

Χωρική Ανάλυση Συμπεριφοράς Ασφάλειας Οδηγών με Δεδομένα από Έξυπνα Κινητά Τηλέφωνα

Ηλίας – Αλέξανδρος Παρμακσίζογλου

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Μάρτιος 2018

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής



Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η πραγματοποίηση χωρικής ανάλυσης συμπεριφοράς ασφάλειας οδηγών με δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα

- i. Ερμηνεία των **φαινομένων οδικής συμπεριφοράς** που παρατηρούνται στον οδικό άξονα μελέτης
- ii. Πρόβλεψη των **απότομων συμβάντων ανά ημέρα** σε επίπεδο περιοχής από οδηγικά και χωρικά μεγέθη

Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας



Συστήματα Καταγραφής της Οδικής Συμπεριφοράς

- i. Η **αποτελεσματικότερη λειτουργία** των συστημάτων καταγραφής δεδομένων απαιτεί σύνδεση με πληροφοριακά συστήματα
- ii. Τα **συστήματα καταγραφής** αποτυπώνουν τόσο την ανθρώπινη συμπεριφορά όσο και τα μηχανικά χαρακτηριστικά του οχήματος
- iii. Η καταγραφή της Οδικής Συμπεριφοράς και η **διαρκής παρακολούθηση** της βελτιώνει τα επίπεδα οδικής ασφάλειας

Χωρική Ανάλυση & Οδική Ασφάλεια

- i. Συλλογή οδικών δεδομένων σε **πραγματικό χρόνο** σε συνδυασμό με εφαρμογές GIS, εφαρμόζεται ήδη για βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας
- ii. Η Χωρική Ανάλυση συντελεί στην αναγνώριση παραγόντων οι οποίοι **δεν θα ήταν αντιληπτοί** χωρίς γεωγραφικό προσδιορισμό
- iii. Η συμπεριφορά ασφάλειας οδηγών, διαφοροποιείται σε σχέση με το **είδος του οδικού περιβάλλοντος**

Χωρική Ανάλυση

- Γεωγραφικό Στίγμα
- Συστήματα Αναφοράς
- Δείκτες Χωρικής Κεντρικότητας
- Χωρικά Πρότυπα παρατηρήσεων

Στατιστική Ανάλυση

- Εξαρτημένη Μεταβλητή συνεχής
- Ανεξάρτητες Μεταβλητές συνεχείς/διακριτές
- Συντελεστές β_i
- Στατιστική σημαντικότητα (t-ratio)

Συλλογή Στοιχείων

Η πλατφόρμα OSeven



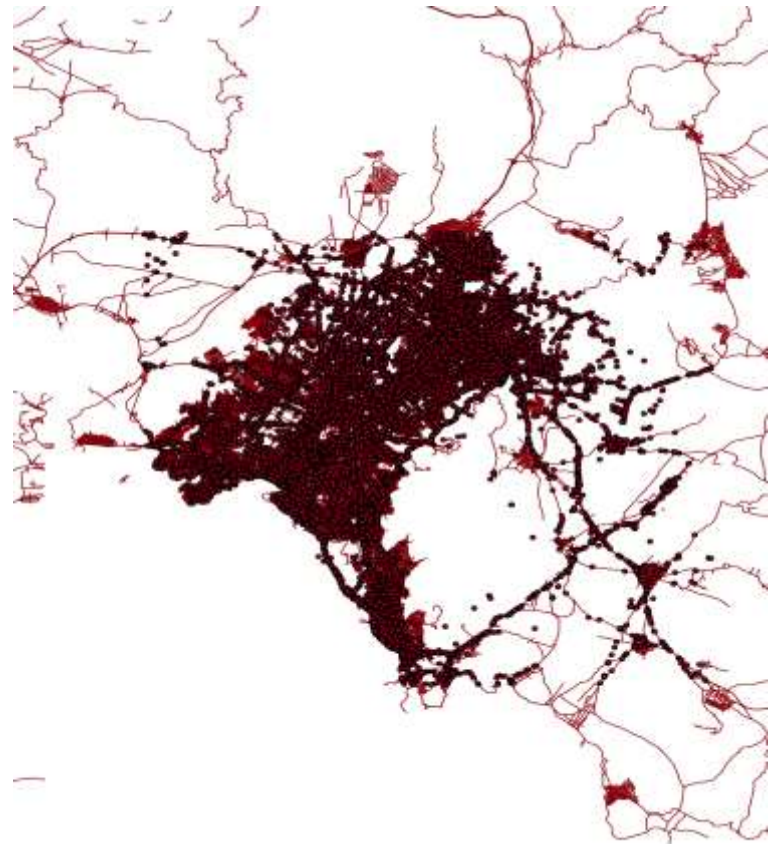
- i. Φιλική προς το χρήστη **εφαρμογή smartphone**
- ii. Αυτόματη καταγραφή από **αισθητήρες** του κινητού τηλεφώνου (smartphone)
- iii. Μεταφορά των δεδομένων στην **κεντρική βάση δεδομένων** του OSeven backend office μέσω wifi
- iv. Αλγόριθμοι **Machine Learning (ML)** για τη μείωση του όγκου των δεδομένων, την ανίχνευση συμπεριφορών οδήγησης και τη δημιουργία χρήσιμων δεικτών οδικής ασφάλειας
- v. Αξιόπιστα αναλυτικά **στοιχεία για κάθε οδηγό** διαθέσιμα στο χρήστη (feedback)
- vi. Διασφάλιση προστασίας προσωπικών δεδομένων με προηγμένες **τεχνικές κρυπτογράφησης** και ασφάλειας

