



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ
ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ Ν. ΠΕΤΡΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΝΑΘΑΝΑΗΛ Δ., ΔΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2014

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

<i>Είδος Εργασίας</i>	Διπλωματική Εργασία
<i>Τίτλος Εργασίας</i>	Ανάλυση εστιάσεων βλέμματος κατά την οδήγηση μοτοσικλέτας: κατανομή στον εγκάρσιο άξονα σε διαφορετικές συνθήκες αστικού περιβάλλοντος.
<i>Φοιτητής</i>	Κωνσταντόπουλος Πέτρος
<i>Επιβλέπων Καθηγητής</i>	Δ. Ναθαναήλ, Λέκτορας ΕΜΠ
<i>Τμήμα</i>	Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ
<i>Τομέας</i>	Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας
<i>Ημερομηνία</i>	8 Απριλίου 2014
<i>Λέξεις κλειδιά</i>	Εστίαση, Μοτίβα Οπτικής Αναζήτησης, Αστικό Περιβάλλον
<p><i>Περίληψη</i> : Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας είναι η ανάλυση καταγεγραμμένων οφθαλμικών κινήσεων οδηγών μοτοσικλέτας και η έρευνα μοτίβων οπτικής αναζήτησής τους σε συνθήκες αστικού περιβάλλοντος. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μοτοσικλετιστές αντιδρούν στις προσλαμβάνουσες εικόνες κατά τη διάρκεια της οδήγησής τους. Η μελέτη και τυποποίηση της συμπεριφοράς των οδηγών στις εκάστοτε συνθήκες είναι δυνατόν να βελτιώσει την εργονομία στον σχεδιασμό και έλεγχο της μοτοσικλέτας και την αλληλεπίδραση των οδηγών μοτοσικλέτας σε σχέση με τους οδηγούς άλλων οχημάτων στο δρόμο αλλά και με το «οδικό περιβάλλον» στο οποίο κινείται, με γνώμονα την ασφάλεια.</p>	

<i>Type of report</i>	Student Thesis
<i>Title</i>	Study of eye fixations during motorcycle driving: distribution along the transverse axis in diverse conditions of urban environment.
<i>Student</i>	Konstantopoulos Petros
<i>Advisor</i>	D. Nathanail, NTUA Lecturer
<i>Department</i>	Mechanical Engineering NTUA
<i>Section</i>	Industrial Management & Operational Research
<i>Date</i>	8 April 2014
<i>Keywords</i>	Fixation, Visual search patterns, Real Traffic Environment
<p><i>Abstract</i>: The subject of the present Thesis is the analysis of recorded eye movements of motorcycle drivers and the search for their stereotype patterns of visual scanning under urban environment conditions. The aim of this study is to understand the mode in which motorcyclists react to the incoming images during their driving. The study and standardization of the drivers' behaviour under any circumstances is possible to improve the ergonomics of design and control of the motorcycle and the interaction between motorcyclists and drivers of other vehicles while driving, as well as between motorcyclists and the "driving environment" where they move, focusing on safety.</p>	

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2002 ÷ 2013	
1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.2	ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2002 ÷ 2013	10
2	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ – ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	
2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	25
2.1.1	ΤΟ ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	25
2.1.2	ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ	27
2.2	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	28
3	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥΣ	
3.1	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	37
3.2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	40
4	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΤΕΣΤ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥΣ	
4.1	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΤΕΣΤ	51
4.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΤΕΣΤ	53
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	61
6	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	75
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	87

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2002÷2013

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις κινούνται καθημερινά εκατοντάδες χιλιάδες οχήματα σε ένα σύνθετο και δαιδαλώδες πολλές φορές οδικό δίκτυο. Τα οχήματα αυτά σε έναν πρώτο διαχωρισμό μπορούν να διακριθούν σε μοτοσικλέτες και αυτοκίνητα, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και οδηγικές απαιτήσεις σε καθένα από αυτά.

Η ταυτόχρονη κίνηση μοτοσικλετών και αυτοκινήτων στο οδικό δίκτυο, με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους όσον αφορά την ταχύτητα, τον όγκο, την ικανότητα αντίδρασής τους, δημιουργεί «ανομοιογένεια» στη ροή και αποτελούν συχνό-καθημερινό πλέον- φαινόμενο οι μεταξύ τους συγκρούσεις αλλά και συγκρούσεις μεταξύ ίδιου τύπου οχημάτων.

Η σωστή τοποθέτηση των πινακίδων σημάδεως και λωρίδων κυκλοφορίας, στο οδικό δίκτυο, η κατασκευή οδοστρώματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές- η συντήρησή του, αλλά και η ανάπτυξη- υιοθέτηση άτυπων σημάτων επικοινωνίας μεταξύ των οδηγών αυτοκινήτων και μοτοσικλετιστών αποτελούν παράγοντες οι οποίοι δύνανται να περιορίσουν τα ανωτέρω προβλήματα στο σύγχρονο αστικό οδικό δίκτυο. Για την επίτευξη του στόχου αυτού είναι σαφές πως θα πρέπει να γίνει ανάλυση των χαρακτηριστικών των οχημάτων που κινούνται στο οδικό δίκτυο και η εκπαίδευση των υποψηφίων οδηγών αυτοκινήτων και μοτοσικλετών όπως και οι ιθύνοντες ανάπτυξης του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.) να λάβουν υπ' όψιν τους τις ιδιαιτερότητές τους αυτές.



Φωτογραφία 1 Δρόμος πολλαπλών λωρίδων σε σύγχρονο αστικό περιβάλλον.

Στο πλαίσιο του προσδιορισμού και της ανάλυσης των χαρακτηριστικών των οχημάτων- συμπεριφοράς των οδηγών τους- σε διάφορες συνθήκες του σύγχρονου αστικού οδικού δικτύου εντάσσεται η παρούσα εργασία. Συγκεκριμένα, με χρήση ειδικού εξοπλισμού καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων καταγράφονται οι εστιάσεις έξι (6) οδηγών μοτοσικλέτας σε συγκεκριμένη διαδρομή αστικού περιβάλλοντος η οποία περιλαμβάνει δρόμους πολλαπλών λωρίδων με νησίδα και δρόμους δύο (2)

κατευθύνσεων, σε διάφορες κυκλοφοριακές συνθήκες. Με επεξεργασία των πειραματικών αυτών δεδομένων και την εκτέλεση στατιστικών τεστ, αναζητείται πιθανή ύπαρξη μοτίβων στη συμπεριφορά των οδηγών στις εκάστοτε μελετώμενες συνθήκες. Πέραν της αναζήτησης πιθανών τέτοιων μοτίβων στην οπτική αναζήτηση των οδηγών, καταγράφεται και είναι δυνατόν να μελετηθεί πληθώρα πληροφοριών, όπως για παράδειγμα διάφορα αντικείμενα- θέση τους, όπως και χρώματα τα οποία «έλκουν» περισσότερο την εστίαση των οδηγών σε αυτά. Πληροφορίες αυτού του τύπου είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν για παράδειγμα στην αποτελεσματική- ορθή εργονομικά- θέση- χρώμα- μέγεθος πινακίδων σήμανσης, αλλά και στη βελτίωση της τοποθέτησης οργάνων οδήγησης της μοτοσικλέτας σε θέσεις που διευκολύνουν τους οδηγούς, με τη μικρότερη δυνατή απόσπαση της προσοχής τους από το «κυρίως οδηγικό τους καθήκον». Σημειώνεται πως η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί μέρος ευρύτερης έρευνας που μελετά τη συμπεριφορά των οδηγών μοτοσικλέτας όσο και οδηγών αυτοκινήτων.

