



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ

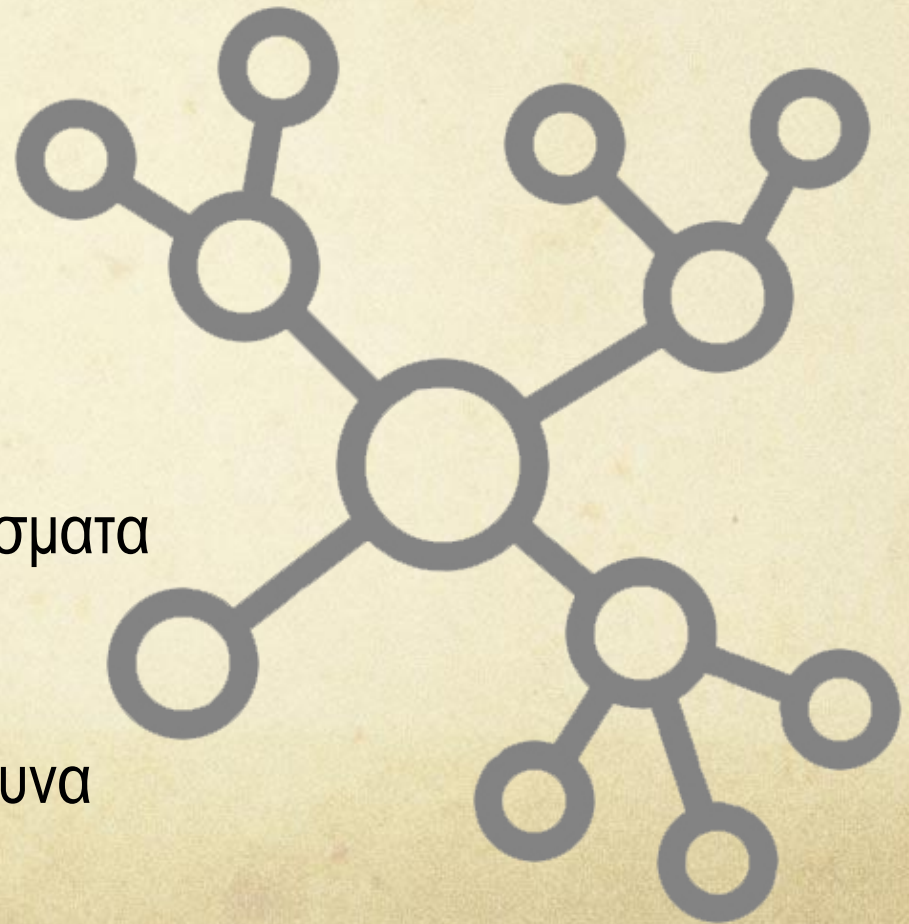
Δανάη Βουτσινά

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2017

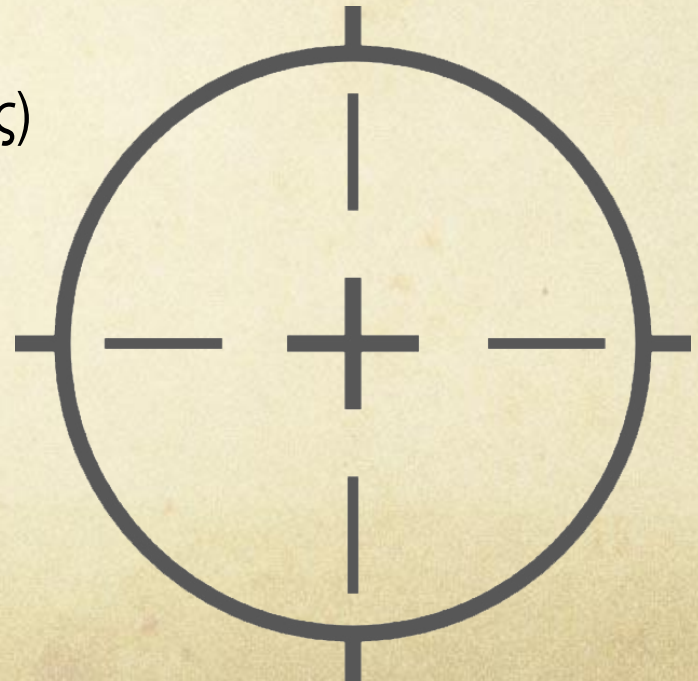
Βασικά στάδια εκπόνησης διπλωματικής εργασίας

