

2015



Simulation-based Comparative Study of OSPF and EIGRP Routing Protocols

A project completed as part of the requirements for the
BSc (Hons) Computer Networks and Security

by

VASILIKI PANAGIOTOPOULOU

Supervisor: Mr. Dagiakidis Michail

Coordinator: Mr. Galiotos Panagiotis



Πίνακας Περιεχομένων

- Εισαγωγή
- Σκοπός, Μεθοδολογία & Υπόθεση
- Distance Vector δρομολόγηση
- Link-state δρομολόγηση
- Literature Review
- Σύγκριση πρωτοκόλλων σε θεωρητικό επίπεδο
- Εργαλείο προσομίωσης & Δομή
- Τοπολογίες
- Αποτελέσματα
- Επίλογος
- References



Σκοπός

- Η σύγκριση της επίδοσης δύο πρωτοκόλλων δυναμικής δρομολόγησης για IPv4 κίνηση

Μεθοδολογία

- Literature Review
- Στρατηγική Προσομοίωσης, θα μετρηθούν:
 - ✓ Σύγκλιση
 - ✓ Διασπορά φωνής
 - ✓ Καθυστέρηση του δικτύου
 - ✓ Χρήση της CPU
- Σχεδίαση / υλοποίηση σεναρίων προσομοίωσης
- Συλλογή / ανάλυση αποτελεσμάτων

Υπόθεση

Το OSPF έχει καλύτερη απόδοση όσον αφορά την σύγκλιση του δικτύου σε μία ξαφνική αποτυχία ή μεταβολή!

Το EIGRP αναμένεται να έχει μεγαλύτερη καθυστέρηση στο χρόνο σύγκλισης και κατ' επέκταση στο end-to-end delay.

Εισαγωγή

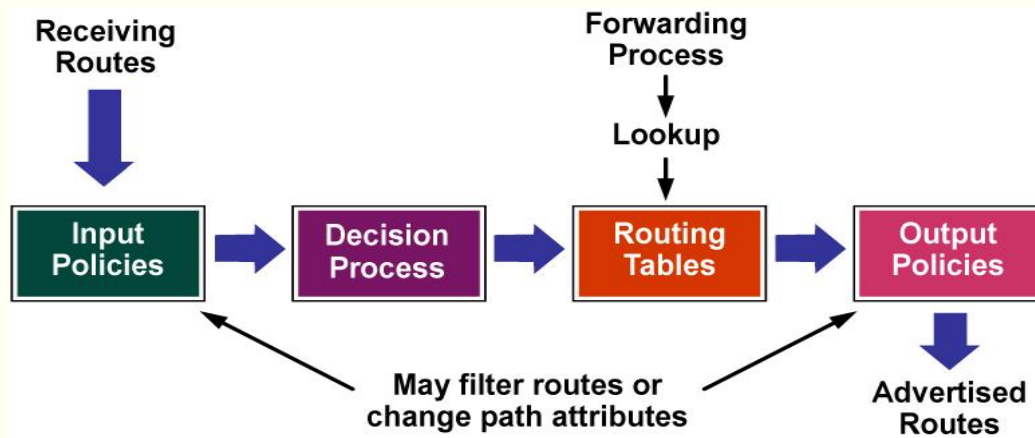
Διαδικτυακή επικοινωνία → μέσω της δρομολόγησης των πακέτων προς τον τελικό προορισμό με την βοήθεια δρομολογητών & Layer 3 switches.

Δρομολογητές

- συνδεδεμένοι σε πολλαπλά δίκτυα.
- μόλις λάβουν ένα πακέτο στο interface ανατρέχουν στον πίνακα δρομολόγησης (τοπική βάση δεδομένων) ώστε να προωθήσουν το πακέτο στον τελικό προορισμό.

✓ Look up process

✓ Switch operation
(packet encapsulation)



ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ

- ✓ Πολύ γρήγορη σύγκλιση
- ✓ Ορθή επεκτασιμότητα
- ✓ Ανίχνευση μεταβολών, αυτόματο επαναυπολογισμό βέλτιστου μονοπατιού προς τον τελικό προορισμό και ενημέρωση των δρομολογητών

Interior gateway protocols: RIPv1 and RIPv2, IGRP, **EIGRP**, **OSPF** and IS-IS

Distance Vector δυναμική δρομολόγηση

Αποφάσεις → βασίζονται στα **διανύσματα (vectors) των διαδρομών** (μαζί με τις αντίστοιχες αποστάσεις) τα οποία κάθε δρομολογητής έμαθε από τις άμεσα συνδεδεμένες γειτονικές συσκευές.

❖ Δεν υπάρχει γνώση ολόκληρης της τοπολογίας του δικτύου

Γνώση μόνο:

1. της απόστασης (**κόστος**) από τον τελικό προορισμό
2. της κατεύθυνση της κίνησης που πρέπει να διαβιβαστεί.

Κόστος (σύνθετο metric) = bandwidth + delay + load + reliability

Ενημερώσεις → περιοδικά σε όλα τα interfaces & κάθε δρομολογητής τα κοινοποιεί στους γείτονές του

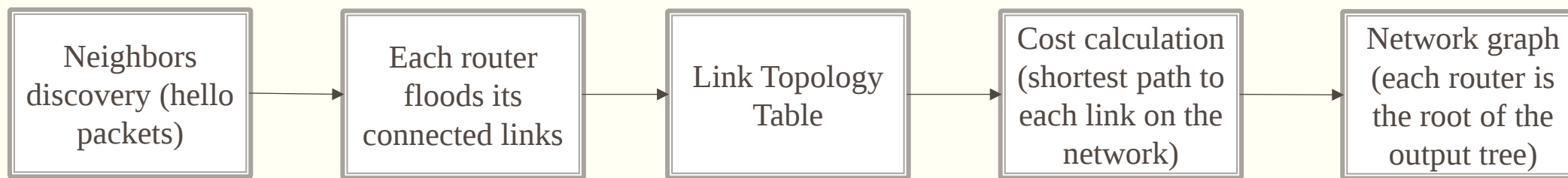
Πρόβλημα: Δημιουργία βρόχων (loops) σε πολλαπλά μονοπάτια προς τον προορισμό!