1.2 ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2002 ÷ 2013

Στη μελέτη *On-Road Driver Eye Movement Tracking Using Head-Mounted Devices* (Underwood, Foulsham, Humphrey, 2009) καταδεικνύεται η δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης των οφθαλμικών κινήσεων οδηγών οχημάτων, σε διάφορες συνθήκες οδήγησης. Για τις οφθαλμικές κινήσεις οδηγών αυτοκινήτων, προκειμένου αυτοί να χειριστούν το ραδιόφωνο, να συλλέξουν πληροφορίες από τον κεντρικό καθρέφτη καθώς και από οδικές πινακίδες, προκύπτει το συμπέρασμα πως ακολουθούν χρονικά μοτίβα.

Στη συγκεκριμένη μελέτη εξετάζεται η επίπτωση διάσπασης της προσοχής του οδηγού, ο οποίος εκτελεί τις ανωτέρω ενέργειες, ως προς τα χρονικά μοτίβα των αντίστοιχων οφθαλμικών κινήσεων και η δυνατότητα χρησιμοποίησης αυτών για την ανάπτυξη συστημάτων προειδοποίησης διάσπασης προσοχής του οδηγού, σε πραγματικό χρόνο.

Στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Οπτική – Όραση και στη μελέτη *Fixational eye movements – Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης* (Βρεττός), παρουσιάζονται στοιχεία φυσιολογίας της ανθρώπινης όρασης. Εξετάζονται τα υποσυστήματα ελέγχου της προσήλωσης (οφθαλμοκινητικό σύστημα και σύστημα κίνησης του κεφαλιού), όπως επίσης οι οφθαλμοκινητικοί μύες και οι αντίστοιχες δράσεις τους. Αναλύονται τα υποσυστήματα ελέγχου των κινήσεων του οφθαλμοκινητικού συστήματος, εξετάζεται ο ρόλος, τα είδη και η κατεύθυνση των οφθαλμικών κινήσεων προσήλωσης, οι σακκαδικές κινήσεις των οφθαλμών, οι ομαλές κινήσεις παρακολούθησης και οι κινήσεις σύγκλισης- απόκλισης. Επίσης, όσον αφορά το σύστημα κίνησης της κεφαλής, αναλύονται τα δύο είδη οφθαλμοκεφαλικών αντανακλαστικών (οπτοκινητικό και οφθαλμο- αιθουσαίο αντανακλαστικό). Τέλος εξετάζονται οι διάφορες μέθοδοι καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων και οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί το «ιδανικό» σύστημα καταγραφής.

Στη μελέτη *A Comparison of Eye Movement Behavior of Inexperienced and Experienced Drivers in Real Traffic Environments* (Falkmer, Gregersen, 2005), εξετάζονται και συγκρίνονται οι οφθαλμικές κινήσεις έμπειρων και μη έμπειρων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Γίνεται η υπόθεση πως οι μη έμπειροι οδηγοί (σε σχέση με τους έμπειρους) εστιάζουν πιο κοντά στο όχημα, πιο συχνά σε αντικείμενα ευρισκόμενα στο εσωτερικό του οχήματος, με τις εστιάσεις τους λιγότερο κατά μήκος του οριζόντιου μεσημβρινού. Επίσης θεωρείται πως οι μη έμπειροι οδηγοί εστιάζουν συχνότερα σε πινακίδες κυκλοφορίας και σε αντικείμενα που θεωρούνται πιθανοί κίνδυνοι. Εκτελούνται καταγραφές των οφθαλμικών κινήσεων σε έμπειρους και μη έμπειρους οδηγούς, σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και μελετώνται τα μοντέλα στρατηγικής οπτικής αναζήτησης αντικειμένων για τις κατηγορίες αυτές των οδηγών. Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για τη συμπεριφορά των άπειρων οδηγών σε σχέση με τους έμπειρους, με μοναδική εξαίρεση την υπόθεση- για τους μη έμπειρους οδηγούς- πως εστιάζουν πιο κοντά στο όχημα, όπου τα αποτελέσματα είναι ασαφή.

Σημειώνεται πως στην έρευνα αυτή δίδεται βαρύτητα στην «γεωμετρική» μελέτη- καταγραφή των εστιάσεων των οδηγών (εύρεση μοτίβων οφθαλμικών κινήσεών τους) και γίνεται συσχετισμός των αποτελεσμάτων αυτών με την εμπειρία ή μη των οδηγών.

Η έρευνα *Why do car drivers fail to give way to motorcycles at t-junctions?* (Crundall, Clarke, Shahaar, 2010) αναφέρεται στο γεγονός πως μελέτες σε στατιστικές ατυχημάτων καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι οδηγοί μοτοσικλετών είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στις συγκρούσεις με άλλα οχήματα που εισέρχονται από παράπλευρους δρόμους στον κύριο αυτοκινητόδρομο, χωρίς να παραχωρούν προτεραιότητα στη μοτοσικλέτα που πλησιάζει. Η συχνότερη απάντηση των οδηγών αυτοκινήτων, όσον αφορά στα αίτια του γεγονότος αυτού, είναι ότι κοίταζαν προς τη σωστή κατεύθυνση, αλλά απλώς δεν είδαν τη μοτοσικλέτα. Για την εκτίμηση της οπτικής ικανότητας οδηγών σε τέτοιου είδους καταστάσεις, έγινε σύγκριση της συμπεριφοράς νέων κι έμπειρων οδηγών με μια ομάδα οδηγών με οδηγητική εμπειρία τόσο αυτοκινήτου, όσο και μοτοσικλέτας (διπλοί οδηγοί). Οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν μια σειρά από βίντεο, προβαλλόμενα σε τρεις οθόνες, που παρίσταναν την προσέγγιση σε διάφορες διασταυρώσεις. Κατά την προσέγγιση στη διασταύρωση, οι συμμετέχοντες έπρεπε να αποφασίσουν πότε θα ήταν ασφαλές να εισέλθουν στον κυρίως δρόμο. Μετρήθηκαν οι αντιδράσεις και οι κινήσεις των ματιών. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν ότι οι διπλοί οδηγοί είχαν τις ασφαλέστερες αντιδράσεις στις διασταυρώσεις, ιδιαίτερα στην επιθετική παρουσία μοτοσικλετών. Σε ένα φάσμα οπτικών μετρήσεων, τόσο οι νέοι όσο και οι πεπειραμένοι οδηγοί εμφανίζονται κατώτεροι από τους διπλούς οδηγούς, αν και πιθανό για διαφορετικούς λόγους. Παρ' όλα αυτά, δεν υπήρξαν διαφορές στο χρόνο που χρειάστηκαν όλοι οι οδηγοί για να αντιληφθούν για πρώτη φορά μοτοσικλέτες που πλησιάζουν. Αντίθετα, οι διαφορές φαίνεται να οφείλονται στο χρόνο που διήρκεσε η οπτική παρακολούθηση της προσεγγίζουσας μοτοσικλέτας. Οι εστιάσεις των έμπειρων οδηγών ήταν πιο σύντομες σε μοτοσικλέτες παρά σε αυτοκίνητα, πράγμα που σημαίνει είτε ότι επεξεργάζονται λιγότερο τις εισερχόμενες και ταχύτερες από αυτοκίνητα μοτοσικλέτες, είτε ότι

σταματούσαν την εστίασή τους πρόωρα, ενδεχομένως διότι δεν συνειδητοποιούσαν ότι κοιτούσαν μια μοτοσικλέτα. Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, αποτελεί εν δυνάμει ένδειξη για μια οφθαλμοκινητική βάση των σφαλμάτων τύπου “Κοιτάζω Αλλά Δε Βλέπω”.

