



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

ΣΑΠΛΑΟΥΡΑΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2015

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- ✓ Καθορισμός Στόχου
- ✓ Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- ✓ Θεωρητικό Υπόβαθρο
- ✓ Συλλογή Στοιχείων
- ✓ Στατιστική Επεξεργασία
- ✓ Αποτελέσματα Ανάλυσης
- ✓ Συμπεράσματα
- ✓ Βελτίωση Κυκλοφοριακής Συμπεριφοράς
- ✓ Περαιτέρω Έρευνα

ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Διερεύνηση της κυκλοφοριακής συμπεριφοράς του οδηγού με χρήση των διαγνωστικών στοιχείων του οχήματος.

Εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο τα διάφορα στοιχεία που συνθέτουν τον τρόπο οδήγησης του οδηγού (ταχύτητα, επιτάχυνση, επιβράδυνση κτλ) αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και καθορίζουν την οδηγική του συμπεριφορά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Διεθνείς έρευνες σχετικά με την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στην επιστήμη της οδικής ασφάλειας



Συμβολή συσκευών καταγραφής δεδομένων εντός οχήματος:

- Βελτίωση οδικής ασφάλειας και συμπεριφοράς οδηγών
- Έγκαιρη πρόληψη και αντιμετώπιση ατυχημάτων, ειδικότερα όταν υπάρχει ηχητική προειδοποίηση εντός του οχήματος

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Κενό γνώσης σχετικά με την αλληλεπίδραση των στοιχείων που συνθέτουν τον τρόπο οδήγησης και καθορίζουν την κυκλοφοριακή συμπεριφορά του οδηγού



Προσπάθεια κάλυψης του συγκεκριμένου αντικειμένου μέσω της παρούσας έρευνας

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

❖ Μέθοδοι Ανάλυσης:

- ✓ Γραμμική Παλινδρόμηση
- ✓ Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση
- ✓ Λογιστική Παλινδρόμηση

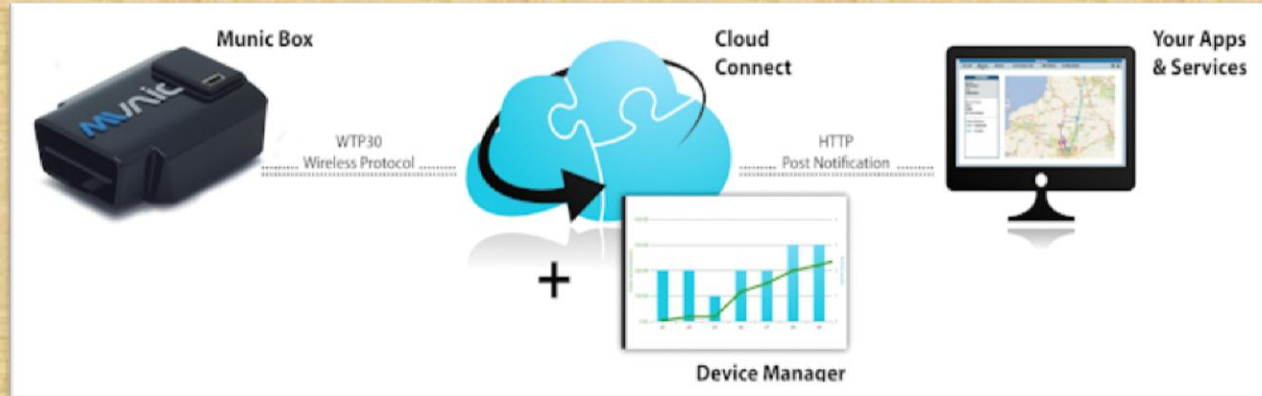
❖ Εξαρτημένες Μεταβλητές:

- ✓ Συνεχείς
- ✓ Διακριτές

❖ Στατιστικοί Έλεγχοι:

- ✓ Συντελεστές β_i
- ✓ Στατιστική Σημαντικότητα (δείκτης t, Wald)
- ✓ Πιθανότητα Πρόβλεψης
- ✓ Ποιότητα Μοντέλου (συντελεστής συσχέτισης R^2)