Επίλυση: counting to infinity, split horizon, poison reverse

Link-state δυναμική δρομολόγηση

Αποφάσεις → ξεχωριστά από κάθε δρομολογητή
(βασίζονται σε ένα γράφημα του δικτύου που υπάρχει στη μνήμη με όλους τους κόμβους μέσα στο autonomous system)

Ενημερώσεις → δεν υπάρχουν περιοδικές ενημερώσεις παρά μόνο σε κάποια μεταβολή του δικτύου



- ✓ Κάθε δρομολογητής **υπολογίζει το βέλτιστο μονοπάτι έχοντας ολοκληρωτική γνώση της τοπολογίας** του δικτύου βασισμένος σε δύο πίνακες (Link Topology Table & Neighbor Table).
- ✓ Σπανίζουν οι βρόχοι
- ❑ **Επιβάρυνση του επεξεργαστή και της μνήμης** λόγω επαναυπολογισμού του βέλτιστου μονοπατιού σε περίπτωση «πτώσης» κάποιας σύνδεσης

Literature Review

- Το multi-area OSPF υλοποιεί μια **backbone area (0)** πάνω στην οποία συνδέονται όλες οι άλλες περιοχές. Αυτό παρέχει σταθερότητα στα δίκτυα και με την κατάλληλη σχεδίαση δεν επιτρέπει αστάθειες να μεταφερθούν σε όλους τους τομείς. (Goyal et al., 2012)
- Το EIGRP είναι πιο αποτελεσματικό από το OSPF σχετικά με την **επαναδρομολόγηση** και το **χρόνο αναμετάδοσης** που απαιτείται για να φτάσει το πακέτο στον προορισμό του δικτύου σε περιπτώσεις αποτυχίας σύνδεσης. (Ittiphon & Suwat, 2012)
- **Λιγότεροι πόροι συστήματος** απαιτούνται από το EIGRP έτσι παράγεται μικρότερη θερμότητα σε αντίθεση με το OSPF. (Krishnan & Shobha, 2013)
- Το EIGRP απαιτεί **λιγότερη χρήση bandwidth και CPU memory** παρέχοντας καλύτερο χρόνο σύγκλισης σε σύγκριση με το OSPF. (Thorenoor, 2010)
- Το EIGRP σε περιπτώσεις αποτυχίας σύνδεσης δεν είναι τόσο αποτελεσματικό όσο OSPF όταν απουσιάζει ο feasible successor. (Che & Cobley, 2009)

Σύγκριση πρωτοκόλλων

OSPF

- Ανοιχτό πρωτόκολλο
- Καθορίζει διαδρομές χωρίς βρόχους
- Οι μεταβολές του δικτύου προωθούνται άμεσα μέσω του δικτύου
- Multicasting 224.0.0.5 περιοδικά (hello packets)
 - για την πιστοποίηση της ορθής λειτουργίας και συνδεσιμότητας των links (δεν μεταφέρει ολόκληρο τον πίνακα δρομολόγησης εξοικονομώντας bandwidth)
- Variable Length Subnet Masks (VLSM) & CIDR μέσω χειροκίνητου summarization
- Δεν υποστηρίζει unequal cost load balance
- Metric = cost
- Κατάλληλο για μεγάλα κλιμακούμενα δίκτυα
- Υποστηρίζει πολλαπλές διαδρομές
- IP header πακέτου = 89
- Περίπλοκη η διαμόρφωση του OSPF & η επίλυση προβλημάτων

EIGRP

- Ιδιοκτησιακό πρωτόκολλο (2013 απελευθερώθηκε μέρος)
- Διαδρομές χωρίς βρόχους από το Feasibility Condition
- Trigger updates (ενημερώσεις) σηματοδοτούν αλλαγές στο δίκτυο
- Multicasting 224.0.0.10 περιοδικά (hello packets)
- Υποστηρίζει VLSM & CIDR επιτρέποντας στα δρομολόγια να συνοψιστούν σε ένα δίκτυο
- Equal cost multipath (ECMP) & unequal cost load balancing
- Metric = bandwidth + delay + load + reliability
- Δύσκολα χειρίζεται μεγάλα ιεραρχικά δίκτυα
- Πάντα back up διαδρομές μέσω του Feasible Successor
- IP header πακέτου = 88
- Εύκολη διαμόρφωση (configuration)

Περιληπτική σύγκριση βάσει κριτηρίων

Routing Metrics

- EIGRP παρουσιάζει πλεονέκτημα στην ευρύτερη διαχείριση της κίνησης του δικτύου σε σύγκριση με το OSPF λόγω των πολλαπλών μετρικών που λαμβάνει υπόψιν.

Throughput

- EIGRP χρησιμοποιεί καλύτερα την CPU memory και έλεγχει καλύτερα το εύρος ζώνης άρα καλύτερο throughput(ικανότητα μεταβίβασης δεδομένων) (Thorenoor, 2010)

Convergence over changes

- EIGRP παρουσιάζει γρηγορότερη σύγκλιση.

Ayub, et al. (2011) and Islam & Ashique (2010) επισημαίνουν ότι είναι γρηγορότερο κατά 6 δευτερόλεπτα.

**Με παρέμβαση στους timers το OSPF είναι πιο αποδοτικό*

Scalability in large networks

- OSPF ιεραρχικό πρωτόκολλο, πιο στιβαρό με σωστή διαμόρφωση μπορεί να μειώσει το μέγεθος του πίνακα δρομολόγησης και να υποστηρίξει με μεγαλύτερη συνεκτικότητα ένα κλιμακούμενο μεγάλο δίκτυο.

Εργαλείο προσομοίωσης: Riverbed Modeler Academic Edition

- Λογισμικό **υψηλής ταχύτητας** το οποίο **εκτελεί πολλαπλούς αλγορίθμους και μαθηματικές εξισώσεις** ώστε να αποτυπώσει τα αποτελέσματα από τα δεδομένα που εισάγονται και επεξεργάζονται.

