ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Προτεινόμενα Θέματα Διπλωματικών Εργασιών

(**Επιβλέπουσα**: Μαλαματή Λούτα, Αν. Καθηγήτρια)

1. Αποδοτική διαχείριση πόρων και βελτίωση παρεχόμενων υπηρεσιών συστημάτων κινητών επικοινωνιών

Η αποδοτική διαχείριση πόρων στα συστήματα κινητών επικοινωνιών αποτελεί ένα πολυσύνθετο, πολυπαραμετρικό πρόβλημα, όπου ο γενικευμένος στόχος είναι διττός: μεγιστοποίηση της ωφέλειας των παρόχων, η οποία μπορεί να εξειδικευθεί σε οικονομικό όφελος, μείωση ενεργειακής κατανάλωσης, μεγιστοποίηση του εξυπηρετούμενου πλήθους χρηστών, με ταυτόχρονη ικανοποίηση των απαιτήσεων, προτιμήσεων και περιορισμών που θέτουν οι χρήστες, καθορίζοντας ποιοτικά χαρακτηριστικά και οικονομικά κριτήρια και λαμβάνοντας υπόψη τις τρέχουσες συνθήκες του περιβάλλοντος (context) στο οποίο βρίσκονται.

Η απόδοση πόρων στους τελικούς χρήστες πρέπει να γίνεται με δυναμικό και ευφυή τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τόσο αντικειμενικές μετρικές ποιότητας (Quality of Service metrics - QoS) όσο και την υποκειμενική αντίληψη ποιότητας των τελικών χρηστών (Quality of Experience – QoE). Η ποιότητα εμπειρίας εξαρτάται τόσο από την εφαρμογή όσο και από τον ίδιο τον χρήστη. Η απόδοση πόρων βάσει της ποιότητας εμπειρίας αναμένεται να οδηγήσει σε σημαντικά οφέλη όπως η μείωση κόστους, μείωση κατανάλωσης ενέργειας, αύξηση του πλήθους των χρηστών που εξυπηρετούνται με την ίδια χρήση πόρων και τελικά βελτίωση της ικανοποίησης των τελικών χρηστών. Όλα τα προαναφερθέντα θα αποδώσουν μεγαλύτερα οφέλη στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους μακροπρόθεσμα.

Η ενσωμάτωση γνωστικών ικανοτήτων και δυνατοτήτων μάθησης στα δίκτυα είναι κοινώς αποδεκτό ότι μπορεί να ανταποκριθεί στην αυξανόμενη πολυπλοκότητα και ετερογένεια των υπαρχόντων δικτυακών τεχνολογιών. Ο όρος γνωστικά δίκτυα υποδεικνύει δίκτυα τα οποία έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν το πλαίσιο λειτουργίας τους, να αναλύουν, να σχεδιάζουν, να λαμβάνουν αποφάσεις και να δρουν σε αντιστοιχία με την απόφαση που έχουν λάβει, ενώ ταυτόχρονα μαθαίνουν και βελτιώνουν τη λειτουργία τους από πρότερη εμπειρία. Τα γνωστικά δίκτυα έχουν τη δυνατότητα να σκέφτονται, να μαθαίνουν, να θυμούνται και να προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες ώστε να επιτύχουν τους τελικούς στόχους τους.

Επιπρόσθετα, η συλλογή μεγάλου πλήθους διαθέσιμων δεδομένων (Big Data) τόσο από τον φυσικό κόσμο όσο και από μέσα κοινωνικής δικτύωσης και ηλεκτρονικές κοινότητες και η ανάλυσή τους μέσω κατάλληλων τεχνικών (Big Data Analytics) μπορεί να οδηγήσει στην εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών και παραγωγή νέας γνώσης, αξιοποίηση της οποίας θα βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα παρεχομένων υπηρεσιών, θα υποστηρίξει την παροχή

εξατομικευμένων υπηρεσιών και θα αποφέρει σημαντικά οφέλη στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους.

Με απώτερο στόχο την αποδοτική διαχείριση των διαθέσιμων πόρων των τηλεπικοινωνιακών παρόχων και η βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών προς τους τελικούς χρήστες, προτείνεται η αντιμετώπιση των ακόλουθων ερευνητικών υπο-προβλημάτων:

1.1 Πρόβλεψη τηλεπικοινωνιακής κίνησης χρηστών, με εφαρμογή κατάλληλων μηχανισμών μάθησης / πρόβλεψης. Η πρόβλεψη της τηλεπικοινωνιακής κίνησης σε μία κυψέλη ή/και σύνολο κυψελών μπορεί να αξιοποιηθεί από τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους για την καλύτερη εξυπηρέτηση των τελικών χρηστών, ενώ ταυτόχρονα θα επιτυγχάνεται αποδοτική χρήση των διαθέσιμων πόρων τους. Η διπλωματική εργασία θα εκπονηθεί στα πλαίσια της συνεργασίας με την εταιρεία Vodafone.