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ



- Συσκευή πρόσβασης στα διαγνωστικά (27 x 48 x 49.5 cm)
- Κεντρική Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου
- Υπηρεσία αποθήκευσης δεδομένων στο διαδίκτυο (Cloud Connect)
- Προσωπικός Η/Υ σε μορφή αρχείου csv

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- Ημέρα και Ώρα Οδήγησης
- Συντεταγμένες
- Ταχύτητα
- Καταγραφή συμβάντος
- Στροφές ανά λεπτό
- Διανυόμενη απόσταση
- Κατανάλωση καυσίμων
- Κατάσταση μπαταρίας

Η στιγμή εκείνη όπου ο οδηγός πραγματοποιεί απότομη αλλαγή ταχύτητας ή απότομο ελιγμό.

Όριο: $1,50 \text{ m/s}^2$

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- Μετατροπή σε μορφή αρχείου Excel
- Συντεταγμένες → Τύπος οδού
- Τύπος οδού + Ταχύτητα + ΚΟΚ → Παραβίαση ορίων ταχύτητας
- Ώρα οδήγησης → Επικίνδυνες ώρες
- Απότομη επιτάχυνση
- Απότομη επιβράδυνση
- Απότομη δεξιά στροφή
- Απότομη αριστερή στροφή

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

❖ Εισαγωγή βάσης δεδομένων στο ειδικό στατιστικό πρόγραμμα

❖ Εξαρτημένες Μεταβλητές:

Απότομη δεξιά στροφή
Απότομη αριστερή στροφή
Απότομη επιβράδυνση
Απότομη επιτάχυνση
Παραβίαση ορίου ταχύτητας

Διακριτές

Ταχύτητα οχήματος

Συνεχής

Λογιστική Ανάλυση Παλινδρόμησης

(μη εμφάνιση συμβάντος $\rightarrow 0$
(εμφάνιση συμβάντος $\rightarrow 1$

Γραμμική Ανάλυση Παλινδρόμησης

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

❖ Ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων (Λογιστική Παλινδρόμηση):

- ✓ Εξηγήσιμα β_i ($U = \beta_0 + \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \dots + \beta_i\chi_i \rightarrow P = \frac{e^U}{e^{U+1}}$)
- ✓ Ο σταθερός όρος να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος
- ✓ Έλεγχος Wald $> 1,7$ για επίπεδο σημαντικότητας 95%
- ✓ Συνιστάται επίπεδο σημαντικότητας για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή $< 5\%$
- ✓ Όσο το δυνατόν υψηλότερος συντελεστής συσχέτισης R^2

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- ❖ Ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων (Γραμμική Παλινδρόμηση):
 - ✓ Εξηγήσιμα β_i ($y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + \varepsilon_i$)
 - ✓ Ο σταθερός όρος να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος
 - ✓ Έλεγχος $t > 1,7$ για επίπεδο σημαντικότητας 95%
 - ✓ Συνιστάται επίπεδο σημαντικότητας για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή $< 5\%$
 - ✓ Όσο το δυνατόν υψηλότερος συντελεστής συσχέτισης R^2

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Απότομη Δεξιά Στροφή	Απότομη Αριστερή Στροφή	Απότομη Επιβράδυνση	Απότομη Επιτάχυνση	Παραβίαση Ανώτατου Ορίου Ταχύτητας	Ταχύτητα Οχήματος
Σταθερό	-0.129	-0.046	-0.469	0.826	-3.575	38.022
Ημέρα Οδήγησης						
Επικίνδυνες Ώρες						2.375
Τύπος Οδού						
Απότομη Επιτάχυνση	-1.651	-2.158			-4.316	-16.032
Απότομη Επιβράδυνση	-1.714	-2.022			-5.216	-10.006
Απότομη Δεξιά Στροφή						
Απότομη Αριστερή Στροφή						
Παραβίαση Ανώτατου Ορίου Ταχύτητας	-5.281	-6.083	-5.549	-3.906		38.385
Ταχύτητα Οχήματος				-0.041	0.122	
Κατανάλωση Καυσίμων						
Στροφές ανά λεπτό						