Παρέχει:

- ✓ Διεξαγωγή πειραμάτων σε εικονικό περιβάλλον
- ✓ Συλλογή και ανάλυση δεδομένων
- ✓ Πολλαπλές επαναληπτικές προσομοιώσεις
- ✓ Δυνατότητα εξέτασης πολλαπλών και απαιτητικών σεναρίων σε ένα ευρύ φάσμα συνθηκών που ορίζονται από τον χρήστη **γρήγορα και εύκολα...**

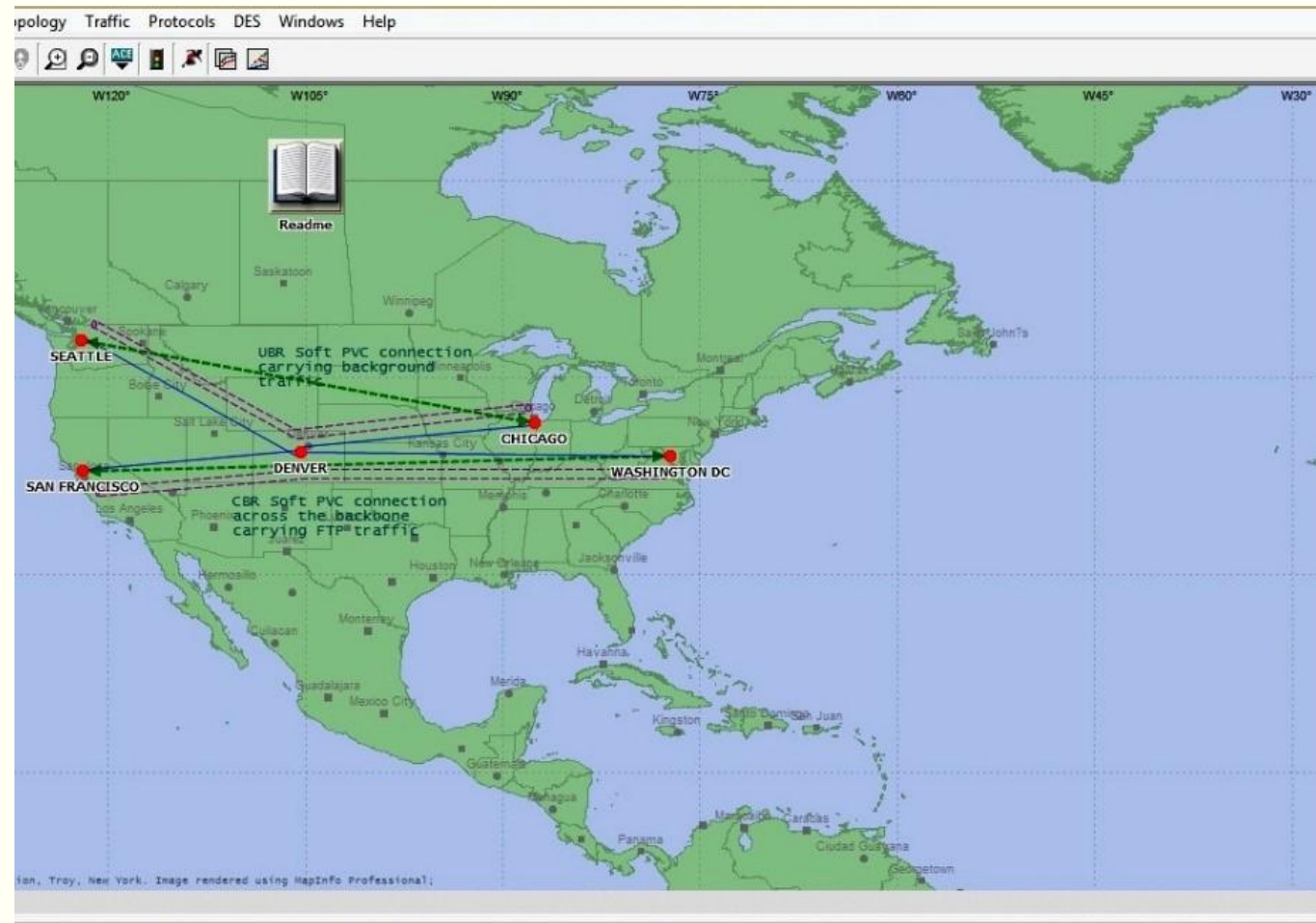
Σε ένα φυσικό περιβάλλον θα απαιτούνταν:

- ☐ Εκτενής υποδομή
- ☐ Ατελείωτες ώρες διεξοδικών ελεγχών
- ☐ Υψηλό κόστος προς δαπάνη

Network domain (Ιεραρχική δομή)

Το Network domain απεικονίζει το **συνολικό σύστημα**, το οποίο αποτελείται από:

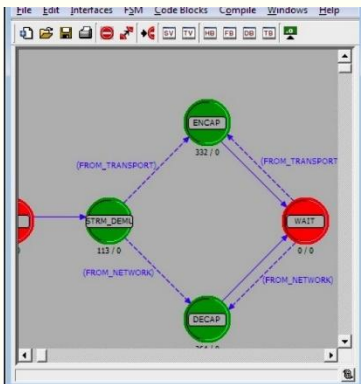
1. το δίκτυο και τα πιθανά υπο - δίκτυα,
2. τις τοπολογίες,
3. τις φυσικές συνδέσεις,
4. τις διασυνδέσεις,
5. τις γεωγραφικές συντεταγμένες
6. και την διαμόρφωση του δικτύου όσον αφορά το traffic.



Node domain & process domain

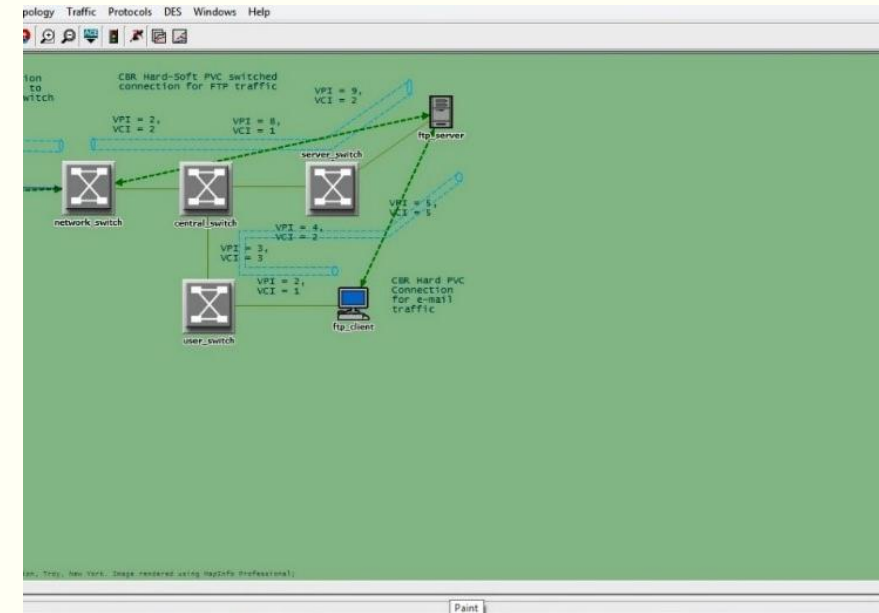
Αναφέρεται κυρίως στην **εσωτερική υποδομή** η οποία μπορεί να περιέχει:

1. ένα σταθμός εργασίας,
2. μία ομάδα δρομολογητών,
3. κινητές συσκευές
4. ή ακόμα και ένα δευτερεύον δίκτυο το οποίο αποτελείται από servers (εξυπηρετητές), switches (μεταγωγείς), client computers, hubs (πλήμνες), αισθητήρες εξ' αποστάσεως, δορυφορικά τερματικά κ.α.