Στη μελέτη *Driving experience and situation awareness in hazard detection* (Underwood, Ngai, 2012), εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο βοηθάει η εμπειρία οδήγησης στην ανάπτυξη της αντίληψης μιας κατάστασης. Διεξήχθη σε συνθήκες εργαστηρίου μια σύγκριση ρυθμών αντίληψης οδικών κινδύνων, σχετικών με άλλους χρήστες του οδοστρώματος, από οδηγούς αυτοκινήτου με και χωρίς εμπειρία καθώς κι από έμπειρους οδηγούς μοτοσικλέτας με εμπειρία οδήγησης και αυτοκινήτου. Οι οδηγοί μοτοσικλέτας, χάρη στο ευρύτερο φάσμα εμπειρίας τους στο δρόμο, ήταν φυσικό να έχουν πλεονέκτημα σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς στην αντίληψη κινδύνων. Δυο τύποι κινδύνων εξετάστηκαν, απότομα εμφανιζόμενα συμβάντα και σταδιακά εμφανιζόμενοι κίνδυνοι. Τα απότομα εμφανιζόμενα συμβάντα προσελκύουν την προσοχή δυνάμει της ξαφνικής κίνησης και του κινδύνου της επικείμενης σύγκρουσης, όπως όταν ένας πεζός εισέρχεται τρέχοντας στον αυτοκινητόδρομο. Ήταν αναμενόμενο αυτοί οι κίνδυνοι να γίνουν αντιληπτοί, ανεξάρτητα από την εμπειρία ή την επίγνωση της κατάστασης. Οι σταδιακά εμφανιζόμενοι κίνδυνοι απαιτούν την πρόβλεψη των επικείμενων συμβάντων, όπως αναγνώριση του κινδύνου από παιδιά που παίζουν στο πεζοδρόμιο, κι ως τέτοιοι αποτελούν δοκιμασία προωθημένης επίγνωσης μιας κατάστασης. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν καμιά διαφορά ανάμεσα σε οδηγούς με και χωρίς εμπειρία στην αντίληψη οποιουδήποτε τύπου κινδύνου, αποκλείοντας τον παράγοντα του τύπου κινδύνου από πιθανή εξήγηση προηγούμενων ασυνεπειών. Παρ’ όλα αυτά, οι οδηγοί μοτοσικλετών συνέλαβαν γρηγορότερα τους σταδιακά εμφανιζόμενους κινδύνους κι επίσης αντελήφθησαν περισσότερους κινδύνους σε σχετικά ασφαλείς τομείς του δρόμου, έδειξαν, δηλαδή, ένα ανώτερο επίπεδο επίγνωσης μιας κατάστασης.

Οι συγκρούσεις που οφείλονται σε παράβαση προτεραιότητας είναι ο πιο συνήθης τύπος ατυχήματος που αντιμετωπίζουν οι μοτοσικλετιστές. Η μελέτη *Attending overtaking cars and motorcycles through the mirrors before changing lanes* (Shahar, Van Loon, Clarke, Crundall, 2011), εκτίμησε τις αποφάσεις σχετικά με την προτεραιότητα σε καταστάσεις που απαιτείται ειδοποίηση για το αν υπάρχει επικείμενη κίνηση οχημάτων από πίσω. Δημιουργήθηκε μια δοκιμασία κατά την οποία παρουσιάζονται στους συμμετέχοντες βίντεο που προβάλλονται σε ευρύ οπτικό φάσμα (σύμφωνα με την προοπτική του οδηγού εντός κινούμενου οχήματος), με την εισροή πληροφοριών από καθρέφτη, που επιτρέπει την αντίληψη της επικείμενης κίνησης τόσο αυτοκινήτων όσο και μοτοσικλετών. Νέοι και έμπειροι οδηγοί αυτοκινήτων, καθώς και διπλοί οδηγοί (με εμπειρία οδήγησης αυτοκινήτου και μοτοσικλέτας), παρακολούθησαν αυτά τα βίντεο ενώ οι οφθαλμικές τους κινήσεις καταγράφονταν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στο δεξί καθρέφτη, στον κεντρικό και στη δεξιά λωρίδα, οι συγκρουόμενες μοτοσικλέτες γίνονταν περισσότερο αντιληπτές από τα συγκρουόμενα αυτοκίνητα. Αυτό το πρότυπο, όμως, ήταν περισσότερο εμφανές στην ομάδα των διπλών οδηγών. Επίσης, οι νέοι και οι διπλοί οδηγοί χρησιμοποιούσαν περισσότερο το δεξιό καθρέφτη απ’ ότι οι έμπειροι οδηγοί. Οι

διπλοί οδηγοί χρησιμοποιούσαν περισσότερο τον κεντρικό καθρέφτη απ' ότι οι έμπειροι οδηγοί. Εν τέλει, σημαντικές θετικές συσχετίσεις που βρέθηκαν μεταξύ των ποσοστών ασφαλών χειρισμών και μέτρων οπτικής έρευνας, παρέχουν άμεσες ενδείξεις που δείχνουν ότι η συχνότητα επικίνδυνων χειρισμών ήταν όντως μεγαλύτερη στις περιπτώσεις όπου ο οδηγός κοιτούσε λιγότερο τους καθρέφτες, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η επιπρόσθετη προσοχή που αφιερώνεται στην νοητική επεξεργασία συγκρούσεων μεταξύ οχημάτων συνεισφέρει στη μείωση επικίνδυνων χειρισμών. Το γενικό πρότυπο των αποτελεσμάτων υποστηρίζει, επίσης, έμμεσα ότι οι οδηγοί μη μοτοσικλετών είναι πιθανότερο να πέσουν σε σφάλματα τύπου "Κοιτάζω Αλλά Δε Βλέπω" με συγκρουόμενες μοτοσικλέτες παρά με οδηγούς μοτοσικλετών.

Η μελέτη *Modeling Driver Behavior in a Cognitive Architecture* (Salvucci), διερευνά την ανάπτυξη ενός αυστηρού υπολογιστικού μοντέλου της συμπεριφοράς του οδηγού βάσει συγκεκριμένης γνωστικής αρχιτεκτονικής- δομής που βασίζεται σε θεωρίες ψυχολογίας και ενσωματώνει βασικές ιδιότητες και περιορισμούς του ανθρώπου. Η ανάπτυξη και χρησιμοποίηση ενός τέτοιου υπολογιστικού μοντέλου αποτελεί ισχυρό εργαλείο για τη μελέτη της πολύπλοκης διεργασίας της οδήγησης, επιτρέποντας στους ερευνητές να προσομοιάσουν τη συμπεριφορά των οδηγών και να διερευνήσουν τις παραμέτρους και τους περιορισμούς αυτής.

Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο οδήγησης, αρχιτεκτονικής ACT-R (Adaptive Control of Thought- Rational / Προσαρμοσμένος Έλεγχος Ορθολογιστικής Σκέψης), το οποίο εστιάζει στις επιμέρους διεργασίες ελέγχου, παρακολούθησης και λήψης αποφάσεων σε περιβάλλον αυτοκινητόδρομου πολλαπλών λωρίδων κυκλοφορίας. Το εν λόγω μοντέλο αφορά τον τρόπο- είδη πηδαιούχησης, τα είδη πλευρικής θέσης και τη διασπορά εστιάσεων των οδηγών κατά τη διάρκεια στην οποία κινούνται στην ίδια λωρίδα κυκλοφορίας, σε στροφή και αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν τον τρόπο με τον οποίο μοντέλα γνωστικής αρχιτεκτονικής διευκολύνουν την κατανόηση της συμπεριφοράς των οδηγών στο πλαίσιο των γενικών ανθρώπινων ικανοτήτων και περιορισμών, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο τα πλεονεκτήματα μοντέλων γνωστικής αρχιτεκτονικής, όσον αφορά την οδήγηση, αναπτύσσουν αποτελεσματικότερα ολοένα και πιο σύνθετες- ρεαλιστικότερες προς μελέτη διεργασίες. Το ανωτέρω μοντέλο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως βασική υπολογιστική μηχανή για πρακτικές εφαρμογές οι οποίες προβλέπουν και αναγνωρίζουν τη συμπεριφορά και απόσπαση προσοχής του οδηγού.

