

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

Διπλωματικές Εργασίες 2012-2013

Εμμανουήλ Βαρβαρίγος, Καθηγητής

Θέμα 1: Αλγόριθμοι δρομολόγησης και δέσμησης φάσματος σε ευέλικτα οπτικά δίκτυα(FWDM)

Keywords: Routing and spectrum allocation (RSA), flexible optical networks

Τα ευέλικτα WDM (FWDM) οπτικά δίκτυα υποστηρίζουν κανάλια που λειτουργούν σε διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης δεσμεύοντας τους απολύτως απαραίτητους πόρους φάσματος. Το πρόβλημα της δρομολόγησης και δέσμησης φάσματος (RSA) σε ελαστικά οπτικά δίκτυα αποτελεί ένα πρόβλημα αντίστοιχο του προβλήματος δρομολόγησης και ανάθεσης μήκους κύματος (RWA). Στα FWDM δίκτυα αναιρείται ο περιορισμός σταθερού πλέγματος των δικτύων πολυπλεξίας μήκους κύματος (WDM) και το απαιτούμενο φάσμα μπορεί να δεσμευθεί δυναμικά υποστηρίζοντας με αυτόν τον τρόπο δυναμικές αιτήσεις κίνησης. Για την εγκατάσταση των συνδέσεων ισχύει ο περιορισμός της συνέχειας και μη επικάλυψης φάσματος από γειτονικές συνδέσεις. Κατά τον τερματισμό των συνδέσεων, οι δεσμευμένοι πόροι φάσματος απελευθερώνονται και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις επόμενες συνδέσεις, δημιουργώντας παράλληλα κενά αχρησιμοποίητου φάσματος. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη αλγορίθμων δρομολόγησης και δέσμησης φάσματος για δυναμικό σενάριο κίνησης. Οι αλγόριθμοι που θα προταθούν θα υλοποιηθούν σε Python ή Matlab.

Θέμα 2: Αλγόριθμοι κατακερματισμού οπτικών μονοπατιών για αποδοτικότερη χρησιμοποίηση φάσματος

Keywords: Routing and spectrum allocation (RSA), flexible optical networks, defragmentation.

Η SLICE αρχιτεκτονική (οπτικά δίκτυα ελαστικών οπτικών μονοπατιών) αποτελεί μία αποδοτική λύση ελαστικής δέσμησης φάσματος. Το πρόβλημα της δρομολόγησης και δέσμησης φάσματος (RSA) σε ελαστικά οπτικά δίκτυα αποτελεί ένα πρόβλημα αντίστοιχο του προβλήματος δρομολόγησης και ανάθεσης μήκους κύματος (RWA). Η ιδέα της ελαστικής δέσμησης φάσματος υλοποιείται μέσω τεχνολογιών μετάδοσης που επιτρέπουν τη δέσμηση των απολύτων απαραίτητων πόρων από το οπτικό μονοπάτι. Ένας από τους περιορισμούς του RSA προβλήματος είναι η ανάγκη δέσμησης συνεχούς φάσματος κατά μήκος του μονοπατιού από την πηγή στον προορισμό. Όμως σε ένα δυναμικό σενάριο

κίνησης οι αιτήσεις εγκαθίστανται και τερματίζονται με τυχαίο τρόπο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον κατακερματισμό των φασματικών πόρων, μη επιτρέποντας τη χρησιμοποίηση μεγάλων τμημάτων φάσματος κυρίως από αιτήσεις υψηλού ρυθμού. Έτσι οι αιτήσεις υψηλού ρυθμού αντιμετωπίζουν μεγάλη πιθανότητα απόρριψης σε σχέση με αιτήσεις χαμηλού ρυθμού μετάδοσης. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη αλγορίθμων ανασυγκρότησης (defragmentation) του φάσματος μέσω της χρήσης των διαθέσιμων transponders. Οι αλγόριθμοι που θα προταθούν θα υλοποιηθούν σε Python ή Matlab.