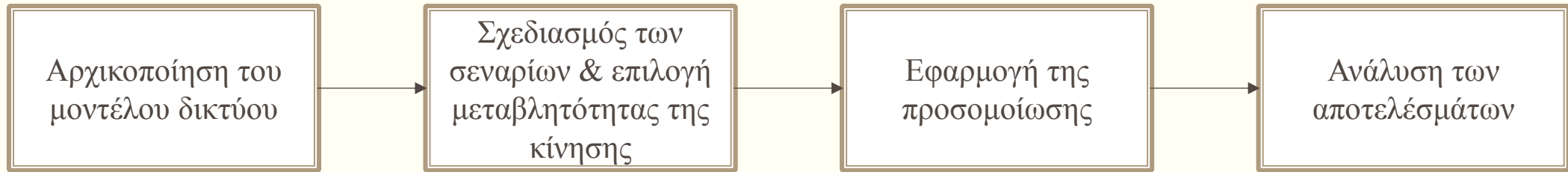


Τα process models στο process domain εφαρμόζουν μια ευρεία ποικιλία hardware & software υποσυστημάτων, όπως:

1. επικοινωνία πρωτοκόλλων
2. εκτέλεση αλγορίθμους
3. διαμοιρασμό πόρων
4. λειτουργικά συστήματα κ.α.



Simulation Case Study



EIGRP & OSPF θα εφαρμοστούν σε δύο διαφορετικές τοπολογίες Base & Scaled, με την ίδια ακριβώς υποδομή για κάθε πρωτόκολλο.

Συγκεκριμένα ποσοτικά metrics επιλέχθηκαν ώστε να **μετρηθεί η απόδοση** και να **αξιολογηθεί η συμπεριφορά** των πρωτοκόλλων σε κάθε σενάριο ξεχωριστά με πραγματική κίνηση δεδομένων:

- ✓ **Average Network Convergence Duration** (Μέση διάρκεια σύγκλισης δικτύου)
- ✓ **Average Video Conference Packet Delay Variation** (Μέση διακύμανση καθυστέρησης πακέτων)
- ✓ **Average Voice Jitter** (Μέση διασπορά φωνής)
- ✓ **Average CPU Utilization** (Μέση χρήση CPU)

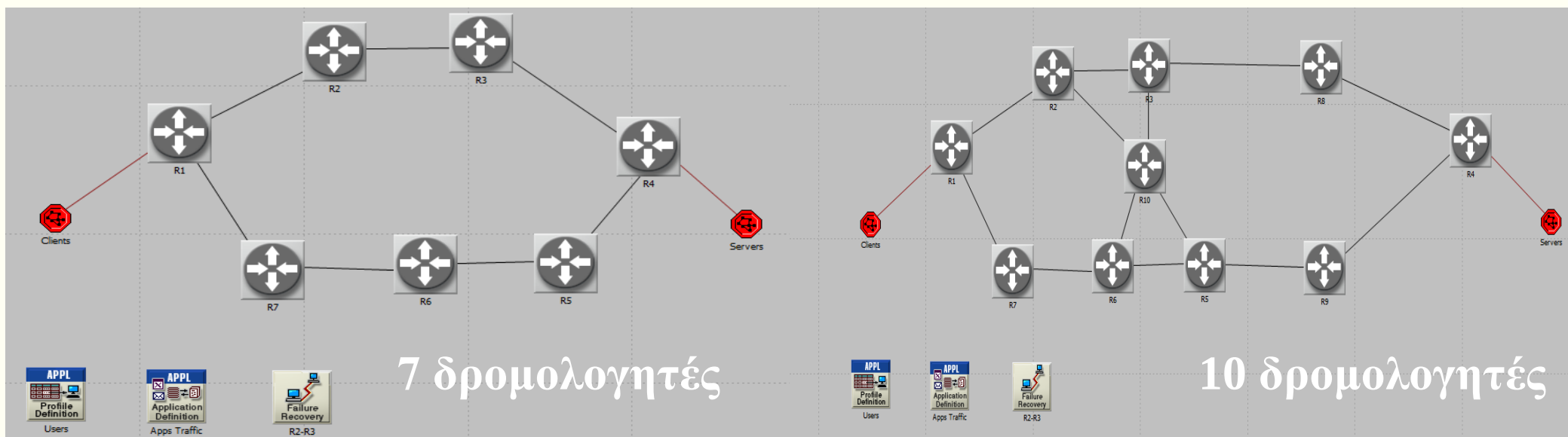
Base & Scaled Network Topology

Campus (20X20) με Multimedia users – multimedia & voice servers

«Πτώση» σύνδεσης μεταξύ R2 & R3 από το 2ο (120') έως το 3ο (180') λεπτό

Κάθε σενάριο τρέχει ξεχωριστά!