Καθώς οι οδηγοί αποκτούν μεγαλύτερη εμπειρία, παρατηρούνται πολλές αλλαγές στα μοτίβα οπτικής αναζήτησής τους. Οι διαφορές μεταξύ άπειρων και έμπειρων οδηγών, στον τομέα αυτό, εντοπίζονται κυρίως σε απαιτητικές- επικίνδυνες κυκλοφοριακές συνθήκες. Το γεγονός αυτό οδήγησε τους ερευνητές στο συμπέρασμα πως μερικά ατυχήματα όπου ενεπλάκησαν οδηγοί που μόλις απέκτησαν το δίπλωμα οδήγησης, είναι δυνατόν να οφείλονται σε περιορισμούς των μοτίβων οπτικής αναζήτησης των οδηγών. Η μελέτη *Visual search patterns in trained and untrained novice drivers* (Chapman, Underwood, Roberts, 2002), βάσει των αποτελεσμάτων της, προτείνει εκπαιδευτική παρέμβαση, όπου οι νέοι οδηγοί πληροφορούνται για τα

τυπικά οπτικά μοτίβα που χρησιμοποιούν, τονίζοντας την ανάγκη για σάρωση πολλαπλών σημείων του οπτικού τους πεδίου, τα οποία είναι δυνατόν να αποτελέσουν πιθανό κίνδυνο. Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση δύο ομάδων οδηγών σε τρεις καταστάσεις. Οι οδηγοί οι οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα είχαν αποκτήσει το δίπλωμα οδήγησης έως ένα χρόνο νωρίτερα. Οι αξιολογήσεις περιελάμβαναν καταγραφές των οφθαλμικών κινήσεων των οδηγών κατά τη διάρκεια οδήγησης σε πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες αλλά και κατά την παρακολούθηση σχετικών video που περιελάμβαναν επικίνδυνες καταστάσεις. Η πρώτη από τις ομάδες που συμμετείχε στο πείραμα εκπαιδεύτηκε σχετικά πριν την ‘αντιμετώπιση’ της δεύτερης εξεταζόμενης κατάστασης. Με την εν λόγω εκπαιδευτική παρέμβαση που έλαβε η πρώτη ομάδα, καταγράφηκαν αξιοσημείωτες αλλαγές στα μοτίβα οπτικής αναζήτησης των οδηγών, στις επόμενες δύο καταστάσεις που αντιμετώπισαν, ως προς την πρώτη κατάσταση, στην οποία δεν είχαν εκπαιδευτεί. Θα πρέπει να σημειωθεί πως δεν ήταν ανιχνεύσιμες ακόμη όλες οι παρατηρούμενες αλλαγές στο τελευταίο στάδιο της έρευνας, τρεις έως έξι μήνες μετά από την εκπαίδευση που έλαβαν οι οδηγοί.

Η χρησιμοποίηση τεχνολογίας παρακολούθησης του βλέμματος οδηγού, για μελέτη σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης, αποτελεί εξαιρετικό μέσο έρευνας της συμπεριφοράς του οδηγού. Η πρόοδος που σημειώθηκε τελευταία σε αυτού του είδους την τεχνολογία επέτρεψε τη διεξαγωγή αυτών των πειραμάτων, κάτι αδύνατο έως τώρα. Παρόλα αυτά, δεν είναι πάντα εύκολο να καθοριστεί το κατάλληλο κάθε φορά είδος της εν λόγω τεχνολογίας για συγκεκριμένη εφαρμογή. Στη μελέτη *The view from the road: The contribution of on-road glance-monitoring technologies to understanding driver behaviour* (Taylor, Pradhan, Divekar, Romoser, Muttart, Gomez, Pollatsek, Fisher, 2013), προσδιορίζονται οι γενικές δυνατότητες των διαφόρων τεχνολογιών παρακολούθησης βλέμματος του οδηγού που έχουν αναπτυχθεί. Περιγράφονται πως χρησιμοποιείται στην πράξη κάθε μια από τις τεχνολογίες αυτές προκειμένου:

1. Να προσδιοριστούν οι αδυναμίες των ικανοτήτων αρχάριων και πεπειραμένων οδηγών,
2. Να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα εκπαιδευτικών προγραμμάτων που έχουν σχεδιαστεί για να μειωθούν τέτοιου είδους αδυναμίες,
3. Να διαχειριστούν ζητήματα τόσο εντός του οχήματος (π.χ. συστήματα προειδοποίησης σύγκρουσης) όσο και εκτός του οχήματος (π.χ. σημάνσεις).

Στην εν λόγω μελέτη εξετάζονται επίσης οι περιορισμοί και τα πλεονεκτήματα της καταγραφής της οπτικής αναζήτησης οδηγού και των σχετικών με αυτήν τεχνολογιών. Όπου είναι δυνατόν γίνεται σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων της μελέτης για τη συμπεριφορά που παρουσιάζει ο οδηγός (μέσω παρακολούθησης-καταγραφής της οπτικής αναζήτησής του) σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων σε εργαστηριακές συνθήκες.

Εν τέλει η χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας παρακολούθησης του βλέμματος οδηγού έχει βελτιώσει κατά πολύ τη θεωρητική κατανόηση της συμπεριφοράς των οδηγών. Η αποκτώμενη με αυτόν τον τρόπο τεχνογνωσία έχει θέσει τις βάσεις για σημαντικές βελτιώσεις στην οδική ασφάλεια.

Οι αρχάριοι οδηγοί παρουσιάζουν την τάση να περιορίζουν την οπτική τους αναζήτηση κινούμενοι σε οδόστρωμα με δύο λωρίδες κυκλοφορίας (διπλής κατεύθυνσης), σε σχέση με τους έμπειρους οδηγούς. Η μελέτη *Visual search while driving: skill and awareness during inspection of the scene* (Underwood, Foulsham, Humphrey, 2009), εξετάζει κατά πόσο η παραπάνω υπόθεση οφείλεται στο γεγονός ότι οι αρχάριοι οδηγοί έχουν περιορισμένη εναπομένουσα διανοητική ικανότητα λόγω της ταυτόχρονης προσπάθειας που καταβάλλουν για την καθεαυτό οδήγηση, είτε είναι αποτέλεσμα ενός «φτωχού» διανοητικού προτύπου των γεγονότων που πιθανόν να συμβούν σε δρόμους με δυο λωρίδες κυκλοφορίας. Στην έρευνα αυτή, αρχάριοι και έμπειροι οδηγοί παρακολούθησαν videos από αυτοκίνητο το οποίο κινείτο σε ποικιλία ειδών δρόμων, συμπεριλαμβανομένων δρόμων με δύο λωρίδες κυκλοφορίας και καταγράφηκαν οι οφθαλμικές κινήσεις τους ενώ δέχονταν οδηγίες για τον εντοπισμό επικίνδυνων καταστάσεων, με σκοπό τον προσδιορισμό μοτίβων οπτικής αναζήτησης. Οι έμπειροι οδηγοί επέδειξαν εκτενέστερη οπτική σάρωση στα απαιτητικά τμήματα δρόμων δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Το γεγονός αυτό υποστηρίζει την υπόθεση πως ο έλεγχος του οδοστρώματος από αρχάριους οδηγούς είναι περιορισμένη, όχι επειδή έχουν περιορισμένα εναπομείναντα διανοητικά 'αποθέματα' λόγω της προσπάθειας που καταβάλλουν για τον έλεγχο του οχήματος (αφού οι εν λόγω 'οδηγοί' στην πραγματικότητα δεν οδηγούσαν αλλά απλώς παρακολουθούσαν τα προαναφερόμενα video), αλλά λόγω των 'φτωχών' νοητικών μοντέλων για το τι θα μπορούσε να συμβεί σε δρόμους με δύο λωρίδες κυκλοφορίας.