1.2 Εκμάθηση προφίλ χρηστών σε σύνθετα τηλεπικοινωνιακά περιβάλλοντα (*user profiling in complex telecommunication environments*). Η εκμάθηση των συνηθειών και των ενδιαφερόντων των τελικών χρηστών, όπως επίσης και η εκτίμηση / πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους σε διαφορετικά πλαίσια / συνθήκες περιβάλλοντος θα αποφέρει σημαντικά οφέλη στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους, καθώς θα συνεισφέρει μέγιστα στη βελτίωση της εξυπηρέτησης των τελικών χρηστών με αποδοτική διαχείριση των διαθέσιμων πόρων τους. Η διπλωματική εργασία θα εκπονηθεί στα πλαίσια της συνεργασίας με την εταιρεία Vodafone.

1.3 Εκτίμηση της ποιότητας εμπειρίας των τελικών χρηστών. Η ποιότητα εμπειρίας χρήστη ορίζεται ως η υποκειμενική αντίληψη του χρήστη όσον αφορά την απόδοση κάθε υπηρεσίας. Η εκτίμηση της ποιότητας εμπειρίας των τελικών χρηστών όσον αφορά την παροχή υπηρεσιών και η ανάλογη απόδοση πόρων για την επίτευξη της ζητούμενης ποιότητας εμπειρίας θα βελτιώσει σημαντικά τόσο την ικανοποίηση των τελικών χρηστών όσο και τη συνολική διαχείριση των διαθέσιμων πόρων των τηλεπικοινωνιακών παρόχων. Η διπλωματική εργασία θα εκπονηθεί στα πλαίσια της συνεργασίας με την εταιρεία Vodafone.

2. Ευφυής Κινητικότητα – Μεταφορά ως Υπηρεσία – Συστήματα Ελέγχου και Διαχείρισης Αστικής Κυκλοφορίας

Η Μεταφορά (Transportation) αποτελεί έναν από τους τέσσερις πυλώνες της σύγχρονης Έξυπνης Πόλης. Το μέλλον της Ευφυούς Κινητικότητας (Intelligent Mobility - IM) περιλαμβάνει ένα πλήθος προκλήσεων από κοινωνική, περιβαλλοντική, τεχνολογική και οικονομική σκοπιά. Ο μεγάλος όγκος κυκλοφορίας σε ένα αστικό περιβάλλον πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, για να μειωθεί το ενεργειακό αποτύπωμα και οι εκπομπές CO2 των αστικών μεταφορών. Εν γένει, η κυκλοφοριακή συμφόρηση αυξάνει το μέσο χρόνο ταξιδιού με αποτέλεσμα την σπατάλη καυσίμων, την αύξηση της μόλυνσης, καθώς και την αύξηση της δυσαρέσκειας και ενόχλησης των χρηστών. Αυτό, αναπόφευκτα, κοστίζει δισεκατομμύρια στην παγκόσμια οικονομία, ενώ πρόσφατα στατιστικά της οδικής κυκλοφορίας, αποκαλύπτουν ότι αυξήθηκε ο αριθμός των ατυχημάτων στις περιοχές γύρω από δρόμους με συμφόρηση, δεδομένου ότι οι οδηγοί έχουν την τάση να οδηγούν γρηγορότερα πριν ή μετά από ένα μποτιλιάρισμα, προκειμένου να αντισταθμίσουν τις καθυστερήσεις που παρουσιάζονται. Έτσι η οδική συμφόρηση έχει καταστροφικές συνέπειες για τους ανθρώπους, τις επιχειρήσεις και γενικότερα, την κοινωνία, καθιστώντας τη ένα από τα βασικότερα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά. Στο πλαίσιο αυτό, τα Συστήματα Ελέγχου και Διαχείρισης Αστικής Κυκλοφορίας (Urban Traffic Control - UTC / Traffic Management Systems - TMS) αποτελούν ελκυστικές λύσεις για την αποφυγή της κυκλοφοριακής συμφόρησης, τα οποία όμως πρέπει να μπορούν να ακολουθήσουν αποτελεσματικά την ιδιαίτερα δυναμική και στοχαστική ζήτηση σε πραγματικό χρόνο. Προκλήσεις που διέπουν το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την ανάπτυξη έξυπνων UTC/TMS έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον των δημοσίων αρχών, της ακαδημαϊκής κοινότητας και της βιομηχανίας. Υπάρχει μία σειρά τεχνολογιών οι οποίες θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν, προκειμένου να προωθηθεί η ιδέα της Ευφυούς Κινητικότητας. Η εφαρμοσιμότητά τους κυμαίνεται από το παρόν έως το 2050. Ωστόσο, διέπονται από υψηλό κόστος πειραματισμού (π.χ., διεξαγωγή ερευνών) και από έλλειψη μέσων. Οι σχεδιαστές κυκλοφορίας θα πρέπει να διαθέτουν βαθύτερη γνώση και ακριβείς πληροφορίες για να λάβουν κατάλληλες αποφάσεις, κάτι το οποίο με τη σειρά του απαιτεί υψηλότερα επίπεδα καλά δομημένων διαδικασιών παρακολούθησης και δομικών συνθηκών.