Διάρκεια προσομοίωσης 5 λεπτά για πιο ακριβή αποτελέσματα (περιορισμοί Academic Edition)



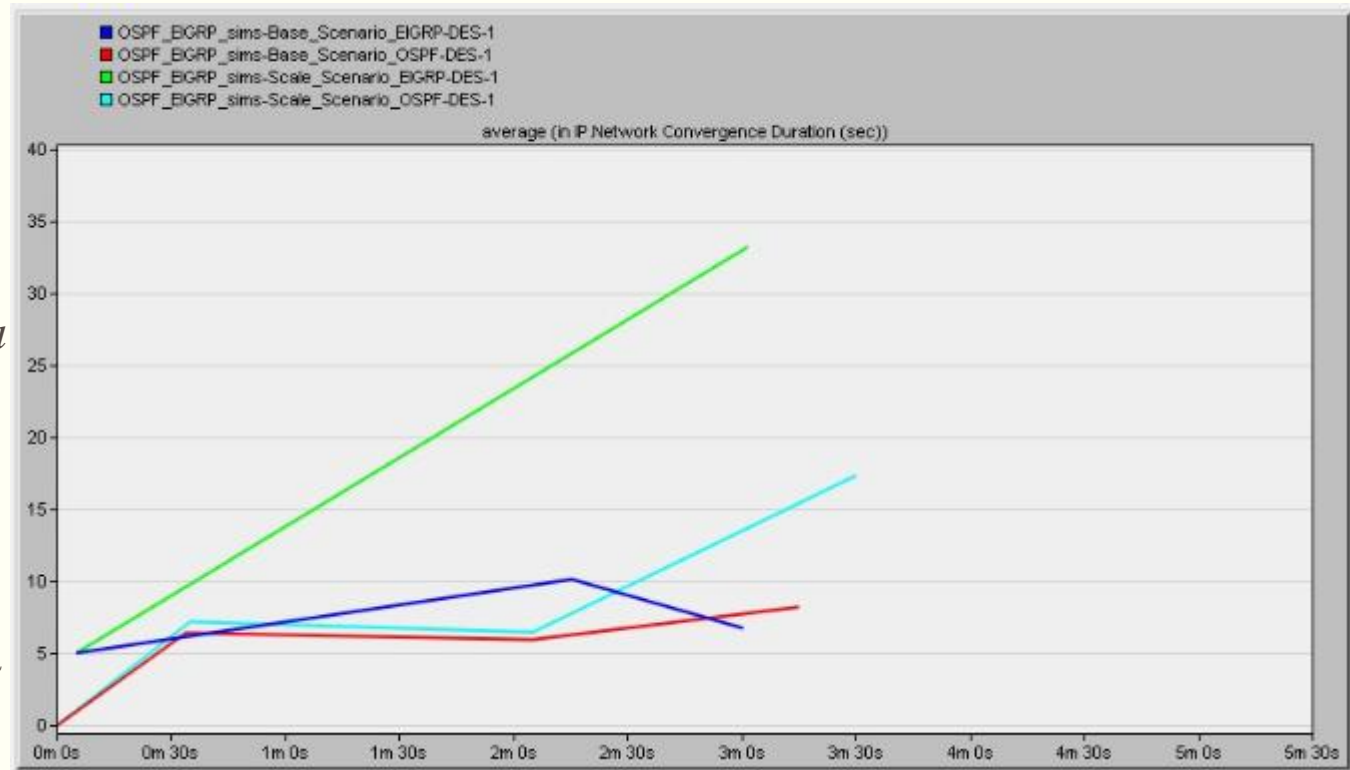
Summary Network Convergence Duration

Το EIGRP στην Βασική & στην Κλιμακούμενη τοπολογία παρουσιάζει χαμηλότερη μέση διάρκεια σύγκλισης δικτύου σε σύγκριση με το OSPF.

- Η ταχύτητα της σύγκλισης εξαρτάται από τον αριθμό και το μέγεθος των ενημερώσεων που αποστέλλονται.

Πιθανή εξήγηση του φαινομένου:

Η φύση των τοπολογιών δεν επιτρέπει στο EIGRP να επαναυπολογίσει αποτελεσματικά το βέλτιστο μονοπάτι ώστε να επιτευχθεί η γρήγορη σύγκλιση.



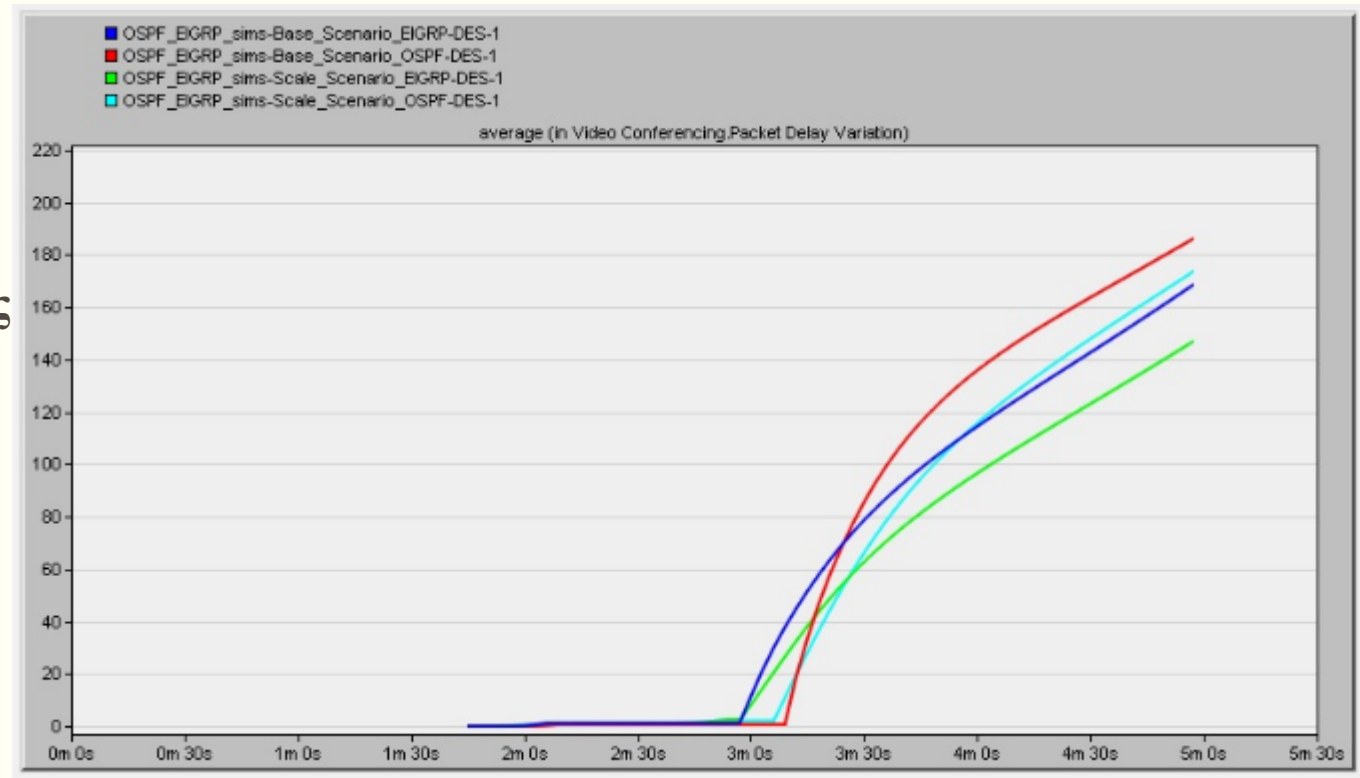
*Αυτό μπορεί να συμβεί στο EIGRP όταν απουσιάζει ο feasible successor.