Σύμφωνα με τη μελέτη *Car drivers attend to different gaze targets when negotiating closed vs. open bends* (Kandil, Rotter, Lappe), κατά την κίνηση σε στροφές, οι οδηγοί των αυτοκινήτων πρέπει να ελέγχουν τόσο την ταχύτητα, όσο και τη γωνία στροφής στο τιμόνι προκειμένου να διατηρήσουν το όχημά τους στη βέλτιστη θέση λωρίδας κυκλοφορίας. Μεταξύ των προτεινόμενων στρατηγικών για τη ρύθμιση της γωνίας που δίνει ο οδηγός στο τιμόνι προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη θέση του οχήματος κατά τη κίνησή του σε στροφή, είναι η χρησιμοποίηση της γεωμετρικής μεθόδου του 'εφαπτόμενου σημείου' και η μέθοδος 'δειγματοληπτικών εστιάσεων' κατά την οποία αξιολογούνται οι καταγραφόμενες πορείες κίνησης του αμφιβληστροειδούς του οδηγού, ο οποίος ιχνηλατεί 'μελλοντικό' σημείο του δρόμου- σημείο δηλαδή του δρόμου πέραν ακόμη του οπτικού του πεδίου (λόγω της στροφής). Σε σχετικές μελέτες χρησιμοποιήθηκε ποικιλία σεναρίων (π.χ. κίνηση σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας και σε προσομοιωτή) και δρόμοι με διάφορους σχεδιασμούς (δρόμοι με κλειστές και ανοιχτές στροφές, διαφόρων κυρτοτήτων), με εξαγόμενα αποτελέσματα που συμφωνούν και με τις δύο προαναφερόμενες στρατηγικές. Στην παρούσα μελέτη ερευνώνται οι συνέπειες του 'ανοίγματος' της στροφής, για παράδειγμα, η απόσταση ορατότητας του οδηγού σχετίζεται με το κατά πόσο οι οδηγοί χρησιμοποιούν τη μέθοδο του 'εφαπτόμενου σημείου'. Έξι οδηγοί οδήγησαν ένα αυτοκίνητο δοκιμών- κατ' εξακολούθηση- σε

δρόμο με μια σειρά δώδεκα στροφών σε πραγματικές συνθήκες με ταυτόχρονη καταγραφή των οφθαλμικών τους κινήσεων. Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν πως η εξάρτηση από το 'εφαπτόμενο σημείο' είναι γενικά υψηλή και αυξάνεται με την εγγύτητα (κοντινότερες αποστάσεις όρασης) της στροφής, καθώς και από το βαθμό κυρτότητας της στροφής. Σε ανοιχτές στροφές, οι οδηγοί κοιτούσαν εναλλακτικά μακριά προς ευθεία τμήματα του δρόμου, παρακαίμενα της στροφής, χωρίς όμως τη χρήση 'δειγματοληπτικών εστιάσεων'.

Η ασυμβατότητα μεταξύ των διαφορετικών τύπων οχημάτων τα οποία κινούνται στους δρόμους προκαλεί προβλήματα, τα οποία παρά το πλήθος παρεμβάσεων που έχουν γίνει για την επίλυσή τους, φαίνεται πως παραμένουν, σύμφωνα με σχετικές μελέτες. Τα αυτοκίνητα και οι μοτοσικλέτες αποτελούν χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα. Η μελέτη *Cognitive compatibility of motorcyclists and car drivers* (Walker, Stanton, Salmon, 2010), βασίζεται σε φυσιοκρατική μέθοδο χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα λεκτικά πρωτόκολλα και ένα αυτόματο, υψηλής αξιοπιστίας εργαλείο σημασιολογικού δικτύου. Η μέθοδος αυτή καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο ένα περιστατικό σε δρόμο ερμηνεύεται διαφορετικά από τους οδηγούς αυτοκινήτων και τους μοτοσικλετιστές, γεγονός που οδηγεί σε υψηλό ρυθμό ατυχημάτων μεταξύ τους. Η ανάλυση της δομής και του περιεχομένου του σημασιολογικού δικτύου αποκαλύπτει, μεταξύ οδηγών αυτοκινήτων και μοτοσικλετιστών, μεγαλύτερο βαθμό αντιληπτικής συμβατότητας σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας, όπως σε αυτοκινητόδρομους, όμως αποδεικνύουν πιο σημαντικές ασυμβατότητες σε επαρχιακές οδούς και διασταυρώσεις. Τόσο οι επαρχιακές οδοί όσο και οι διασταυρώσεις εμπλέκονται στη βοήθεια της ενεργοποίησης ενός γνωστικού σχήματος- αντίληψης, το οποίο με τη σειρά του δημιουργεί στερεότυπες συμπεριφορές, δυσμενείς στην πρόβλεψη των προθέσεων των μοτοσικλετιστών, από τους οδηγούς αυτοκινήτων. Τα αποτελέσματα αναλύονται με όρους πρακτικών μετρήσεων όπως πινακίδες οι οποίες προειδοποιούν για συμβάντα πίσω αλλά και μπροστά από αυτές, ειδική εκπαίδευση των οδηγών όσον αφορά τις διασταυρώσεις και της εκτίμησης ικανότητας εκτέλεσης διαδρομής.

Τα τροχαία ατυχήματα αποτελούν την κυριότερη αιτία θανάτου νέων ανθρώπων στον αναπτυσσόμενο κόσμο. Οι παράγοντες που προκαλούν τα τροχαία ατυχήματα είναι πολλοί, ωστόσο, οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν στο ότι η έλλειψη οδηγικής εμπειρίας είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες. Επιπρόσθετα, έχει αποδειχθεί πως περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας και βροχής, αυξάνουν τον κίνδυνο σύγκρουσης. Οι παραπάνω παράγοντες είναι δυνατόν να σχετίζονται με τις στρατηγικές οπτικής αναζήτησης των οδηγών. Η αποτελεσματικότητα των εν λόγω στρατηγικών αυξάνεται με την αύξηση της εμπειρίας των οδηγών. Στη μελέτη *Driver's visual attention as a function of driving experience and visibility. Using a driving simulator to explore drivers' eye movements in day, night and rain driving* (Konstantopoulos, Chapman, Crundall, 2009), κατεγράφησαν οι οφθαλμικές κινήσεις εκπαιδευτών οδήγησης και μαθητευομένων οδηγών, οι οποίοι οδήγησαν τρεις εικονικές διαδρομές, σε συνθήκες ημέρας, νύχτας και βροχής σε προσομοιωτή. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι εκπαιδευτές είχαν αυξημένο ρυθμό δειγματοληψίας,