- Καθορισμός Στόχου
- Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Θεωρητικό Υπόβαθρο
- Συλλογή Στοιχείων
- Περιγραφική Στατιστική
- Ανάπτυξη Μοντέλων- Αποτελέσματα
- Συμπεράσματα
- Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα



Στόχος διπλωματικής εργασίας

- Η διερεύνηση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων που προέρχονται από δοκιμές οδήγησης των συμμετεχόντων σε συνθήκες πραγματικές και συνθήκες προσομοίωσης.
- Πραγματεύεται τον βαθμό και τον τρόπο με τον οποίο οι παρακάτω παράμετροι επηρεάζουν τη μεταβολή της ταχύτητας :
 - i. Περιβάλλον οδήγησης (προσομοιωτής, οδός)
 - ii. Χαρακτηριστικά οδηγού (ηλικία, φύλο, ημέρες οδήγησης)
 - iii. Τρόπος οδήγησης (μέση επιτάχυνση, επιβράδυνση)



Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Ο προσομοιωτής έχει απόλυτη ή σχετική αξιοπιστία για τις εκάστοτε ερευνητικές υποθέσεις

Επιμέρους παρατηρήσεις :

- Όχι πανομοιότυπα σενάρια επί οδού και προσομοιωτή (ως προς τις οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες)
- Πολύ σημαντική η επίδραση της εξοικείωσης με το σενάριο είτε του προσομοιωτή είτε του δρόμου (learning effect)
- Σε πολλές έρευνες οι συμμετέχοντες δεν ήταν οι ίδιοι
- Απαραίτητη η καλά σχεδιασμένη πειραματική διαδικασία



Θεωρητικό υπόβαθρο

Μέθοδοι ανάλυσης

- Εξαρτημένες μεταβλητές
α. συνεχείς (ταχύτητα)
- Ανεξάρτητες μεταβλητές
α. συνεχείς (επιτάχυνση, επιβράδυνση)
β. διακριτές (ηλικία, φύλο)
- Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση



Στατιστικοί έλεγχοι

- Συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών
- Συντελεστές β_i
- Στατιστική σημαντικότητα (δείκτης t)
- Ποιότητα του μοντέλου (R^2)
- Σφάλμα

Πείραμα

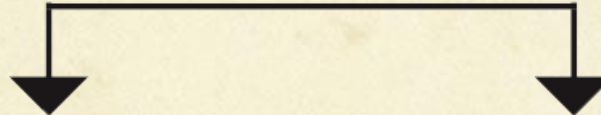
31 συμμετέχοντες ηλικίας 20-30 ετών



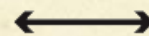
συμπλήρωση
ερωτηματολογίου



οδήγηση



α. οδήγηση σε
προσομοιωτή

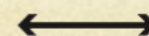


β. οδήγηση σε
αστική οδό



α. 5 min ελεύθερης
οδήγησης

β. οδήγηση
με ομιλία



γ. οδήγηση
χωρίς ομιλία

Περιβάλλοντα οδήγησης

Προσομοιωτής:

- Εξελιγμένο λογισμικό προσομοίωσης
- Συλλογή και αποθήκευση δεδομένων ανά 30-50msec
- Συνθήκες απόλυτης ασφάλειας
- Πιθανή ζαλάδα



Ερευνητικό Όχημα:

- Αίσθηση πραγματικών παραμέτρων οδήγησης
- Πιθανή αλλαγή οδηγικής συμπεριφοράς
- Συλλογή δεδομένων από εφαρμογή έξυπνου κινητού τηλεφώνου ανά sec
- Χαμηλότερο αίσθημα ασφάλειας