Διαδικασία Επεξεργασίας σε περιβάλλον GIS

- i. Προβολή παρατηρήσεων στο λογισμικό ArcMap σε σωστό **Σύστημα Αναφοράς**
- ii. Διευθέτηση Περιοχών Οδικού Άξονα σε **οριοθετημένες** περιοχές μεταξύ κόμβων και περιοχές κόμβου
- iii. Διαχωρισμός των παρατηρήσεων και **δημιουργία στατιστικών μεγεθών** για ανάλυση ανά περιοχή μελέτης
- iv. Δημιουργία **Βασικών Πινάκων** Στατιστικής Ανάλυσης από δεδομένα Οδηγικής Συμπεριφοράς και Χαρακτηριστικά της Οδού

Προβολή Στοιχείων σε ArcMap

- i. Επιλογή **ΕΓΣΑ'87** ως Σύστημα Αναφοράς
- ii. Εισαγωγή **οδικών αξόνων** Αττικής στο ArcMap
- iii. Εισαγωγή παρατηρήσεων **βάσεων δεδομένων** στον Χάρτη



Διευθέτηση Περιοχών Οδικού Άξονα

Άξονας Μελέτης Λεωφόρος Μεσογείων

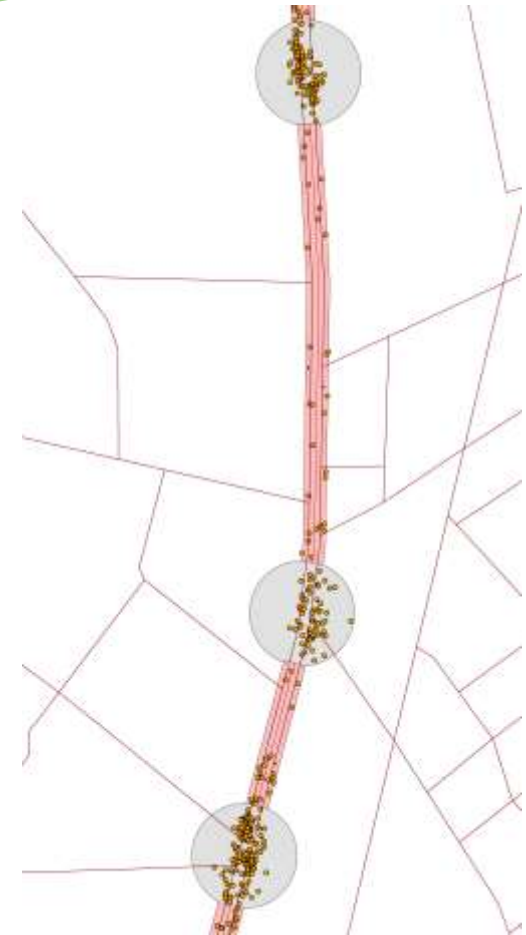
Περιοχές Κόμβου

- Περιοχή επιρροής μορφής κύκλου
- Κέντρο κύκλου στην εκτιμώμενη συμβολή οδών
- Ακτίνα επιρροής 50 m