Στα πλαίσια της ευφυούς κινητικότητας – συστημάτων διαχείρισης αστικής κυκλοφορίας προτείνεται η αντιμετώπιση των ακόλουθων υπο-προβλημάτων:

2.1 Μοντελοποίηση και βελτιστοποίηση σχεδίασης οδικού δικτύου

Στα πλαίσια της προτεινόμενης διπλωματικής εργασίας θα μοντελοποιηθεί ένα μικρής κλίμακας οδικό δίκτυο (π.χ. ένας μικρός αριθμός από διασταυρώσεις), θεωρώντας τόσο

μοντελοποίηση οχημάτων, πεζών, καθώς και τυχόν πρόσθετων κατηγοριών εμπλεκομένων οντοτήτων όσο και μοντελοποίηση της επικοινωνίας ανάμεσα στα οχήματα, τους πεζούς και τη διαθέσιμη υποδομή. Ακολούθως, λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω χαρακτηριστικά (για παράδειγμα, το προφίλ της θεωρούμενης περιοχής, των αυτοκινήτων, των πεζών και τυχόν πρόσθετων συλλεγομένων πληροφοριών) και τη δυναμική φύση του προβλήματος, θα βελτιστοποιείται η επίλυση του εκάστοτε θεωρούμενου προβλήματος αστικών μεταφορών. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διπλωματικής θα χρησιμοποιηθούν εργαλεία – πακέτα προσομοίωσης ανοικτού κώδικα.

3. Συστήματα ανίχνευσης και συλλογής πληροφοριών με χρήση έξυπνων συσκευών τελικών χρηστών (Συστήματα Mobile Crowd Sensing).

Η εξάπλωση των κινητών συσκευών σε συνδυασμό με την εξέλιξή τους όσον αφορά τις δυνατότητες επικοινωνίας, την υπολογιστική ισχύ, τον αποθηκευτικό χώρο και την πληθώρα των ενσωματωμένων αισθητήρων έδωσαν την αφορμή για ένα νέο πρότυπο ανίχνευσης και συλλογής πληροφοριών, το γνωστό ως και Mobile Crowd Sensing (MCS) ή People / Human Centric Sensing. Το MCS εκμεταλλεύεται την ισχύ και σοφία του πλήθους, αξιοποιώντας την ευφυΐα, την γενικευμένη παρουσία και τα χαρακτηριστικά κινητικότητας των ανθρώπων, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να συνεισφέρουν δεδομένα που ανιχνεύονται ή παράγονται από τις φορητές συσκευές τους. Η τεχνολογία MCS, λόγω των πλεονεκτημάτων της, έχει κινήσει το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών. Ωστόσο εκφράζονται νέα ζητήματα και ανησυχίες, ενώ ταυτόχρονα αρκετές προκλήσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν κατάλληλα.