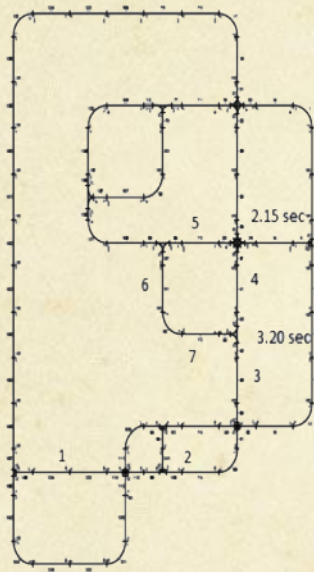
Διαδρομές

- Προσομοιωτής

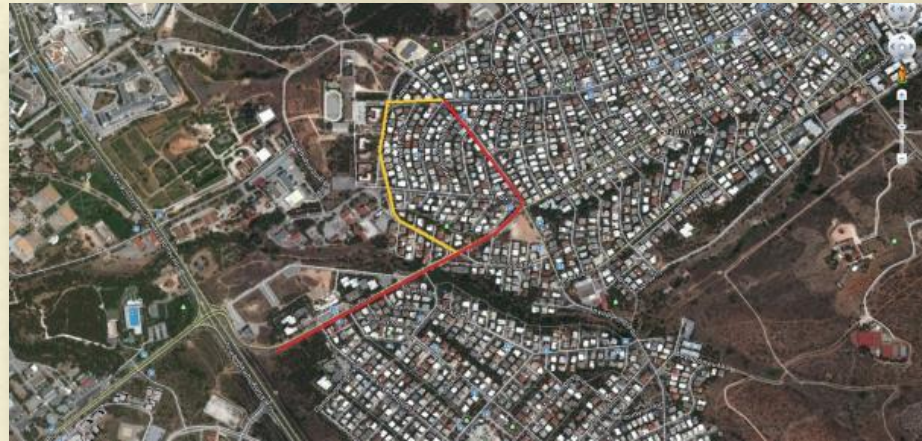
B.9 City 2

Constante WORLD CITY 2

City map with both two lanes and one lane per direction, many junctions in the inner city area. Also has some sections of rural road outside the city limits.