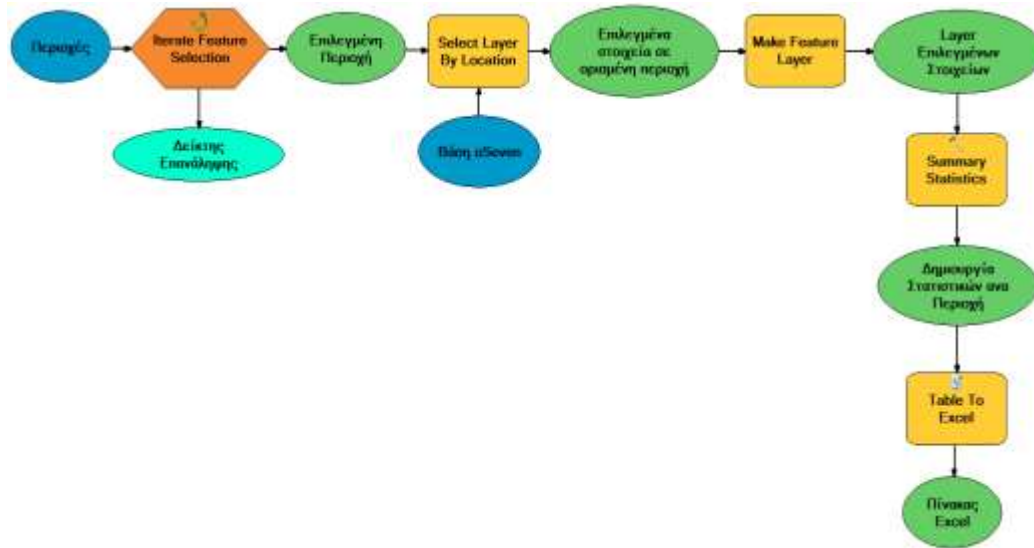
Περιοχές μεταξύ Κόμβων

- Πολυγωνικές περιοχές ανάλογα με γεωμετρικά χαρακτηριστικά άξονα
- Πλάτος επιρροής 12 m
- Διαχωρισμός περιοχών σε άνοδο και κάθοδο

Διαχωρισμός Οδικού Άξονα σε 58 περιοχές



Διαχωρισμός και Στατιστική Περιγραφή Στοιχείων



- i. Επαναληπτική Διαδικασία μέσω **Model Builder**
- ii. Διαχωρισμός παρατηρήσεων ανά **οριοθετημένη περιοχή** μελέτης
- iii. Αξιοποίηση των **παραμέτρων επικίνδυνης οδήγησης** αρχικής Βάσης Δεδομένων
- iv. Δημιουργία Στατιστικών Μεγεθών ανά **οριοθετημένη περιοχή** μελέτης
- v. Δημιουργία πινάκων με **παρατηρήσεις** ανά οριοθετημένη περιοχή και **στατιστικά μεγέθη** ανά περιοχή

Δημιουργία Βασικών Πινάκων

Πίνακες ανά είδος απότομου συμβάντος και οριοθετημένης περιοχής

i. Χωρικά Χαρακτηριστικά

- ✓ Επιτόπια αυτοψία (λεωφορειολωρίδα, αριθμός στάσεων κ.α.)
- ✓ Μετρήσεις σε Google Maps (Κλίση οδού, Μήκος Οδού κ.α.)

ii. Χαρακτηριστικά Επικίνδυνης Οδήγησης

- ✓ Στατιστικά Μεγέθη ανά περιοχή (μέσες τιμές ταχύτητας, διαφοράς ταχύτητας, απόστασης ανά περιοχή κ.α.)