Summary Video Conference Packet Delay Variation

Το OSPF στην Βασική & στην Κλιμακούμενη τοπολογία παρουσιάζει υψηλότερη μέση διακύμανση καθυστέρησης πακέτων με συνέπεια την χαμηλότερη ικανότητα μεταβίβασης των δεδομένων στον τελικό προορισμό σε σύγκριση με το EIGRP.

Πιθανή εξήγηση του φαινομένου:

Καθυστερεί λόγω της διάχυσης των LSAs στο διαδίκτυο καταλαμβάνοντας έτσι περισσότερο bandwidth (εύρος ζώνης - χωρητικότητα μεταφοράς δεδομένων).



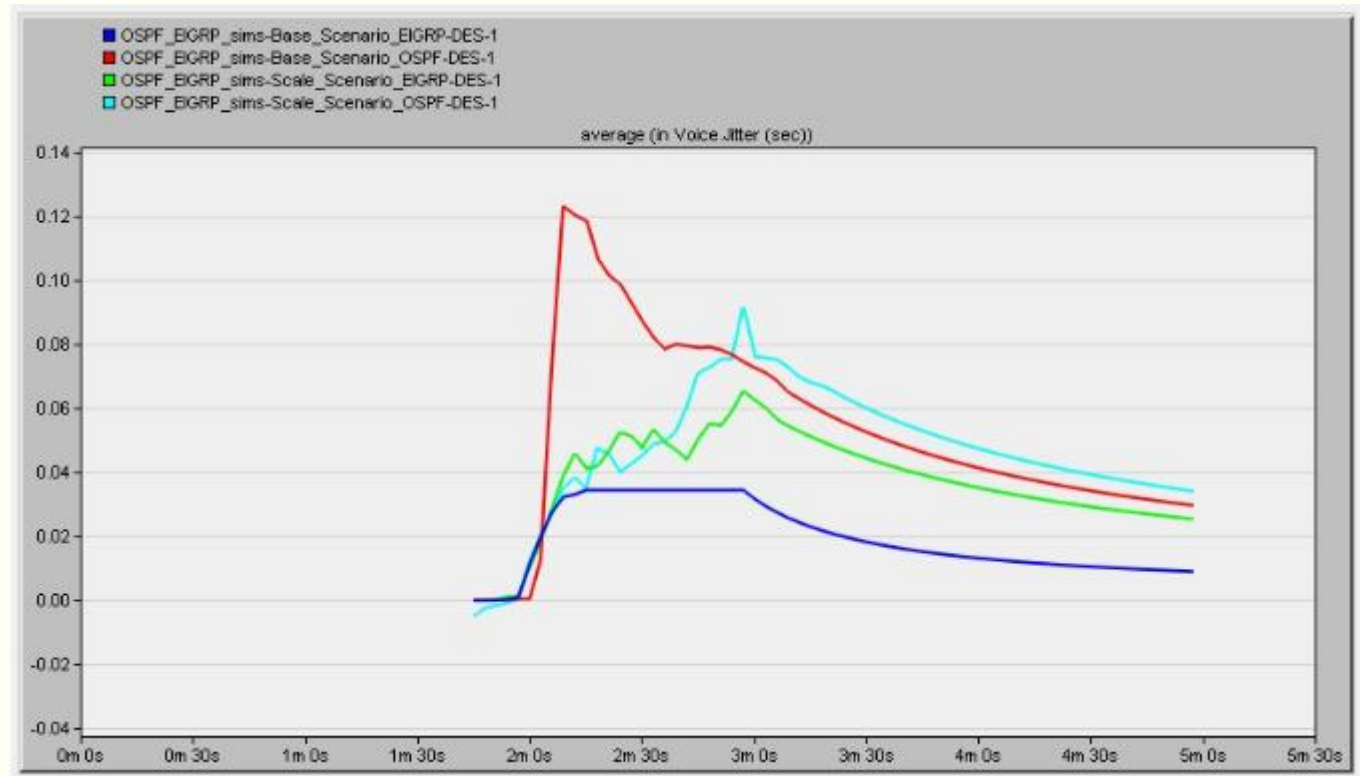
*EIGRP & OSPF χρησιμοποιούν μονοπάτια ισάξιου κόστους (ίδιο bandwidth στις συνδέσεις)

Summary Voice Jitter

Το OSPF και στις δύο τοπολογίες παρουσιάζει υψηλότερη μέση διασπορά φωνής σε σύγκριση με το EIGRP, η οποία εκτοξεύεται στην Βασική τοπολογία.

Πιθανή εξήγηση του φαινομένου:

Κατά την «πτώση» της σύνδεσης στο δεύτερο λεπτό και την αποκατάστασή του στο τρίτο, το OSPF επαναυπολογίζει το βέλτιστο μονοπάτι ώστε να επαναδρομολογήσει την κίνηση των δεδομένων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το δίκτυο να πλημμυρίζει LSAs με άμεσο αντίκτυπο την διασπορά της φωνής.