μικρότερο χρόνο επεξεργασίας των προσλαμβανόμενων δεδομένων και μεγαλύτερο εύρος ανίχνευσης του δρόμου απ' ό,τι οι αρχάριοι οδηγοί. Το μεγαλύτερο εύρος ανίχνευσης του δρόμου είναι δυνατόν να εξηγηθεί από το χρησιμοποιούμενο τους μοτίβο επιθεώρησης των καθρεφτών, το οποίο αναδεικνύει πως οι εκπαιδευτές οδήγησης εστίαζαν περισσότερο στους πλευρικούς καθρέφτες απ' ό,τι οι αρχάριοι οδηγοί. Επίσης, από την έρευνα αυτή προέκυψε το γεγονός πως σε κακές συνθήκες ορατότητας- ειδικά σε βροχή- μειώνεται η αποτελεσματικότητα οπτικής αναζήτησης των οδηγών, ανεξάρτητα από την εμπειρία τους. Η μη εξάρτηση μεταξύ οδηγικής εμπειρίας και ορατότητας, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι κάποιος παράγοντας της οπτικής αναζήτησης επηρεάζονται περισσότερο από τη γενική παρά από την ειδικών περιπτώσεων οδηγική εμπειρία.

Τα παρόντα ευρήματα υποστηρίζουν τη συσχέτιση οδηγικής εμπειρίας και χρησιμοποιούμενων στρατηγικών των οφθαλμικών κινήσεων των οδηγών. Η υψηλή επικινδυνότητα ατυχήματος κατά τη διάρκεια της νύχτας καθώς και σε συνθήκες βροχής είναι δυνατόν να εξηγηθεί εν μέρει από την ελάττωση των στρατηγικών οπτικής αναζήτησης που συμβαίνει σε αυτές τις συνθήκες. Τέλος, υποστηρίζεται πως η χρήση προσομοιωτών οδήγησης είναι δυνατόν να συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό προς την κατεύθυνση της οδηγικής ασφάλειας.

Σκοπός της μελέτης *Looks Are (Almost) Everything: Where Drivers Look to Get Information* (Shinar, Gurion, Sheva, 2008), είναι η περιγραφή της επιρροής της έρευνας του Rockwell σχετικά με τις οφθαλμικές κινήσεις. Η κατάκτηση μιας νέας τεχνολογίας που να κάνει δυνατές τις μετρήσεις οφθαλμικών κινήσεων σε φυσικά περιβάλλοντα έδωσε ώθηση στη θεμελιώδη έρευνα ενός πρωτοπόρου των *Ανθρώπινων Παραγόντων*, του Tom Rockwell, σχετικά με τον τρόπο που οι οδηγοί επεξεργάζονται τις οπτικές πληροφορίες. Σε δυο θεμελιώδη άρθρα *Ανθρώπινων Παραγόντων*, τα "Mapping Eye-Movement Pattern to the Visual Scene in Driving: An Exploratory Study" (Mourant & Rockwell, 1970) και "Strategies of Visual Search by Novice and Experienced Drivers" (Mourant & Rockwell, 1972), εξετάστηκαν από τον Rockwell και το φοιτητή του, Ron Mourant, οι οφθαλμικές κινήσεις οδηγών σε πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες. Η ανάλυση των οπτικών εστιάσεων κατέδειξε συστηματική συσχέτιση μεταξύ των απαιτούμενων για τον οδηγό πηγών πληροφοριών για ασφαλή οδήγηση και της διασποράς των εστιάσεων του. Επιπρόσθετα, προέκυψε το συμπέρασμα πως όσο οι οδηγοί αποκτούν μεγαλύτερη εμπειρία και αναπτύσσονται οι ικανότητές τους, τα μοτίβα των εστιάσεών τους αλλάζουν και γίνονται πιο συστηματικά. Η έρευνα κατέδειξε πως οι εστιάσεις και οι σακκαδικές κινήσεις των οφθαλμών του οδηγού παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά της οπτικής του αναζήτησης, τις απαιτούμενες για την οδήγηση πληροφορίες και τις διαδικασίες πρόσληψης των πληροφοριών αυτών. Η έρευνα αυτή απετέλεσε ακρογωνιαίο λίθο για πλήθος μελετών σχετικών με την οδήγηση, του Rockwell και άλλων ερευνητών. Συνεχίζοντας πάνω στην πρωτοπόρο εργασία του Rockwell, οι μελέτες αυτές χρησιμοποίησαν συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων οδηγών για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο βελτιώνουν τις ικανότητές τους, όπως επίσης της επίδρασης της κόπωσης και λοιπών παραγόντων που επιδρούν επιβαρυντικά στην

απόσπαση της προσοχής τους και πρόσληψης πληροφοριών κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Μελλοντική, ενδεχομένως επαναστατική, εφαρμογή της μελέτης αυτής είναι η χρησιμοποίηση της καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων οδηγού για τον έλεγχο του οχήματος και την ενεργοποίηση ενδο-οχηματικών ενεργητικών συστημάτων ασφαλείας.

Η οδήγηση είναι μια δραστηριότητα η οποία εξαρτάται από τα εισερχόμενα στον οδηγό οπτικά δεδομένα. Παρά το ότι υπάρχουν διάφορες απόψεις για το ποιο ποσοστό των εισερχομένων πληροφοριών είναι οπτικές (δηλ., ότι η οδήγηση είναι 90 τοις εκατό οπτική πλάνη: βλ. Sivak, 1996), κανείς δε μπορεί να οδηγήσει χωρίς να κοιτά το δρόμο. Ως εκ τούτου, η κατανόηση του πού εστιάζει ο οδηγός, πότε και για πόσο χρόνο, παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο οδηγεί κάποιος. Η διάσπαση της προσοχής του οδηγού κατά τη διαδικασία σάρωσης του δρόμου είναι δυνατόν να αυξήσει κατά πολύ την πιθανότητα τροχαίου ατυχήματος. Πρόθεση της μελέτης *Where Do Drivers Look While Driving (and for How Long)?* (Green 2002), είναι να βοηθήσει στην κατανόηση των εστιάσεων του οδηγού με σκοπό την προώθηση της ασφαλούς οδήγησης, τον προσδιορισμό των παραγόντων που προκαλούν τροχαία ατυχήματα, παρέχοντας τη βάση για περαιτέρω έρευνα. Συνοψίζοντας, τα βασικά σημεία της μελέτης αυτής είναι:

1. Η θεωρούμενη στοιχειώδης μονάδα οπτικής συμπεριφοράς οδηγού είναι η εστίαση. Ως «ματιά» θεωρείται μια συνεχής ακολουθία μιας ή περισσοτέρων εστιάσεων σε ένα στόχο (σήμα, σήμανση άκρης, δείκτης), συμπεριλαμβανομένων των μεταξύ των εστιάσεων οφθαλμικών κινήσεων. Στην έρευνα που αφορά την ασφάλεια των αυτοκινήτων, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει το άθροισμα των διαρκειών του βλέμματος του οδηγού, εκτός δρόμου. Σε ορισμένες καταστάσεις, ο χρόνος αυτός είναι δυνατόν να υπερβεί τα 2,5 sec.
2. Η παρατήρηση ενός στόχου σε γωνία μεγαλύτερη από 15° από το τρέχον σημείο προσοχής, συνήθως περιλαμβάνει:
 - α) Μια γρήγορη κίνηση του οφθαλμού προς τον στόχο
 - β) Μια κίνηση της κεφαλής 50msec αργότερα
 - γ) Αντίθετη περιστροφή του οφθαλμού καθώς η κεφαλή είναι ευθυγραμμισμένη με τον στόχο
3. Η διάρκεια εστίασης, παρατήρησης και έρευνας ακολουθούν λογαριθμική κατανομή.
4. Είναι δύσκολο να συλλεχθούν και να αναλυθούν δεδομένα εστίασης των οφθαλμών και γι' αυτό το λόγο δεν καταγράφονται συχνά από τους ερευνητές. Η συνηθέστερη διαδικασία συλλογής δεδομένων είναι η καταγραφή μέσω κάμερας του προσώπου του οδηγού, μέθοδος η οποία δεν απαιτεί εξειδικευμένα συστήματα καταγραφής. Η χρονική ανάλυση των περισσοτέρων συστημάτων καταγραφής εστίασης οφθαλμού είναι 33msec. Οι περιοχές εστίασης του οδηγού δεν είναι καθορισμένες τυποποιημένα, με συνέπεια την προβληματική σύγκριση