- Οδός



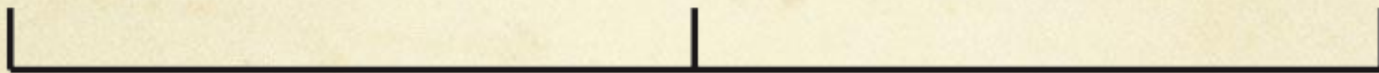
Επεξεργασία δεδομένων



Εξαγωγή μεταβλητών
ερωτηματολογίου

Εξαγωγή μεταβλητών
από μετρήσεις
προσομοιωτή

Εξαγωγή μεταβλητών
από μετρήσεις οδού



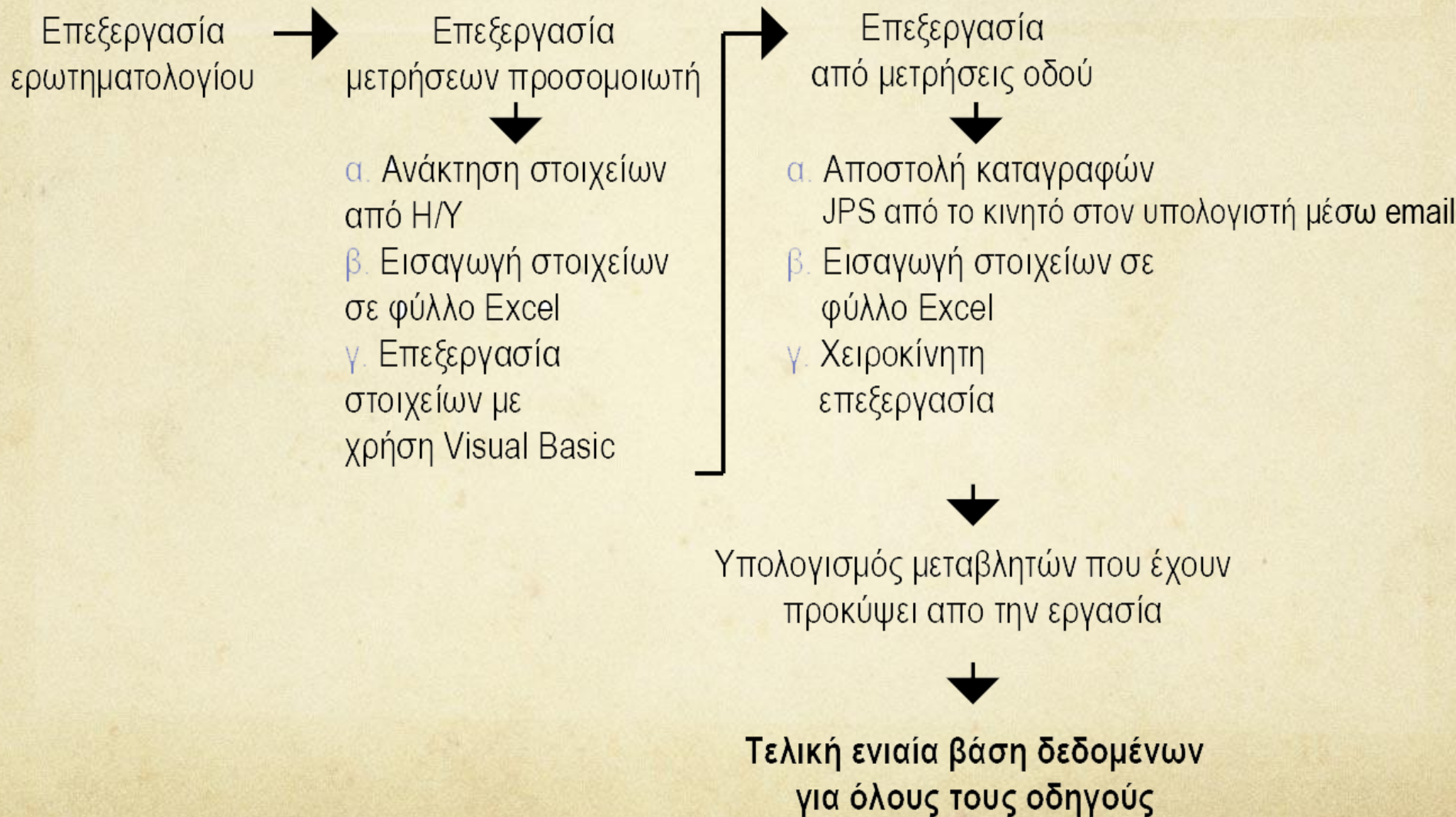
Σύνθεση μεταβλητών



Τελική βάση δεδομένων

Επεξεργασία δεδομένων

Δημιουργία βάσης δεδομένων ανά οδηγό



Περιγραφική στατιστική (1/2)

Συγκεντρωτικός απολύτων τιμών		Οδός	Προσομοιωτής			
	Χαρακτηριστικό	χ(οδού)	χ(προσ.)	χ(οδού)-χ(προσ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
Μέσος Όρος από V	Ομιλία	39.38	33.14	6.24	3.24	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	40.73	34.38	6.35	3.35	Σημαντική Διαφορά
	25-	40.01	34.32	5.69	3.11	Σημαντική Διαφορά
	25+	40.12	33.08	7.04	4.05	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	40.49	36.17	4.32	2.56	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	39.46	30.42	9.04	3.94	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Acc	Ομιλία	2.69	1.33	1.36	0.29	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	3.03	1.37	1.66	0.62	Σημαντική Διαφορά
	25-	2.92	1.35	1.57	0.51	Σημαντική Διαφορά
	25+	2.78	1.35	1.43	0.52	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	3.03	1.38	1.65	0.49	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	2.63	1.31	1.32	0.51	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Dec	Ομιλία	-2.35	-1.14	-1.21	0.25	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	-2.55	-1.18	-1.37	0.40	Σημαντική Διαφορά
	25-	-2.44	-1.13	-1.31	0.30	Σημαντική Διαφορά
	25+	-2.46	-1.20	-1.26	0.43	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	-2.60	-1.24	-1.36	0.29	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	-2.25	-1.06	-1.19	0.41	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(V)	Ομιλία	17.50	14.05	3.45	1.87	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	18.44	14.40	4.04	2.24	Σημαντική Διαφορά
	25-	17.52	14.49	3.03	1.72	Σημαντική Διαφορά
	25+	18.51	13.90	4.61	2.79	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	18.40	15.47	2.93	1.77	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	17.37	12.50	4.87	2.36	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(Acc)	Ομιλία	3.66	0.76	2.90	0.49	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	3.93	0.77	3.16	0.75	Σημαντική Διαφορά
	25-	3.79	0.77	3.02	0.35	Σημαντική Διαφορά
	25+	3.81	0.76	3.05	1.03	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	4.04	0.78	3.26	0.58	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	3.46	0.75	2.71	0.76	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(Dec)	Ομιλία	2.78	1.70	1.08	0.40	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	2.96	1.76	1.20	0.58	Σημαντική Διαφορά
	25-	2.84	1.64	1.20	0.32	Σημαντική Διαφορά
	25+	2.91	1.84	1.07	0.77	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	3.03	1.90	1.13	0.44	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	2.65	1.49	1.16	0.61	Σημαντική Διαφορά

