
Περίληψη

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών (Intelligent Transportation Systems – ITS) που αφορούν στη βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών και της οδικής ασφάλειας έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον ερευνητών και ακαδημαϊκών. Παρόλ' αυτά, ελάχιστες έρευνες έχουν επικεντρωθεί στα ξεχωριστά χαρακτηριστικά της κίνησης των Μηχανοκίνητων Δικύκλων (ΜΔ) και στο πως αυτά μπορούν να επηρεάσουν την αρχιτεκτονική και τη λειτουργικότητα των ITS ιδιαίτερα όταν οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της επικοινωνίας Οχήματος-με-όχημα (Vehicle-to-Vehicle – V2V) τρέχουν με ραγδαία ταχύτητα. Σκοπός της διατριβής είναι η διερεύνηση της διαδικασίας λήψης των αποφάσεων των οδηγών κατά την προσπέραση οχημάτων από μηχανοκίνητα δίκυκλα και της αλληλεπίδρασής τους με τα υπόλοιπα οχήματα σε αστική αρτηρία σε συνθήκες στρατηγικής αλληλεξάρτησης.

Αρχικά, η βιβλιογραφική ανασκόπηση που διενεργήθηκε ανέδειξε σημαντικά ευρήματα. Μία από τις πιο βασικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι ερευνητές όσον αφορά στην μελέτη φαινομένων κίνησης ΜΔ είναι η έλλειψη πραγματικών δεδομένων από τους πολύπλοκους ελιγμούς τους και των μη συμβατικών τροχιών τους που είναι δύσκολο να αναπαρασταθούν ή να προτυποποιηθούν με τη χρήση μεθόδων προσομοίωσης. Ως εκ τούτου, η χρήση νέων τεχνολογιών ως ένα μέσο καταγραφής της κυκλοφορίας συζητείται και προτείνεται. Επιπλέον, αναδεικνύεται η ανάγκη για μία διαφορετική προσέγγιση στο φαινόμενο της προσπέρασης των μοτοσυκλετιστών σε σχέση με τον τρόπο που το έχουν προσεγγίσει έως τώρα έρευνες για τα υπόλοιπα οχήματα. Τέλος, προκύπτει ότι η έρευνα και η εφαρμογή των ITS θα πρέπει να επεκταθούν για την υποστήριξη σε τομείς πέραν της οδικής ασφάλειας, με έμφαση στη συνεργασία ΜΔ-οχημάτων και στη βελτίωση κυκλοφοριακών συνθηκών.

Για τη δημιουργία μίας λεπτομερούς βάσης δεδομένων με τροχιές ΜΔ γίνεται η χρήση των Μη Επανδρωμένων Εναέριων Συστημάτων (ΜΕΣ – Unmanned Aerial System – UAS). Αν και οι περισσότεροι ερευνητές στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιήσει σταθερές κάμερες για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας, προκύπτουν αρκετά θέματα στην παρακολούθηση του ίχνους των οχημάτων σε ένα εκτεταμένου μήκους τμήμα μιας αρτηρίας. Ενώ τα UAS (ευρέως γνωστά ως «drones») είναι στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος για στρατιωτικούς ή ψυχαγωγικούς σκοπούς, αναδεικνύεται ότι δύνανται να αποτελέσουν σημαντικό κομμάτι της υποδομής των ITS. Κάνοντας χρήση UAS και ανεπτυγμένων τεχνικών όρασης υπολογιστών, συλλέχθηκαν δεδομένα από πάνω από 400 περιπτώσεις προσπεράσεων.

Η λεπτομερής βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε άνοιξε το δρόμο για τη χρήση ανεπτυγμένων μεθοδολογικών εργαλείων. Αναπτύχθηκαν Δέντρα Αποφάσεων και άλλοι μέτα-αλγόριθμοι, μία ειδική περίπτωση προτύπων Μηχανικής Μάθησης, με σκοπό την προτυποποίηση των μη συμβατικών σεναρίων προσπέρασης των ΜΔ. Τα ανεπτυγμένα πρότυπα δέντρων αποφάσεων δίνουν τη δυνατότητα να περιγραφεί η διαδικασία λήψης αποφάσεων του μοτοσυκλετιστή και να αναδειχθούν οι σημαντικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά την προσπέραση, όπως διαφορές ταχυτήτων, χωρικοί παράγοντες και η τοποθέτηση των οχημάτων. Επιπλέον, τα δύο πρότυπα έχουν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά ορθής πρόβλεψης της οδηγικής συμπεριφοράς του μοτοσυκλετιστή και μπορούν να αποτελέσουν τη βάση στο σχεδιασμό σύγχρονων έξυπνων συστημάτων.