Σχετική βιβλιογραφία για Θέμα 1 & Θέμα 2:

Christodouloupoulos, K.; Tomkos, I.; Varvarigos, E.A.; , "Routing and Spectrum Allocation in OFDM-Based Optical Networks with Elastic Bandwidth Allocation," *Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2010), 2010 IEEE* , vol., no., pp.1-6, 6-10 Dec. 2010

A. N. Patel, P. N. Ji, J. P. Jue, and T. Wang, "Routing, Wavelength Assignment, and Spectrum Allocation in Wavelength-Convertible Flexible Optical WDM (WC-FWDM) Networks," in *Optical Fiber Communication Conference, OSA Technical Digest (Optical Society of America, 2012)*, paper JTh2A.36.

Θέμα 3: Βιβλιογραφική μελέτη αρχιτεκτονικών οπτικών διασυνδέσεων (*Optical Interconnects*)

Keywords: Optical interconnections, High Performance Computing, Data Centers, Interconnection Networks.

Η μεγάλη κατανάλωση ισχύος και η αύξηση της ποσότητας της κίνησης που πρέπει να ανταλλάσσεται μεταξύ των κόμβων είναι τα κυριότερα εμπόδια για τα κέντρα δεδομένων (*Data Centers - DCs*) και τα υπολογιστικά συστήματα υψηλής απόδοσης (*High Performance Computing -HPC*) επόμενης γενιάς. Σε αυτά τα περιβάλλοντα χρησιμοποιούνται συστάδες μικροεπεξεργαστών και κατανεμημένης μνήμης οι οποίες είναι διασυνδεδεμένες μεταξύ τους. Η αύξηση των απαιτήσεων σε εύρος ζώνης, εξοικονόμηση ενέργειας και οι περιορισμοί των ηλεκτρονικών διασυνδέσεων έχουν οδηγήσει στη χρήση διασυνδέσεων οπτικής τεχνολογίας σε όλα τα ιεραρχικά επίπεδα επικοινωνίας των κέντρων δεδομένων και των περιβαλλόντων υψηλών υπολογιστικών επιδόσεων (*on board, board-to-board, rack-to-rack* ή ακόμη και *on chip*) για την εκμετάλλευση του μεγάλου εύρους ζώνης και της μικρότερης κατανάλωσης ισχύος που παρέχει αυτή. Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η βιβλιογραφική έρευνα και αποτύπωση αρχιτεκτονικών οπτικών διασυνδέσεων που έχουν προταθεί τόσο για *HPC* και *DCs* όσο σε επιμέρους επίπεδα (πχ σε επίπεδο *chip, board...*).

Σχετική βιβλιογραφία:

C. Kachris, I. Tomkos, "A Survey on Optical Interconnects for Data Centers", *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, doi: 10.1109/SURV.2011.12211.00069.

A. Kodi and A. Louri, "Multidimensional and reconfigurable optical interconnects for high-performance computing (hpc) systems," *Lightwave Technology, Journal of*, vol. 27, no. 21, pp. 4634–4641, nov.1, 2009.

J. Chan, G. Hendry, A. Biberman, K. Bergman, "Tools and Methodologies for Designing Energy-Efficient Photonic Networks-on-Chip for High-Performance Chip Multiprocessors [lecture/tutorial]," ISCAS 2010 paper 3336 (Jun 2010).

Θέμα 4: Παρακολούθηση και Ανάλυση Κατάστασης Εικονικών Πόρων σε Cloud Δίκτυα

Keywords: Cloud Networks, Monitoring, Analysis

Σήμερα όλο και περισσότεροι μεμονωμένοι χρήστες, ερευνητές αλλά και εταιρίες κάθε μεγέθους και αντικειμένου, χρησιμοποιούν για τις καθημερινές τους υπολογιστικές και αποθηκευτικές εργασίες εικονικούς πόρους σε ιδιωτικά και δημόσια Cloud δίκτυα (π.χ. Amazon Web Services, Rackspace κτλ).

Με την ευρεία χρήση των πόρων αυτών γίνεται ωστόσο δύσκολο για ένα χρήστη να ελέγχει αποτελεσματικά το κόστος, το βαθμό χρησιμοποίησής τους, τη κατανάλωση ενέργειας και άλλα στοιχεία, τα οποία συντελούν στην ορθή χρήση των εικονικών πόρων.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα αναπτυχθούν αλγόριθμοι και εργαλεία λογισμικού τα οποία θα παρακολουθούν και θα αναλύουν την κατάσταση των εικονικών πόρων σε Cloud δίκτυα, με σκοπό τη βέλτιστη χρήση τους.