iii. Χρονικά Χαρακτηριστικά

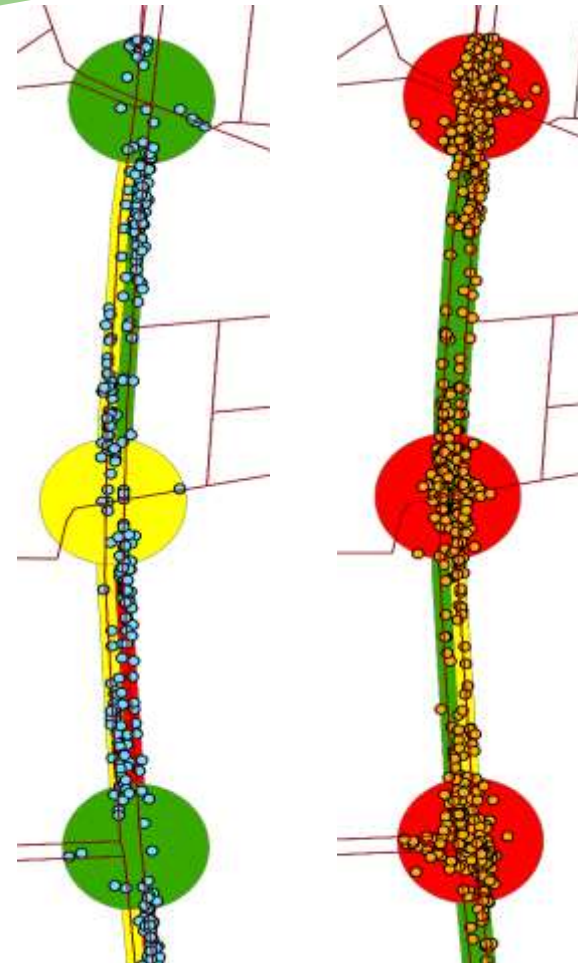
- ✓ Χρονικό εύρος δείγματος μελέτης
- ✓ Αριθμός ημερών με τουλάχιστον μια παρατήρηση

iv. Τελικές Μεταβλητές προς μελέτη

- ✓ απότομο συμβάν ανά ημέρα
- ✓ πιθανότητα για απότομο συμβάν ανά ημέρα

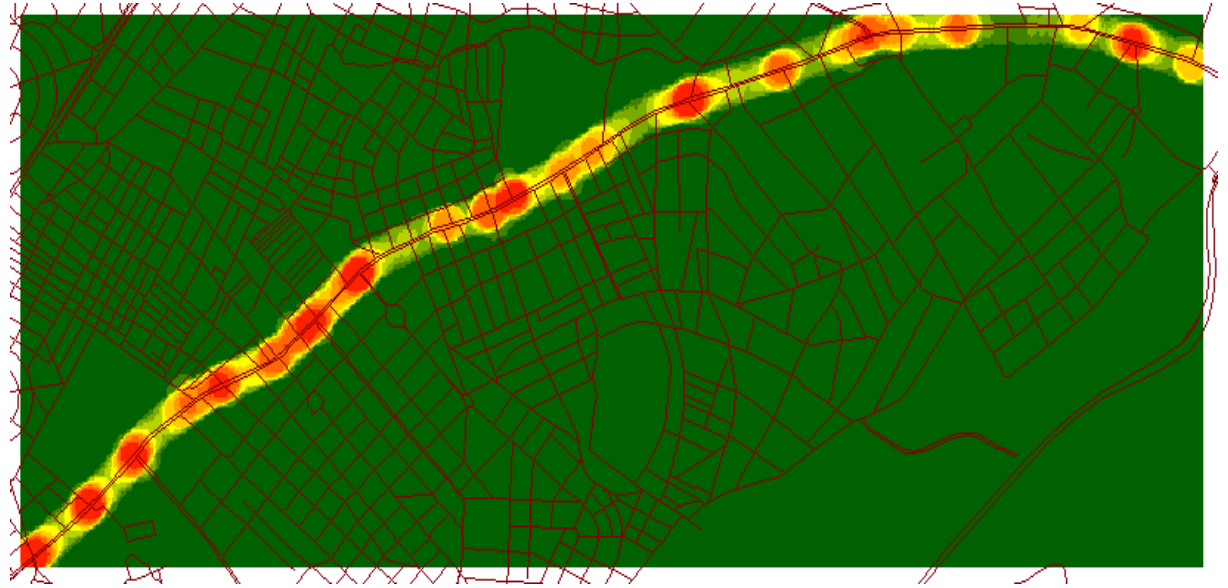
Χωρική Απεικόνιση Παρατηρήσεων

- i. Πυκνότητα Παρατηρήσεων
- ii. Χωρικοί Μέσοι Παρατηρήσεων
- iii. Χρωματική Διαβάθμιση Οδικού Άξονα
- iv. Απεικόνιση Παρατηρήσεων με Βαρύτητα