Summary CPU Utilization

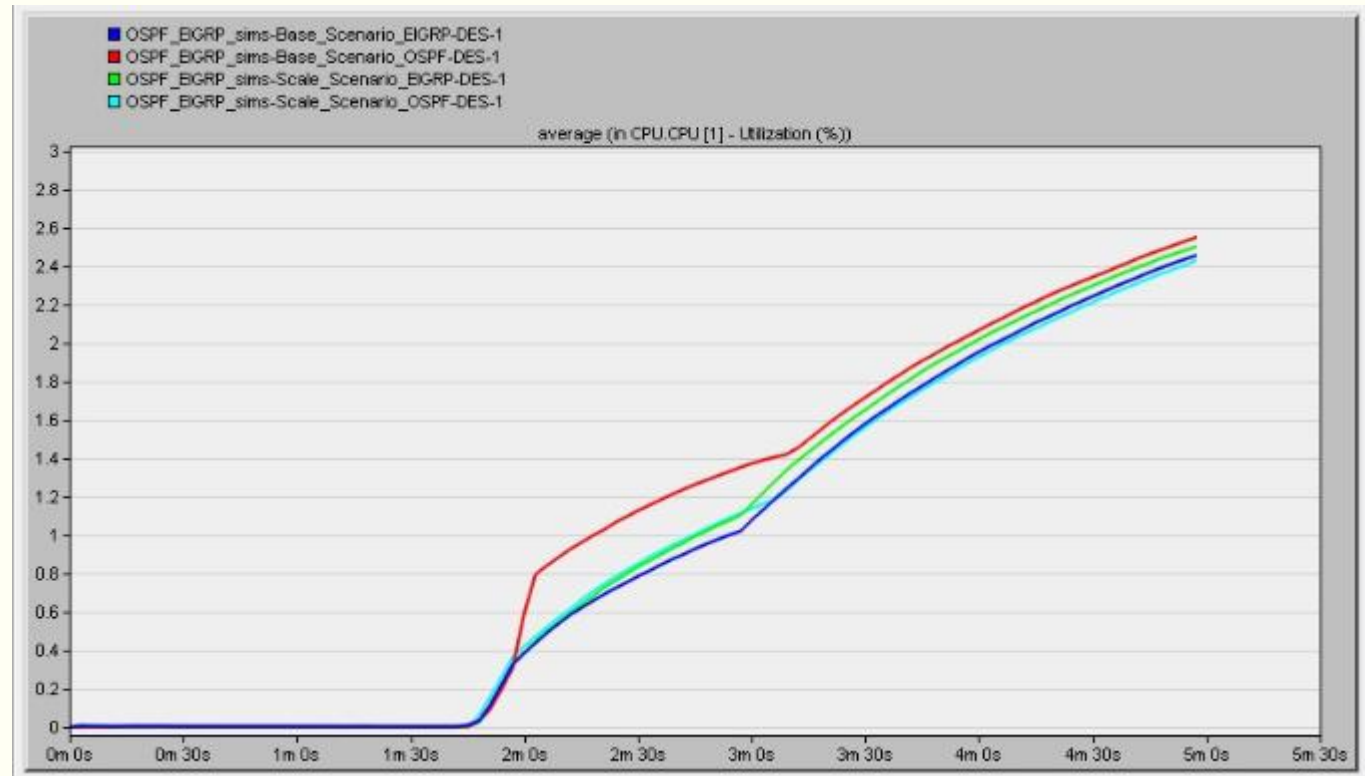
Στην Βασική τοπολογία, το OSPF χρειάζεται περισσότερη επεξεργαστική ισχύ και μήνη σε σύγκριση με το EIGRP.

Πιθανή εξήγηση του φαινομένου:

Αρχικά το OSPF τρέχει περισσότερες διεργασίες ώστε να προωθήσει το πακέτο.

Στην Κλιμακούμενη τοπολογία, το EIGRP χρειάζεται ελάχιστα περισσότερους πόρους σε σύγκριση με το OSPF.

Πιθανή εξήγηση του φαινομένου:



Το EIGRP αντιμετωπίζει δυσκολίες σε τυχαίες πτώσεις συνδέσεων ωθώντας το να εργαστεί πιο εντατικά. Πιθανότατα λόγω της φύσης της τοπολογίας το EIGRP έπρεπε να στείλει περισσότερα queries & replies.

Επίλογος

EIGRP & OSPF αποτελούν δύο εσωτερικά δυναμικά πρωτόκολλα τα οποία εφαρμόζονται ευρέως κατά τον μέγιστο βαθμό στις περισσότερες διαδικτυακές τοπολογίες.

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι το **EIGRP έχει καλύτερη απόδοση συγκριτικά με το OSPF** κυρίως όσον αφορά:

- την διάρκεια σύγκλισης του δικτύου
- την χρήση της επεξεργαστικής μνήμης



Η δεδομένη πτυχιακή προσπάθησε μέσω των αποτελεσμάτων να παρουσιάσει ότι αυτό δεν επαληθεύεται πάντα ιδίως όταν ένα μεγάλο δίκτυο δεν έχει σχεδιαστεί ιεραρχικά.

Πολλοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο για την επιλογή καλύτερου πρωτοκόλλου όσον αφορά την απόδοσή του: **η υποδομή, το μέγεθος του δικτύου & οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται.**

Μελλοντική έρευνα

- ✓ Διαφορετικοί & πιο απαιτητικοί τύποι κίνησης δεδομένων
- ✓ Βαρύ φορτίο με πολλαπλές ξαφνικές διακοπές ή βλάβες στο δίκτυο
- ✓ Εκτενής σύγκριση των δύο πρωτοκόλλων στο IPv6 με την χρήση R&D (Research & Development) εφαρμογών