Στα πλαίσια των συστημάτων mobile crowdsensing προτείνονται να αντιμετωπιστούν τα ακόλουθα ερευνητικά υπο-προβλήματα:

3.1 Προώθηση συνεργασίας σε συστήματα ανίχνευσης και συλλογής πληροφοριών με χρήση έξυπνων κινητών συσκευών χρηστών (*Incentive mechanisms for Mobile Crowdsensing systems*)

Οι χρήστες που συμμετέχουν σε εφαρμογές MCS συνεισφέρουν είτε στη συλλογή δεδομένων ή στην αναμετάδοση δεδομένων με ευκαιριακό τρόπο. Η συμμετοχική συλλογή πληροφοριών απαιτεί κατανάλωση ενεργειακών και υπολογιστικών πόρων των κινητών συσκευών των χρηστών, μπορεί να οδηγήσει σε χρηματικό κόστος ή/και στη διάθεση προσωπικού χρόνου και καταβολή προσπάθειας, ώστε η αποστολή / εργασία που τους έχει ανατεθεί να ολοκληρωθεί επιτυχώς. Για να μπορέσουν οι εφαρμογές MCS να πετύχουν τη μέγιστη δυνατή τους ανάπτυξη και να επιτραπεί η ανεμπόδιστη εξέλιξή τους, πρέπει να υπάρχουν κατάλληλοι μηχανισμοί παροχής κινήτρων, έτσι ώστε να ενισχυθεί η συνεργασία των χρηστών και να διατηρηθεί η δέσμευσή τους στη συλλογή ή παραγωγή και διαμοιρασμό ποιοτικών δεδομένων. Τα κίνητρα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες: οικονομικά κίνητρα, ενδιαφέροντα και διασκέδαση, κοινωνικοί και ηθικοί λόγοι (π.χ., αναγνώριση χρηστών, κοινωνικοποίηση), ενώ μπορεί να εξεταστεί και η μερική πρόσβαση σε υπηρεσίες και η ενίσχυση της φήμης. Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, θα σχεδιαστεί και θα αναπτυχθεί ένα πλαίσιο προώθησης συνεργασίας χρηστών για συλλογή πληροφοριών σε συστήματα MCS που βασίζεται στη λειτουργία της αγοράς. Ο μηχανισμός παροχής κινήτρων θα αποτελεί ένα σχήμα παροχής οικονομικών κινήτρων, ενώ το προτεινόμενο σχήμα μπορεί να αφορά πραγματικά ή εικονικά νομίσματα, τα οποία μπορούν να ανταλλάξουν οι χρήστες με παροχή συγκεκριμένων υπηρεσιών στις έξυπνες πόλεις.

3.2 Διασφάλιση ποιότητας δεδομένων σε συστήματα ανίχνευσης και συλλογής πληροφοριών με χρήση έξυπνων κινητών συσκευών χρηστών (*Addressing data quality issues for Mobile Crowdsensing systems*)

Επειδή στις εφαρμογές MCS τα παρεχόμενα δεδομένα μπορεί να είναι ανακριβή λόγω του εγγενώς ανοιχτού χαρακτήρα τους, στα πλαίσια της διπλωματικής θα προταθούν κατάλληλοι μηχανισμοί, οι οποίοι θα λάβουν υπόψη και θα αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά το πρόβλημα των δυνητικά ανακριβών/εσφαλμένων δεδομένων. Τέτοιου είδους δεδομένα μπορεί να παραχθούν ακούσια και/ή εκούσια. Η ακούσια παροχή ανακριβών δεδομένων περιλαμβάνει τις περιπτώσεις παρωχημένων ή με θόρυβο δεδομένων (π.χ., λόγω του χρόνου που πέρασε από τη στιγμή που συλλέχθηκαν τα δεδομένα μέχρι τη στιγμή που επεξεργάζονται, σφαλμάτων, χαμηλού επιπέδου διαθέσιμων πόρων, χαμηλής ποιότητας ασύρματη ζεύξη και περιβαλλοντικών αβεβαιοτήτων). Η εκούσια παροχή ανακριβών δεδομένων αναφέρεται σε λανθασμένα δεδομένα τα οποία παρέχονται από κακόβουλους ή/και εγωϊστές χρήστες με σκοπό την υποβάθμιση της χρησιμότητας των συλλεγομένων δεδομένων ή/και της προσωπικής τους ωφέλειας από συγκεκριμένες καταστάσεις (π.χ., ελαχιστοποίηση της καταβαλλόμενης προσπάθειας και των πόρων που καταναλώνονται για συγκεκριμένες συνεισφορές, οδηγώντας στην απόκτηση και διαμοιρασμό χαμηλής ποιότητας δεδομένων, λαμβάνοντας όμως, παρόλα αυτά τη σχετική αμοιβή). Συνεπώς η διατήρηση της ακεραιότητας των συλλεγομένων δεδομένων είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στα πλαίσια του MCS.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας θα σχεδιαστεί και θα αναπτυχθεί ένα γενικό πλαίσιο εμπιστοσύνης, χρησιμοποιώντας ένα συνεργατικό μηχανισμό φήμης, ο οποίος εκτιμά την αξιοπιστία των συμμετεχόντων όσον αφορά τη εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών που αφορούν στη συλλογή πληροφοριών και προβλέπει τη μελλοντική τους συμπεριφορά, λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες επιδόσεις τους στο παρελθόν. Ο μηχανισμός φήμης θα χρησιμοποιεί τεχνικές μηχανικής μάθησης και θα λαμβάνει υπόψη τρέχουσες καταστάσεις του περιβάλλοντος του συμμετέχοντος χρήστη.