Πυκνότητα Παρατηρήσεων

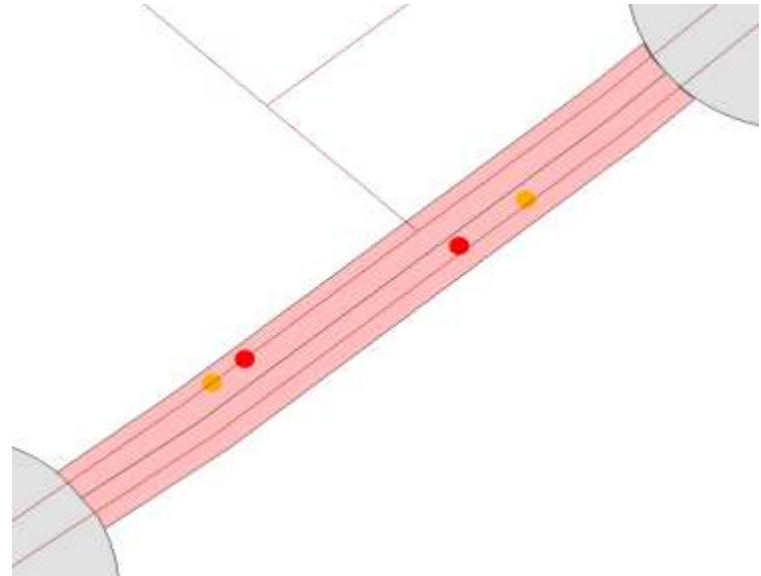
- ✓ Παρατηρήθηκε σημαντική **συσσώρευση** των απότομων συμβάντων, σε περιοχές κόμβου και αυξημένη συσσώρευση σε περιοχές με συχνούς διαδοχικούς κόμβους



Ενδεικτικό Παράδειγμα Απότομων Επιβραδύνσεων

Χωρικοί Μέσοι Παρατηρήσεων

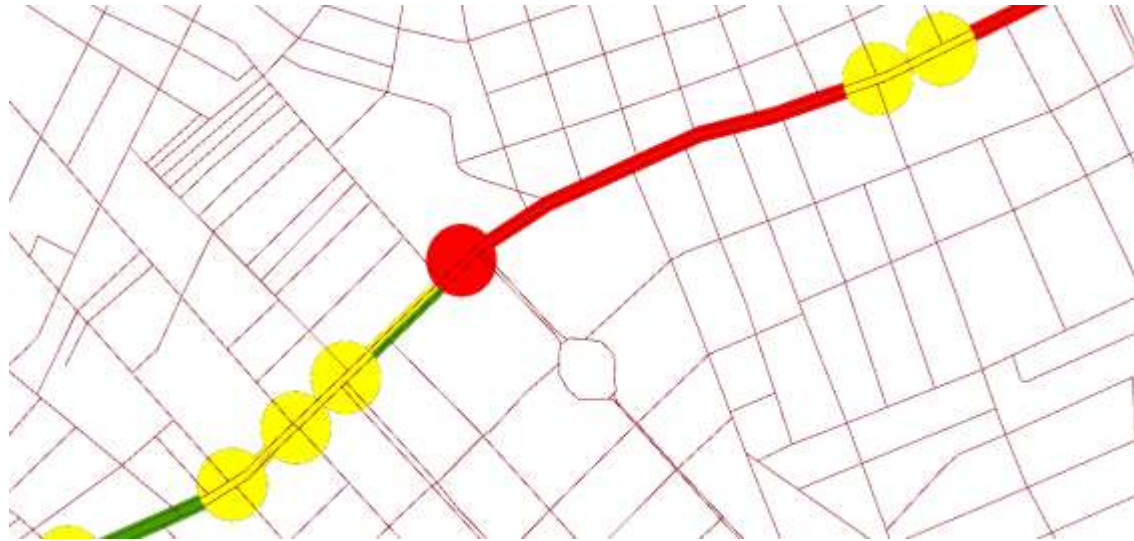
- ✓ Οι χωρικοί μέσοι των απότομων συμβάντων για περιοχές μεταξύ κόμβων συγκλίνουν ελαφρά προς την **είσοδο σε κόμβο**. Σε περιοχές κόμβου, οι χωρικοί μέσοι των απότομων συμβάντων τείνουν προς το **κεντροειδές** του κόμβου