Στη συνέχεια, γίνεται διερεύνηση στην αλληλεπίδραση των ΜΔ και των υπόλοιπων οχημάτων σε τμήμα μιας αρτηρίας. Κάνοντας χρήση της Θεωρίας Παιγνίων (Game Theory), ο μοτοσυκλετιστής και ο οδηγός του προπορευόμενου οχήματος θεωρούνται δύο ορθολογικοί «παίκτες» που αναπτύσσουν στρατηγικές με σκοπό να μεγιστοποιήσουν τις απολαβές τους. Αυτές οι στρατηγικές είναι είτε συνεργατικές είτε όχι, αναλόγως τις αποστάσεις και τα κενά ασφαλείας που διατηρούν οι οδηγοί, ενώ και άλλοι παράγοντες οδηγικής συμπεριφοράς λαμβάνονται υπόψη. Κάνοντας χρήση ανεπτυγμένων στατιστικών μεθόδων και προτύπων δομικών εξισώσεων ορίζεται ένα νέο καινοτόμο ως «Άνεση κατά την Προσπέραση» με σκοπό να περιγράψει τους συμπληρωματικούς παράγοντες που συνδέονται με την υψηλή ταχύτητα κατά την προσπέραση, όπως η ασφάλεια και η ευχαρίστηση των οδηγών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η συνεργασία μεταξύ των οδηγών μπορεί να επέλθει σε ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον όπως είναι αυτό των αστικών οδών. Τα πλεονεκτήματα της συνεργασίας αποτυπώνονται στην αύξηση της μέσης ταχύτητας των οχημάτων, στην αυξημένη «Άνεση κατά την Προσπέραση» και στην αύξηση του ποσοστού επιτυχημένων προσπεράσεων. Σε συνδυασμό με την υψηλή προβλεψιμότητα των προτύπων, η συνεργασία σε κυκλοφοριακές συνθήκες με διαφορετικές κατηγορίες οχημάτων μπορεί να ενισχυθεί και να αντιμετωπιστούν προβλήματα στην αντιληψιμότητα των δικύκλων από τους άλλους οδηγούς.

Στη συνέχεια περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο τα συγκεκριμένα ευρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό καινοτόμων εφαρμογών και υπηρεσιών. Περιγράφεται ένα σύστημα όπου με τη χρήση ασύρματων τεχνολογιών και μετάδοσης πληροφοριών μεταξύ των οδηγών σε μία οδό, θα προτείνεται στο μοτοσυκλετιστή να ολοκληρώσει με ασφάλεια και άνεση την προσπέραση ενώ ο διαχειριστής ενός

δικτύου θα μπορεί να μεταβάλλει τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά μιας οδού μεταβάλλοντας τις συνθήκες συνεργασίας.

Οι καινοτομίες της διδακτορικής διατριβής συνοψίζονται στην πρωτότυπη χρήση των Μη Επανδρωμένων Εναέριων Συστημάτων ως μέρος της υποδομής των ITS, στην ειδική προσέγγιση στα φαινόμενα αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων οχημάτων σε τμήμα μίας αρτηρίας, στη χρήση προχωρημένων τεχνικών Μηχανικής Μάθησης και στην εφαρμογή της Θεωρίας Παιγνίων σε φαινόμενα κυκλοφορίας. Η συνεισφορά των αποτελεσμάτων και των ευρημάτων που προέκυψαν από την προτυποποίηση της διαδικασίας λήψης των αποφάσεων των οδηγών και της αλληλεπίδρασης διαφορετικών τύπων οχημάτων είναι ιδιαίτερης σημασίας για το σχεδιασμό σύγχρονων έξυπνων συνεργατικών συστημάτων μεταφορών, ιδιαίτερα σε ένα περιβάλλον όπου οι τεχνολογίες V2V, τα αυτόνομα οχήματα (Autonomous Vehicles) και τα συνδεδεμένα οχήματα (Connected Vehicles) είναι στα φλέγοντα ζητήματα που απασχολούν τη διεθνή ερευνητική κοινότητα.