σχετικών μελετών. Λόγω της προσπάθειας που απαιτείται, οι μελέτες που αφορούν εστιάσεις, συνήθως περιλαμβάνουν μικρό μέγεθος δείγματος και δεδομένα από μικρά χρονικά διαστήματα (καταγραφές ενός περιπού λεπτού).

5. Ο κίνδυνος ατυχήματος αυξάνεται όταν ο οδηγός δεν κοιτά στο δρόμο. Ο αναμενόμενος αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων που οφείλονται σε απόσπαση της προσοχής του οδηγού σε «καθήκοντα» του που αφορούν το ίδιο το όχημα, είναι δυνατόν να προβλεφθεί από το συνδυασμό του πόσο συχνά κοιτάει ο οδηγός συσκευές του οχήματος ανά χρήση, τη μέση διάρκεια κάθε τέτοιας απόσπασης της προσοχής του οδηγού από το δρόμο, καθώς και από την εβδομαδιαία συχνότητα χρήσης των συσκευών αυτών.
6. Τα δεδομένα από καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων των οδηγών παρέχουν μια χρήσιμη αλλά όχι αλάνθαστη ένδειξη για το ποια αντικείμενα στο περιβάλλον οδήγησης είναι αυτά που έλκουν περισσότερο την προσοχή των οδηγών. Όσο μεγαλύτερη η διάρκεια του βλέμματος του οδηγού σε ένα αντικείμενο, τόσο πιθανότερο είναι να το παρατηρήσει. Όταν οι οδηγοί δε δίνουν σημασία στα σημαντικότερα αντικείμενα προκειμένου να επιτευχθεί ασφαλής οδήγηση, θα πρέπει να εισαχθούν αλλαγές στο περιβάλλον οδήγησης, στα οχήματα ή ακόμα και περαιτέρω εκπαίδευση του οδηγού.
7. Το πού κοιτούν οι οδηγοί εξαρτάται από την εκάστοτε κυκλοφοριακή κατάσταση που επικρατεί. Σε περίπτωση που η κυκλοφορία δεν είναι αυξημένη, περίπου το 50% των παρατηρήσεων του οδηγού είναι ευθεία εμπρός του. Όταν υπάρχει προπορευόμενο όχημα, το 40% περίπου των βλεμμάτων του οδηγού επικεντρώνονται σε αυτό και 30% σε άλλα αντικείμενα εμπρός. Δεν εξετάστηκε η επίδραση της μεταξύ των οχημάτων απόστασης για την εξαγωγή των συμπερασμάτων αυτών.
8. Τα μοτίβα εστιάσεων των οδηγών ποικίλουν ανάλογα με τη γεωμετρία του δρόμου (π.χ. στροφές σε σύγκριση με ευθεία τμήματα του δρόμου), με τους οδηγούς να κοιτούν περισσότερο στις ακραίες σημάνσεις (όρια) του δρόμου σε στροφές. Το εστιαζόμενο από τον οδηγό άκρο του δρόμου εξαρτάται από το πόσο κλειστή είναι η στροφή και από την κατεύθυνσή της. Τα μοτίβα των οφθαλμικών κινήσεων εστίασης του οδηγού σε στροφές αποτελούνται από τρεις διακριτές φάσεις: α) προσέγγιση, β) στροφή, γ) έξοδος από τη στροφή. Κατά τη διάρκεια της στροφής, οι οδηγοί χρησιμοποιούν την άκρη του δρόμου για τον καθορισμό της ακτίνας στροφής (προσαρμογή της κατεύθυνσης του οχήματος) και τις άκρες πλησίον του αυτοκινήτου για την προσαρμογή της πλευρικής θέσης.
9. Το γενικό μοτίβο αντίχενωσης του οδηγού είναι αρχικά η κοντινή στο όχημά του «σάρωση», στη συνέχεια εστιάζει κατά προσέγγιση δύο φορές σε διαδοχικά μεγαλύτερες αποστάσεις και τέλος επαναλαμβάνει το παραπάνω μοτίβο, κοιτάζοντας κοντά στο αυτοκίνητο.

10. Καθώς οι απαιτήσεις οδήγησης αυξάνονται (π.χ. αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας), είναι δυνατόν να παρατηρηθούν μικρές αλλαγές στο πού κοιτάζουν οι οδηγοί. Συγκεκριμένα οι οδηγοί είναι δυνατόν να εστιάζουν λιγότερο χρόνο σε δευτερεύοντες στόχους, καθώς αυξάνονται οι απαιτήσεις της οδήγησης.
11. Οι έμπειροι οδηγοί παρουσιάζουν κάπως μικρότερη διάρκεια στις εστιάσεις τους σε σχέση με αρχάριους οδηγούς. Παρόλα αυτά οι μεγαλύτεροι σε ηλικία οδηγοί παρουσιάζουν ελαφρώς μεγαλύτερη μέση διάρκεια στις εστιάσεις τους σε σχέση με τους νεότερους ηλικιακά οδηγούς.
12. Αν και τα διαθέσιμα στοιχεία είναι λίγα, θεωρείται πως η επίδραση της κόπωσης στις παραμέτρους της όρασης του οδηγού είναι ελάχιστη.
13. Η επίδραση ναρκωτικών ουσιών και αλκοόλ στις οφθαλμικές κινήσεις του οδηγού είναι συγκεκριμένη κατά ουσία. Η γωνία κατά την οποία το τρέμουλο του οφθαλμού του οδηγού όταν αυτός κοιτάζει στα άκρα, συμβαίνει για πρώτη φορά, σχετίζεται ευθέως με την περιεκτικότητα του αίματος σε οινόπνευμα BAC (Blood Alcohol Content).
14. Τα μοτίβα εστιάσεων των οφθαλμών του οδηγού διαφοροποιούνται σε σχέση με τον τύπο του οχήματος. Για τις μοτοσικλέτες, οι οδηγοί τείνουν να συγκεντρώνουν τις εστιάσεις τους πιο κοντά στη μοτοσικλέτα, απ' ότι θα έκαναν σ' ένα επιβατικό αυτοκίνητο. Σ' ένα μεγάλο φορτηγό, οι καθρέφτες τείνουν να δέχονται περισσότερες εστιάσεις απ' όσες θα δέχονταν σ' ένα επιβατικό αυτοκίνητο.
15. Τα δεδομένα από τις εστιάσεις του οδηγού υποδηλώνουν ότι οι οδηγοί νιώθουν άνετα κοιτώντας μέσα στο όχημα για περίπου ένα δευτερόλεπτο (μέσος όρος), αν και μερικές φορές μεγαλύτερες διάρκειες είναι αποδεκτές. Σε πολλά σύγχρονα ενδο-οχηματικά συστήματα, η διάρκεια του βλέμματος του οδηγού είναι της τάξης του 1,0 έως 1,5 δευτερολέπτου. Σε σύνθετα συστήματα πληροφόρησης του οδηγού, η διάρκεια αυτή μπορεί να είναι μεγαλύτερη. Σε περίπτωση δύσκολων καταστάσεων κατά την οδήγηση, παρουσιάστηκε αύξηση του αριθμού των βλεμμάτων των οδηγών στο εσωτερικό του οχήματος (διαχωρισμένων από τα βλέμματα στο δρόμο), χωρίς όμως σημαντική μεταβολή στη διάρκειά τους.