Οι απόλυτες τιμές της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης και των τυπικών αποκλίσεων αυτών διαφοροποιούνται σημαντικά στα δύο οδικά περιβάλλοντα για όλα τα χαρακτηριστικά των οδηγών.

Περιγραφική στατιστική (2/2)

Συγκριτικός πίνακας σχετικών τιμών		Οδός		Προσομοιωτής		Οδός	Προσομοιωτής	Δχ(οδού)-Δχ(Προσομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
	Χαρακτηριστικό	A	B	A	B	Δχ(οδού)	Δχ(Προσομ.)			
Μέσος όρος από V	Ομιλία	39.38	40.73	33.14	34.38	-1.35	-1.24	-0.11	2.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	40.01	40.12	34.32	33.08	-0.11	1.24	-1.35	2.34	Μη Σημαντική
	Φύλο	40.49	39.46	36.17	30.42	1.03	5.75	-4.72	2.07	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Acc	Ομιλία	2.69	3.03	1.33	1.37	-0.34	-0.04	-0.30	0.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.92	2.78	1.35	1.35	0.14	0.00	0.14	0.35	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.63	1.38	1.31	0.40	0.07	0.33	0.34	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Dec	Ομιλία	-2.35	-2.55	-1.14	-1.18	0.20	0.04	0.16	0.23	Μη Σημαντική
	Ηλικία	-2.44	-2.46	-1.13	-1.20	0.02	0.07	-0.05	0.23	Μη Σημαντική
	Φύλο	-2.60	-2.25	-1.24	-1.06	-0.35	-0.18	-0.17	0.23	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Stdev(V)	Ομιλία	17.50	18.44	14.05	14.40	-0.94	-0.35	-0.59	1.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	17.52	18.51	14.49	13.90	-0.99	0.59	-1.58	1.40	Σημαντική Διαφορά
	Φύλο	18.40	17.37	15.47	12.50	1.03	2.97	-1.94	1.33	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Acc)	Ομιλία	3.66	3.93	0.76	0.77	-0.27	-0.01	-0.26	0.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	3.79	3.81	0.77	0.76	-0.02	0.01	-0.03	0.39	Μη Σημαντική
	Φύλο	4.04	3.46	0.78	0.75	0.58	0.03	0.55	0.44	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Dec)	Ομιλία	2.78	2.96	1.70	1.76	-0.18	-0.06	-0.12	0.35	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.84	2.91	1.64	1.84	-0.07	-0.20	0.13	0.32	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.65	1.90	1.49	0.38	0.41	-0.03	0.34	Μη Σημαντική

- ✓ Στην πλειοψηφία τους οι σχετικές τιμές των μεταβλητών δε παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές σε οδό και προσομοιωτή.
- ✓ **Σημαντικές διαφορές** ανάμεσα στις δύο συνθήκες οδήγησης καταγράφονται για τις τιμές της ταχύτητας και των τυπικών αποκλίσεων της ταχύτητας και της επιτάχυνσης για το **φύλο**.
- ✓ **Αξιόλογη** είναι και η **διαφορά** που εμφανίζει η τυπική απόκλιση της ταχύτητας για τις διαφορετικές ηλικιακές κατηγορίες.