Ενδεικτικό Παράδειγμα σε περιοχή μεταξύ κόμβων

Χρωματική Διαβάθμιση Οδικού Άξονα

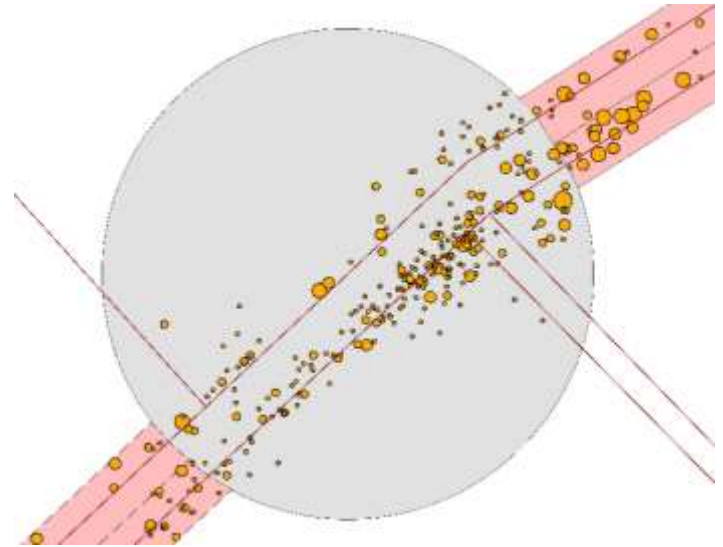
- ✓ Οι τιμές πιθανότητας απότομων συμβάντων παρέμειναν σε γενικές γραμμές **μικρότερες από 30 %**. Η ύπαρξη μεγαλύτερου δείγματος θα μπορούσε να αποφέρει πιο συντηρητικά αποτελέσματα



Ενδεικτικό Παράδειγμα Απότομων
Επιταχύνσεων

Απεικόνιση Παρατηρήσεων με Βαρύτητα

- ✓ Η βαρύτητα στις παρατηρήσεις υπέδειξε ότι **μεγαλύτερες ταχύτητες** παρατηρούνται σε περιοχές μεταξύ κόμβων. Ωστόσο, η **διαφορά ταχύτητας** συμβάντος, είναι σπουδαιότερη στους κόμβους για απότομες επιταχύνσεις και στην προσέγγιση κόμβου για απότομες επιβραδύνσεις



Ενδεικτικό Παράδειγμα για απότομες επιταχύνσεις σε περιοχή κόμβου με βαρύτητα στην ταχύτητα συμβάντος

Συμπεράσματα Χωρικής Ανάλυσης

- i. Η χρήση των **προγραμμάτων GIS** είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια του Συγκοινωνιολόγου Μηχανικού
- ii. Η δημιουργία αναλυτικών χαρτών μπορεί να βοηθήσει στην παρατήρηση ενδιαφερόντων **μορφότυπων** (patterns) για την καλύτερη αξιολόγηση της περιοχής μελέτης
- iii. Η χωρική ανάλυση μπορεί να βοηθήσει στην **λήψη σωστών αποφάσεων** πριν την έναρξη της στατιστικής ανάλυσης

Στατιστική Επεξεργασία

- i. Εισαγωγή των Βασικών Πινάκων στο Λογισμικό IBM SPSS 21.0
- ii. Έλεγχος συσχέτισης των μεταβλητών
- iii. Καθορισμός βέλτιστου κοινού μοντέλου, ανεξαρτήτως είδους απότομου συμβάντος
- iv. Στατιστικοί έλεγχοι μαθηματικών μοντέλων