References

- [1]. Cisco. (2015) Enhanced Interior Gateway Routing Protocol. [Online]. Available at: http://docwiki.cisco.com/w/index.php?title=Enhanced_Interior_Gateway_Routing_Protocol&oldid=49107 (Accessed: 25 March 15).
- [2]. Fortz, B., Rexford, J., & Thorup, M. (2002) Traffic engineering with traditional IP routing protocols, *Communications Magazine*, IEEE, 40 (10), pp. 118-124.
- [3]. Goyal, M., et al. (2012) Improving Convergence Speed and Scalability in OSPF: A Survey, *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE, 14 (2), pp. 443-463.
- [4]. Al-Saud, K. A., Tahir, H. M., & Saleh, M. (2008) Impact of MD5 Authentication on Routing Traffic for the Case of: EIGRP, RIPv2 and OSPF, *Journal of Computer Science*, 4 (9), pp. 721.
- [5]. Kaur, I. & Sharma, M. (2011) Performance evaluation of hybrid network using EIGRP & OSPF for different applications, *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3 (5), pp. 3950-3960.
- [6]. Thorenoor S. G. (2010) Dynamic routing protocol implementation decision between EIGRP, OSPF and RIP based on technical background using OPNET modeler, *Computer and Network Technology (ICCNT)*. Bangkok, 23-25 April 2010. Bangalore, India: IEEE.
- [7]. Wijaya, C. (2011) Performance Analysis of Dynamic Routing Protocol EIGRP and OSPF in IPv4 and IPv6 Network. *Informatics and Computational Intelligence (ICI)*. Bandung, 12-14 December 2011. Indonesia: IEEE.
- [8]. Wu, B. (2011) Simulation Based Performance Analyses on RIPv2, EIGRP, and OSPF Using OPNET, *Math and Computer Science Working Papers*. (11), pp. 23.
- [9]. Ittiphon, K. & Suwat P. (2012) Link Recovery Comparison between OSPF & EIGRP, *International Conference on Information and Computer Networks (ICICN)*, 27, pp. 192, Singapore: IACSIT Press.
- [10]. Shafiul H., et al. (2013) Performance Evaluation of Dynamic Routing Protocols on Video Streaming Applications, *Current Trends in Technology and Science*, 2 (1), pp. 4.
- [11]. Krishnan, Y.N. & Shobha, G. (2013) Performance Analysis of OSPF and EIGRP Routing Protocols for Greener, *Internetworking International Conference on Green High Performance Computing (ICGHPC)*. Nagercoil, 14-15 March 2013. Bangalore, India: IEEE.
- [12]. Jun B., Xiaoxiang L. & Jianping W. (2006) OSPF performance measurements and scalability study, *Wireless and Optical Communications Networks*. Bangalore, Beijing: IEEE.
- [13]. Che, X., & Cobley, L. J. (2009) VoIP Performance over Different Interior Gateway Protocols, *International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS)*, 1 (1), pp. 34-41.
- [14]. Kalyan, G.P.S. & Prasad, D.V.V. (2012) Optimal selection of Dynamic Routing Protocol with real time case studies, *Recent Advances in Computing and Software Systems (RACSS)*. Chennai, 25-27 April 2012. India: IEEE.

References

- [15]. Sendra, S., et al. (2011) Study and performance of interior gateway IP routing protocols. *Network Protocols and Algorithms*, 2 (4), pp. 88-117.
- [16]. Doyle, J. (2001) *Dynamic Routing Protocols*, In: Doyle, J. *Routing TCP/IP (CCIE Professional Development)*, A detailed examination of interior routing protocols. U.S.A.: Cisco Press, 1.
- [17]. Kurose, J. F. & Ross K. W. (2004) *Computer Networking*. 3rd edn. Pearson Education.
- [18]. Medhi, D. & Ramasamy, K. (2007) *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*. Oxford, U.K.: Elsevier Inc.
- [19]. Xu, Z., Dai, S. & Garcia-Luna-Aceves, J. J. (1997) A more efficient distance vector routing algorithm. *MILCOM 97 Proceedings*, IEEE, (2), pp. 993-997.
- [20]. Vutukury, S. & Garcia-Luna-Aceves, J. J. (2001) MDVA: A Distance-Vector Multipath Routing Protocol, *INFOCOM 2001*, Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, IEEE, (1), pp. 557-564.
- [21]. Pei, D., Massey, D. & Zhang, L. (2004) A formal specification for RIP protocol, *UCLA CSD Technical Report TR040046*.
- [22]. Rakheja, P., et al. (2012) Performance Analysis of RIP, OSPF, IGRP and EIGRP Routing Protocols in a Network. *International Journal of Computer Applications*, 48 (18), pp. 6-11.
- [23]. Liu, Y. & Reddy, A. N. (2004) A fast rerouting scheme for OSPF/IS-IS networks. *13th International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN)*. 11-13 October 2004, USA: IEEE.
- [24]. Haas, Z. J. & Pearlman, M. R. (2001) The Performance of Query Control Schemes for the Zone Routing Protocol. *IEEE/ACM Transactions on Networking (TON)*, 9 (4), pp. 427-438.
- [25]. Hinds, A., Atojoko, A. & Zhu, S. Y. (2013) Evaluation of OSPF and EIGRP Routing Protocols for IPv6. *International Journal of Future Computer and Communication*, 2 (4), pp. 287-291.
- [26]. Moy, J. (1998) *OSPF Version 2*, RFC 2328. Ascend Communications Inc.
- [27]. Ferguson D. & Moy, J. (2008) *OSPF Version 3*, RFC 5340. Sycamore Networks, Inc.
- [28]. Graziani R. & Jonson A. (2008) *Routing Protocols and Concepts*, CCNA Exploration Companion Guide. London: Pearson Education. Companion Guide series.
- [29]. Cisco. (2005) *OSPF Design Guide*. [Online]. Available at: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/open-shortest-path-first-ospf/7039-1.html#t6> (Accessed: 20 February 2015).
- [30]. Shamim, F., et al., (2002) *Troubleshooting IP Routing Protocols*. London: Cisco Press, CCIE Professional Development series.
- [31]. Cisco. (2005) *Introduction to EIGRP*. [Online]. Available at: http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/13669-1.html#eigrp_concepts (Accessed: 2 March 2015).

References

- [32]. Cisco. (2007) Characteristics of EIGRP [Online]. Available at: http://cisco.edu.mn/CCNA_R&S_3_%28Scaling%20Networks%29/course/module7/7.1.3.1/7.1.3.1.html (Accessed: 2 March 2015).
- [33]. Leahy, E. (2015) EIGRP – Packets & Neighborships. [Online]. Available at: <http://ericleahy.com/index.php/eigrp-packets-neighborships/> (Accessed: 4 March 2015).
- [34]. Cisco. (2015) Enhanced Interior Gateway Routing Protocol. [Online]. Available at: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/16406-eigrp-toc.html#eigrpmetrics> (Accessed: 5 March 2015).
- [35]. Albrightson, B., Garcia-Luna-Aceves, J. J. & Boyle J. (2011) EIGRP – A fast routing Protocol Based on Distance Vectors. pp. 1-13.
- [36]. Sankar D. & Lancaster D. (2014) Routing Protocol Convergence Comparison using Simulation and Real Equipment, Advances in Communications, Computing, Networks and Security, 10, pp. 186-194.
- [37]. Ayub, N., et al. (2011) Performance analysis of OSPF and EIGRP routing protocols with respect to the convergence, European Journal of Scientific Research, 61 (3), pp. 434-447.
- [38]. Islam, M. N., & Ashique, M. A. U. (2010) Simulation Based EIGRP over OSPF Performance Analysis. Master Thesis in Electrical Engineering Emphasis on Telecommunications, (4983). Blekinge Institute of Technology.
- [39]. Prokkola, J. (2008) Simulations and Tools for Telecommunications 521365S. OPNET - Network Simulator. (MSc). University of Oulu.