευμένους στον πελάτη, που κρατάνε ενήμερες την θέση και την ταχύτητα (τις αναπροσαρμόζουν) κάθε φορά που ένα όχημα ελέγχου τους διασχίσει. Η δειγματοληψία στον χώρο μέσω VTLs, παρά στον χρόνο οδηγεί σε αυξημένη μυστικότητα, διευκολύνοντας την αρχιτεκτονική ελέγχου που επεξεργάζεται μόνο ανώνυμες αναπροσαρμογές θέσης. Ένας αλγόριθμος τοποθέτησης που

δημιουργεί την βάση δεδομένων για την VTL, σχεδιάστηκε και χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την μελέτη.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος περιλαμβάνει 4 οντότητες: τους ελέγχους, τον διαχειριστή του κινητού/κυψελοειδούς δικτύου, έναν πληρεξούσιο των ID server κι ένα σύστημα ελέγχου και αναπαραγωγής της κυκλοφορίας. Υπάρχουν τυποποιημένες τεχνικές κρυπτογράφησης που εξασφαλίζουν τις μεταδόσεις των δεδομένων. Έτσι, η VTL διευκολύνει τον σχεδιασμό μιας διανεμημένης αρχιτεκτονικής στην οποία καμία οντότητα δεν έχει πλήρη γνώση της ταυτότητας ελέγχων και των πληροφοριών θέσης.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν χρησιμοποιούνται για να υπολογίσουν την κατάσταση του συστήματος, δηλαδή σ' αυτήν την περίπτωση τον χρόνο και την ταχύτητα του ταξιδιού. Στέλνονται σε κάποιον server ο οποίος τρέχει αλγόριθμους αναδημιουργίας ροών κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα. Αυτοί οι αλγόριθμοι στηρίζονται σε μη γραμμικά πρότυπα ροών που περιγράφουν την εξέλιξη της ταχύτητας της κυκλοφορίας. Αυτά τα μοντέλα ροών ενσωματώνονται σε έναν αντίστροφο αλγόριθμο διαμόρφωσης εκτίμησης. Οι εκτιμήσεις που παράγονται από τον αλγόριθμο στέλνονται πίσω σε έναν server απεικόνισης ο οποίος μεταδίδει την κατάσταση της κυκλοφορίας μέσω του Διαδικτύου.

7. REFERENCES

- [1] G. Szabo, D. Orincsay, B. P. Gero, S. Gyori, T. Borsos, Traffic Analysis of Mobile Broadband Networks, TrafficLab, Ericsson Research, Budapest, Hungary.
- [2] T. Winter, U. Türke, M. Koonert, A Generic Approach for Including Live Measurements and Traffic Forecasts in the Generation of Realistic Traffic Scenarios in Mobile Radio Networks.
- [3] Y. J. Won, B. Park, S. Hong, K. Jung, H. Ju, J. W. Hong, Measurement Analysis of Mobile Data Networks.
- [4] Antero Kivi, Measuring Mobile User Behavior and Service Usage: Methods, Measurement Points, and Future Outlook, Helsinki University of Technology.
- [5] <http://www.zti-telecom.com>.