Συγκεντρωτικός Πίνακας Μοντέλων

	Μοντέλα Γραμμικής Παλινδρόμησης			
	Περιοχή Κόμβου		Περιοχή μεταξύ Κόμβων	
	Απότομες Επιβραδύνσεις ανά ημέρα	Απότομες Επιπαχύνσεις ανά ημέρα	Απότομες Επιβραδύνσεις ανά ημέρα	Απότομες Επιπαχύνσεις ανά ημέρα
Σταθερά	-0,011	0.276	0.0811	0.0712
Δεξιόστροφες έξοδοι από περιοχή κόμβου (0-2)	0.029	0.1		
Ύπαρξη Λεωφορειολωρίδας (0/1)			0.0314	0.0455
Μήκος οδού (m)			0.0001	0.0002
Τυπική απόκλιση της ταχύτητας απότομου συμβάντος ανα περιοχή (km/h)	-0,019	-0,068		
Ελάχιστη τιμή της απόστασης απότομου συμβάντος ανα περιοχή (m)			-0,024	-0,040
Μέγιστη τιμή της διαφοράς της ταχύτητας απότομης επιπάχυνσης ανα περιοχή (km/h)		0.008		
Μέγιστη τιμή της διαφοράς της ταχύτητας απότομης επιβράδυνσης ανα περιοχή (km/h)	0.006			

Συμπεράσματα Στατιστικής Ανάλυσης Χωρικά Μεγέθη

- i. Όσο αυξάνεται ο **αριθμός των δεξιών εξόδων** από το κόμβο, αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης απότομου συμβάντος ανά ημέρα
- ii. Για κάθε **μέτρο αύξησης του μήκους** σε περιοχές μεταξύ κόμβων αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης απότομου συμβάντος ανά ημέρα
- iii. Η **ύπαρξη λεωφορειολωρίδας** λειτουργεί αυξητικά στη συχνότητα εμφάνισης απότομου συμβάντος σε περιοχή μεταξύ κόμβων

Συμπεράσματα Στατιστικής Ανάλυσης

Οδηγική Συμπεριφορά

- i. Η **μεγιστοποίηση της ταχύτητας** συμβάντος σε περιοχή κόμβου, αυξάνει τη συχνότητα απότομου συμβάντος ανά ημέρα
- ii. Η **μεγιστοποίηση της διαφοράς ταχύτητας**, βοηθά στην αύξηση των απότομων συμβάντων ανά ημέρα, σε περιοχή κόμβου
- iii. Αντιστρόφως λειτουργεί η **τυπική απόκλιση της ταχύτητας**, η αύξηση της οποίας συντελεί στη μείωση των απότομων συμβάντων ανά ημέρα, σε περιοχή κόμβου
- iv. Η **ελαχιστοποίηση της απόστασης** συμβάντος μειώνει την συχνότητα απότομου συμβάντος, σε περιοχές μεταξύ κόμβων

Προτάσεις για Οδική Ασφάλεια

- i. Συνδυασμός δεδομένων οδικής συμπεριφοράς με χωρικό προσδιορισμό και προγραμμάτων GIS για **υπόδειξη επικίνδυνων σημείων** οδικών αξόνων
- ii. Συσχέτιση ενδεχόμενων επικίνδυνων σημείων με υπάρχοντες **χάρτες επικίνδυνων θέσεων**
- iii. Αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας από φορείς, για τυχούσες **επεμβάσεις σε επικίνδυνες θέσεις** του οδικού άξονα μελέτης
- iv. Αξιοποίηση δεδομένων οδικής συμπεριφοράς και **σε πραγματικό χρόνο** από τους φορείς αστυνομεύσεις

Προτάσεις για περαιτέρω Έρευνα

- i. Παρατήρηση των σημαντικών μεταβλητών σε **μεγαλύτερο δείγμα** παρατηρήσεων και οδηγών
- ii. Συνδυασμός των Βασικών Πινάκων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, με **στοιχεία Κυκλοφοριακής Ροής** της εξεταζόμενης περιοχής
- iii. Εισαγωγή του **χρόνου** ως παράγοντα διαφοροποίησης των φαινομένων στη μελέτη
- iv. Μελέτη οδικών αξόνων με εντελώς **διαφορετικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά** και χρήση

Ευχαριστώ για την προσοχή σας ...

Χωρική Ανάλυση Συμπεριφοράς Ασφάλειας Οδηγών με Δεδομένα από Έξυπνα Κινητά Τηλέφωνα

Ηλίας – Αλέξανδρος Παρμακσίζογλου

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Μάρτιος 2018

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής