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

➤ Απότομοι ελιγμοί:

- ✓ Παραβίαση ορίου ταχύτητας
- ✓ Απότομη επιτάχυνση
- ✓ Απότομη επιβράδυνση

➤ Απότομη επιβράδυνση:

- ✓ Παραβίαση ορίου ταχύτητας

➤ Απότομη επιτάχυνση:

- ✓ Παραβίαση ορίου ταχύτητας
- ✓ Ταχύτητα οχήματος

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

➤ Παραβίαση ορίου ταχύτητας:

- ✓ Ταχύτητα οχήματος
- ✓ Απότομη επιβράδυνση
- ✓ Απότομη επιτάχυνση

➤ Ταχύτητα οχήματος:

- ✓ Παραβίαση ορίου ταχύτητας
- ✓ Απότομη επιτάχυνση
- ✓ Απότομη επιβράδυνση
- ✓ Επικίνδυνες ώρες

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

- ❖ Βασικός παράγοντας για όλες τις παραμέτρους είναι η παραβίαση του ορίου ταχύτητας
- ❖ Μεγάλη σημασία παρουσιάζουν και οι απότομες αλλαγές της ταχύτητας του οδηγού
- ❖ Η ταχύτητα του οχήματος δεν επηρεάζει την εμφάνιση συμβάντων απότομων ελιγμών
- ❖ Τα συμβάντα απότομων αλλαγών ταχύτητας μειώνονται με την αύξηση της ταχύτητας του οχήματος

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ❖ Τα δεδομένα τα οποία βρίσκονται στο σύστημα διαγνωστικών του οχήματος μπορούν να φανούν ιδιαιτέρως χρήσιμα για την διερεύνηση της κυκλοφοριακής συμπεριφοράς του οδηγού
- ❖ Ο οδηγός παραμένει προσεκτικός όταν υπερβαίνει τα όρια ταχύτητας
- ❖ Με αύξηση της ταχύτητας του οχήματος, παρατηρείται και αύξηση των συμβάντων παραβίασης των ορίων ταχύτητας

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ❖ Η σχέση μεταξύ απότομων ελιγμών και απότομων αλλαγών ταχύτητας είναι αντιστρόφως ανάλογη
- ❖ Ο οδηγός κινείται σε υψηλότερες ταχύτητες κατά τη διάρκεια των επικίνδυνων ωρών (00:00 – 04:00)
- ❖ Μεταβλητές όπως η ημέρα οδήγησης ή ο τύπος της οδού δεν επιδρούν σημαντικά στην κυκλοφοριακή συμπεριφορά του οδηγού

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

- ❖ Στοχευμένες εκστρατείες ενημέρωσης (ΜΜΕ, διαδίκτυο) με βάση τα αποτελέσματα των μοντέλων
- ❖ Εκπαιδευτικά προγράμματα οδικής ασφάλειας
- ❖ Ηλεκτρονικοί έλεγχοι ταχύτητας οχημάτων για την έγκαιρη πρόληψη επικίνδυνων συμπεριφορών και την αυστηρή τήρηση των νομοθετημένων ορίων

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

- ❖ Εξέταση μεγαλύτερου δείγματος οδηγών για την εξαγωγή αποτελεσμάτων με βάση το φύλο, την ηλικία ή την εμπειρία του κάθε οδηγού
- ❖ Διεύρυνση βάσης δεδομένων με στοιχεία όπως η ιπποδύναμη του αυτοκινήτου ή η κατάσταση του οδοστρώματος όπου κινείται το όχημα
- ❖ Συσχέτιση της κυκλοφοριακής συμπεριφοράς του οδηγού με άλλα στοιχεία όπως:
 - ✓ η ψυχολογική του κατάσταση
 - ✓ η κατανάλωση αλκοόλ
 - ✓ ο κυκλοφοριακός φόρτος
 - ✓ η παρουσία άλλων ατόμων στο όχημα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

ΣΑΠΛΑΟΥΡΑΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2015