Σχετική βιβλιογραφία:

S. Ostermann and R. Prodan, "Impact of Variable Priced Cloud Resources on Scientific Workflow Scheduling", *Euro-Par 2012 Parallel Processing*, 2012.

Θέμα 5: Σχεδιασμός ενεργειακά αποδοτικών Data Centers

Keywords: Data Centers, Energy efficient, Monitoring, Analysis

Ο σχεδιασμός των διαφόρων Data Centers με βάση και την ενεργειακή τους αποδοτικότητα είναι ένα θέμα που έχει κερδίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας τον τελευταίο καιρό. Βασικός λόγος είναι το συνεχώς αυξανόμενο πλήθος και μέγεθος των Data Centers που κατασκευάζονται σε ολόκληρο τον κόσμο, για την υποστήριξη υπηρεσιών με εκατομμύρια τελικούς χρήστες (π.χ Facebook, Google, Amazon's AWS).

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής ο ενδιαφερόμενος μπορεί να ασχοληθεί με τα παρακάτω θέματα:

- Σχεδιασμός αλγορίθμων που είναι σε θέση να προβλέψουν την κατανάλωση ενέργειας με βάση δεδομένα απο αισθητήρες.

- Προσδιορισμός κατάλληλων προφίλ κατανάλωσης ενέργειας με τη χρήση δεδομένων απο αισθητήρες και κατηγοριοποίηση τους σύμφωνα με διάφορα προφίλ ενέργειας.
- Εντοπισμός σημαντικών εικονικών μηχανών (VMs), για παράδειγμα VMs που καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια ή απαιτούν περισσότερους πόρους σε σχέση με τις υπόλοιπες VMs.

Θέμα 6: Ενεργο-αποδοτική Cooperative Δρομολόγηση σε Multi-hop Ad-Hoc Ασύρματα Δίκτυα

Keywords: cooperative routing, energy efficiency, wireless networks, complexity theory, distributed algorithm.

Η αλματώδης εξάπλωση της χρήσης των ασύρματων δικτύων και η εξάρτηση των ασύρματων συσκευών από το χρόνο ζωής της μπαταρίας τους που περιορίζει τον χρόνο ανεξάρτητης λειτουργίας τους, δημιούργησαν την ανάγκη ανάπτυξης πρωτοκόλλων δρομολόγησης με σκοπό την ανακάλυψη μονοπατιών που συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Μία από τις πιο πρόσφατες τεχνικές σε αυτή την κατεύθυνση είναι η cooperative δρομολόγηση στην οποία περισσότεροι του ενός κόμβοι συνεργάζονται στην αποστολή δεδομένων προς έναν κόμβο προορισμό, με σκοπό την μείωση της ισχύος μετάδοσης σε κάθε κόμβο και συνολικά στο δίκτυο. Η μέθοδος αυτή εκμεταλεύεται τις τεχνικές diversity στις οποίες ο παραλήπτης χρησιμοποιεί μια δεσμίδα κεραίων για τη λήψη πολλαπλών σημάτων (MIMO). Στην cooperative μετάδοση υπονοείται μια εικονική diversity λειτουργία για λήψη δεδομένων. Η μέθοδος αυτή εκμεταλεύεται την ενδογενή broadcast φύση των ασύρματων δικτύων. Δηλαδή όταν ένας ασύρματος κόμβος στέλνει ένα πακέτο σε κάποιον άλλο κόμβο τότε το πακέτο αυτό θα λάβουν και όλοι οι κόμβοι που βρίσκονται εντός της ακτίνας μετάδοσης, χωρίς κανένα επιπλέον κόστος.

Σχετική βιβλιογραφία:

A. E. Khandani, J. Abounadi, E. Modiano, L. Zheng, “*Cooperative Routing in Wireless Networks*”, Allerton Conference, 2003.

F. Li, K. Wu, A. Lippman, “*Energy-Efficient Cooperative Routing in Multi-hop Wireless Ad Hoc Networks*”, IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference, 2006.

Javier Gomez, Andrew T. Campbell, Mahmoud Naghshineh, Chatschik Bisdikian, “*Conserving Transmission Power in Wireless Ad Hoc Networks*”