3.3 Ανάπτυξη εφαρμογής MCS για την αποδοτική διαχείριση αστικής κυκλοφορίας σε έξυπνες πόλεις.

Τα συστήματα διαχείρισης αστικής κυκλοφορίας θα μπορούσαν να ωφεληθούν σημαντικά από την αρχή της συμμετοχής των πολιτών η οποία είναι εγγενής στις έξυπνες πόλεις, με τους συμμετέχοντες πολίτες να συλλέγουν συνεργατικά πληροφορίες που αφορούν στην πολύπλοκη δυναμική της κυκλοφορίας στο αστικό περιβάλλον (π.χ., παρέχοντας πληροφορίες για την κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατυχήματα και γεγονότα που θα μπορούσαν δυνητικά να οδηγήσουν σε κυκλοφοριακή συμφόρηση). Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, θα σχεδιαστεί και θα υλοποιηθεί μία σχετική εφαρμογή MCS. Δυνητικά, θα μπορούν να ενσωματωθούν και πληροφορίες / γνώση που εξάγεται από μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

4. Δίκτυα και Υπηρεσίες με Επίγνωση Κοινωνικού Περιβάλλοντος Χρήστη

Τα κοινωνικά δίκτυα και η πληροφορία που μπορεί να εξαχθεί από αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου α) να βελτιωθεί η απόδοση της λειτουργίας των τηλεπικοινωνιακών δικτύων (θεωρώντας για παράδειγμα δικτυακές λειτουργίες όπως η δρομολόγηση και η προώθηση δεδομένων σε δίκτυα χωρίς υποδομή και ευκαιριακά δίκτυα) και β) να υποστηριχθούν νέες προηγμένες εξατομικευμένες υπηρεσίες πολυμέσων.

Στο πλαίσιο βελτιστοποίησης της λειτουργίας των δικτύων και των παρεχομένων υπηρεσιών κάνοντας χρήση κοινωνικών πληροφοριών χρηστών, προτείνεται η αντιμετώπιση των ακόλουθων υπο-προβλημάτων:

4.1 Εξαγωγή κοινωνικής πληροφορίας χρηστών από δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης

Στην παρούσα διπλωματική εργασία προτείνεται η υιοθέτηση και η ενίσχυση προτεινόμενων εξατομικευμένων μηχανισμών συστάσεων της διεθνούς βιβλιογραφίας (personalized recommender systems) με στόχο την εξαγωγή / διερεύνηση / σύσταση ύπαρξης δεσμών μεταξύ χρηστών κοινωνικών δικτύων και η εφαρμογή αυτών των μηχανισμών σε συγκεκριμένα κοινωνικά δίκτυα ή σε διαθέσιμα ανοιχτά σύνολα δεδομένων (π.χ., Epinions dataset) με στόχο την αποτίμηση της απόδοσής τους.

4.2 Αποδοτικοί μηχανισμοί δρομολόγησης με χρήση κοινωνικής πληροφορίας χρηστών σε δίκτυα χωρίς υποδομή

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας θα αναπτυχθεί ένας μηχανισμός για την αποδοτική δρομολόγηση πληροφοριών σε δίκτυα χωρίς υποδομή. Το πρόβλημα επιλογής του επόμενου κόμβου κάθε φορά για την προώθηση της πληροφορίας θα επιλύεται με βελτιστοποίηση μίας πολυπαραμετρικής συνάρτησης (objective function), λαμβάνοντας υπόψη εκτός των άλλων παραμέτρων (όπως ενεργειακά αποθέματα των κόμβων, απόσταση από τον αποστολέα, φήμη των κόμβων όσον αφορά την επιτέλεση δικτυακών λειτουργιών) και κοινωνική πληροφορία χρηστών που εξάγονται από δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης. Επίσης, το πρόβλημα επιλογής μπορεί να επιλυθεί υιοθετώντας έναν μηχανισμό που βασίζεται σε λειτουργία της αγοράς, θεωρώντας δυναμική τιμολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών του κάθε κόμβου όσον αφορά την προώθηση πακέτων που αφορούν άλλους κόμβους.