Μαθηματικά μοντέλα ταχύτητας

$$\log V = +1,646 - 0,046 \cdot \text{Road} + 0,005 \cdot \text{Dvnconv_conv} + 0,028 \cdot \text{StdevDec} - 0,017 \cdot \text{Age} - 0,039 \cdot \text{Gender} - 0,061 \cdot \text{Q16}$$

- **Log V :** Μέση ταχύτητα οδήγησης
- **Road :** Οδικές συνθήκες
(0= οδός ,1= προσομοιωτής)
- **Dvnconv_conv:** $V(\text{No Talk}) - V(\text{Talk})$
διαφορά ταχύτητας χωρίς ομιλία με την
ταχύτητα με ομιλία κάθε οδηγού για κάθε
περιβάλλον
- **StdevDec :** Τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης
- **Age :** Ηλικία (0=κάτω των 25 ,1=άνω των 25)
- **Gender :** Φύλο (0=άνδρας ,1=γυναίκα)
- **Q16 :** Εμπλοκή σε ατύχημα ενώ συνομιλούσε ο οδηγός

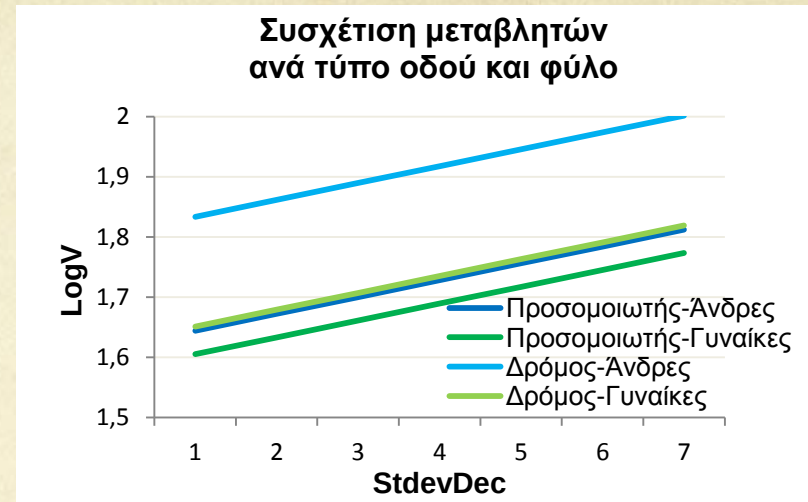
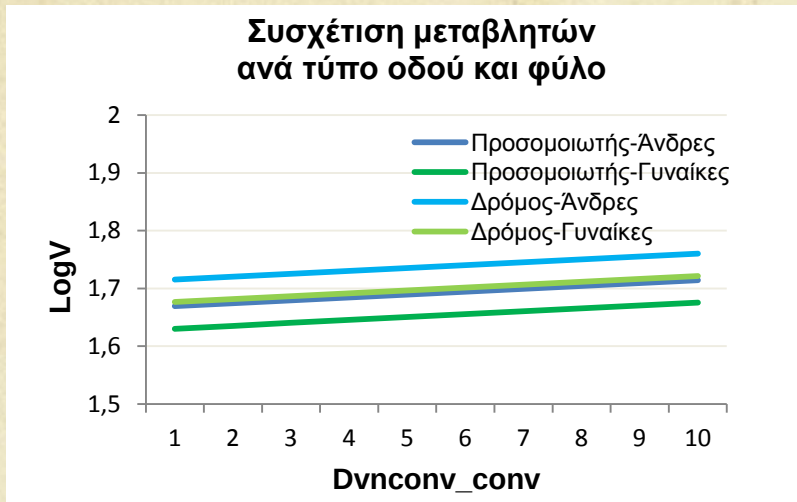
Σχετική επιρροή ανεξαρτήτων μεταβλητών μοντέλου ταχύτητας

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης			
	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Συνθήκες οδήγησης	-0.0460	-4.087	-0.0147	4.66
Διαφορά ταχυτήτων	0.0050	2.558	0.0102	-3.23
Τυπική απόκλιση επιβράδυνσης	0.0280	4.161	0.0412	-13.04
Ηλικία	-0.0170	-1.785	-0.0032	1
Φύλο	-0.0390	-4.250	-0.0105	3.31
Εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία	-0.0610	-2.578	-0.0390	12.35

$$R^2 = 0.575$$

- Την **μικρότερη επιρροή** στη μέση ταχύτητα παρουσιάζει η **ηλικία**
- Οι μεταβλητές «**τυπική απόκλιση επιβράδυνσης**» και «**εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία**» παρουσιάζουν τη **σημαντικότερη επιρροή** συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της ταχύτητας.

Διαγράμματα Ευαισθησίας



- ✓ Η μέση ταχύτητα για το σύνολο των οδηγών εμφανίζεται μεγαλύτερη στις πραγματικές συνθήκες οδήγησης.
- ✓ Οι άνδρες οδηγοί παρουσιάζουν υψηλότερες μέσες ταχύτητες οδήγησης από τις γυναίκες και στα δύο οδικά περιβάλλοντα.
- ✓ Οι οδηγοί με μεγαλύτερη διαφορά ταχυτήτων στην οδήγηση με και χωρίς ομιλία εμφάνισαν αυξημένη μέση ταχύτητα συγκριτικά με τους υπόλοιπους οδηγούς ανεξαρτήτως ηλικίας, φύλου και συνθηκών.
- ✓ Οι οδηγοί που παρουσίασαν αυξημένη τυπική απόκλιση στην επιβράδυνση τους οδηγούσαν πιο γρήγορα από τους οδηγούς με μικρότερη τυπική απόκλιση επιβράδυνσης σε όλες τις κατηγορίες οδηγού και οδήγησης

Συμπεράσματα

- ✓ Η συμπεριφορά των οδηγών επηρεάζεται από τις συνθήκες οδήγησης καθώς ο τρόπος οδήγησης διαφέρει σημαντικά ανά περιβάλλον.
- ✓ Οι άνδρες οδηγοί φαίνεται να παρουσιάζουν αισθητά μεγαλύτερες μέσες ταχύτητες σε σύγκριση με τις γυναίκες οδηγούς ανεξαρτήτως ηλικίας και οδικού περιβάλλοντος.
- ✓ Οι απόλυτες τιμές των μετρούμενων μεταβλητών διαφέρουν στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης για το σύνολο των μετρήσεων και για κάθε κατηγορία ομαδοποίησης.
- ✓ Η σχετική διαφορά της συμπεριφοράς των οδηγών στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης παραμένει η ίδια.



Συμπεράσματα

- ✓ Για το χαρακτηριστικό του φύλου παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης για τις σχετικές τιμές της ταχύτητας, της τυπικής απόκλισής της και της τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης.
- ✓ Οι οδηγοί που εμφάνισαν μεγαλύτερες τυπικές αποκλίσεις της επιβράδυνσης παρουσίασαν και υψηλότερη μέση ταχύτητα οδήγησης.
«Χαμηλές ταχύτητες, λιγότερο φρένο».
- ✓ Οι «συνθήκες οδήγησης» επηρεάζουν σημαντικά την μεταβλητή της μέσης ταχύτητας και μάλιστα κατά 5 φορές περισσότερο από τη μεταβλητή «ηλικία».
- ✓ Η «τυπική απόκλιση επιβράδυνσης» παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της ταχύτητας με 11 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την «εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία».



Περαιτέρω Έρευνα

- ✓ Εφαρμογή του πειράματος σε μεγαλύτερο δείγμα οδηγών, σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας και υπό την επίδραση διαφορετικών καιρικών συνθηκών.
- ✓ Πείραμα με συμμετέχοντες διαφορετικών ηλικιακών ομάδων για την εξαγωγή συμπερασμάτων για το σύνολο των οδηγών.
- ✓ Εφαρμογή άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης.
- ✓ Χρήση πιο σύγχρονων μέσων τεχνολογίας επί του οχήματος και περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων με σύγχρονες μεθόδους.
- ✓ Μία μελέτη συγκριτικής ανάλυσης των χαρακτηριστικών οδικής συμπεριφοράς μεταξύ αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος.



Ευχαριστώ πολύ για το χρόνο σας



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ
ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ**

ΒΟΥΤΣΙΝΑ ΔΑΝΑΗ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2017