Εν κατακλείδι, οι ερευνητές ίσως να θεωρήσουν ατελές το τρέχον επίπεδο γνώσης σχετικά με τις οφθαλμικές εστιάσεις του οδηγού. Υπάρχει ένας στέρεος κορμός γνώσης πάνω στη γενική διαδικασία ελέγχου των εστιάσεων του οδηγού, και κάποιες λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την οδήγηση κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Επίσης, υπάρχουν στοιχεία που βοηθούν στην κατανόηση του πώς διάφορα χαρακτηριστικά της οδήγησης και του περιβάλλοντός της (στροφές, μέρα σε σχέση με νύχτα, τύπος οχήματος, ενδο-οχηματικό έργο κλπ) επηρεάζουν γενικά την

οφθαλμική συμπεριφορά του οδηγού. Αυτό που λείπει από τη βιβλιογραφία κι αυτό που περισσότερο χρειάζονται οι οδηγοί είναι συστηματοποιημένα στοιχεία βλέμματος για οδηγούς όλων των ηλικιών, για ένα ευρύ φάσμα γεωμετριών του οδοστρώματος, τύπων οχημάτων, συνθηκών φωτισμού και καταστάσεων του οδηγού. Χωρίς αυτού του είδους την πληροφορία, η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το τι μπορεί να είναι ασυνήθιστο, μη λογικό ή μη ασφαλές παραμένει σε εκκρεμότητα.

Στην έρευνα *Saliency and scan patterns in the inspection of real-world scenes: Eye movements during encoding and recognition* (Underwood, Foulsham, Humphrey, 2009), εξετάζεται το πώς γίνεται να ταιριάζουν μεταξύ τους οπτικές εστιάσεις όταν κανείς παρατηρεί μια εικόνα κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής κωδικοποίησης και, ξανά, αναγνώρισης, καθώς και μέχρι ποιο βαθμό καθορίζονται οι διαδοχές εστιάσεων (μοτίβα σάρωσης) από τα χαμηλής ποιότητας οπτικά χαρακτηριστικά της εικόνας, αν όχι από τη γνώση που ήδη κατέχει ο παρατηρητής. Το πρότυπο του χάρτη διακρίσεων οπτικής προσοχής δοκιμάστηκε σε δυο πειράματα, με το ερώτημα αν το φάσμα ταξινόμησης περιοχών κατά την τιμή διάκρισής τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλεφθεί η διαδοχή εστιάσεων κατά την πρώτη οπτική επαφή με την εικόνα. Το πρώτο πείραμα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η διαδοχή εστιάσεων στην πρώτη παρατήρηση κατά τη διάρκεια της κωδικοποίησης ήταν παρεμφερής αυτής κατά τη διάρκεια της παρατήρησης της εικόνας για δεύτερη φορά, στη δοκιμή αναγνώρισης. Το δεύτερο πείραμα επιβεβαίωσε αυτήν την ομοιότητα διαδοχών εστιάσεων κατά την κωδικοποίηση και την αναγνώριση, και ανακάλυψε επίσης μια ομοιότητα μεταξύ μοτίβων σάρωσης κατά τη διάρκεια της αρχικής δοκιμής αναγνώρισης και μιας δεύτερης δοκιμής αναγνώρισης μια εβδομάδα αργότερα. Παρ' όλα αυτά, τα μοτίβα σάρωσης εστιάσεων δεν έμοιαζαν με αυτά που είχαν προβλεφθεί από το πρότυπο του χάρτη διακρίσεων σε κανένα πείραμα. Αυτά τα συμπεράσματα επιβεβαιώνονται από αλληλεπιδράσεις σχετικές με την αντιπαραβολή μεταξύ του περιεχομένου μιας εικόνας και του τομέα της προσοχής των παρατηρητών.

Η αντίληψη ενδεχόμενου κινδύνου αποτελεί κρίσιμη ικανότητα για όλους τους χρήστες του οδοστρώματος. Στη μελέτη *The visual search patterns and hazard responses of experienced and inexperienced motorcycle riders* (Hosking, Liu, Bayly, 2009), χρησιμοποιήθηκε ένας εξομοιωτής μοτοσικλέτας προκειμένου να μελετηθεί η συσχέτιση μεταξύ της εμπειρίας οδήγησης μοτοσικλέτας και αυτοκινήτου σε ότι αφορά στην αντίληψη κινδύνου στα μοντέλα οπτικής αναζήτησης.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τρεις (3) ομάδες συμμετεχόντων:

1. Οδηγοί με μεγάλη εμπειρία σε οδήγηση μοτοσικλέτας καθώς και αυτοκινήτου (EM-ED).
2. Οδηγοί με μικρή εμπειρία σε οδήγηση μοτοσικλέτας, αλλά με μεγάλη σε οδήγηση αυτοκινήτων (IM-ED).
3. Οδηγοί με μικρή εμπειρία τόσο σε οδήγηση μοτοσικλέτας όσο και αυτοκινήτου (IM-ID).

Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να αναζητήσουν πιθανούς κινδύνους σε καταστάσεις που τους υποβλήθηκαν στον εν λόγω εξομοιωτή και να αντιδράσουν στην αναγνώρισή τους πατώντας ένα κουμπί. Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν μια σημαντική φθίνουσα χρονική απόκριση σε ενδεχόμενο κίνδυνο, με την αύξηση της εμπειρίας των οδηγών από IM-ID σε IM-ED και σε EM-ED. Συγκρινόμενη με την ομάδα IM-ID, τόσο η ομάδα EM-ED όσο και η ομάδα IM-ED, παρουσίασαν πιο ευέλικτα μοντέλα οπτικής σάρωσης του περιβάλλοντος χώρου που ήταν ευαίσθητα σε πιθανή παρουσία κινδύνου. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν τα εν δυνάμει οφέλη από την εκπαίδευση οδηγών μοτοσικλετών στην αντίληψη κινδύνων και στην οπτική σάρωση, καθώς έχει ήδη αποδειχθεί σε προηγούμενες έρευνες με οδηγούς αυτοκινήτων.

Οι παραπάνω έρευνες ασχολούνται με την μελέτη οφθαλμικών κινήσεων μοτοσικλετιστών, οδηγών αυτοκινήτων, «διπλών», «απλών», έμπειρων και μη έμπειρων οδηγών, σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και με χρήση video. Συμπερασματικά, είναι δυνατόν να υποστηριχθεί πως οι παραπάνω μελέτες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν το διάστημα 2002-2013 καταδεικνύουν τη σημαντικότητα της έρευνας που αφορά την μελέτη των οφθαλμικών κινήσεων οδηγών- μοτοσικλετιστών και οδηγών αυτοκινήτων- όσον αφορά τη βελτίωση της ασφάλειας των οχημάτων και του οδικού δικτύου. Αναδεικνύεται πως η εν λόγω έρευνα βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο και πως υπάρχουν τομείς οι οποίοι θα πρέπει να μελετηθούν. Η μελέτη των οφθαλμικών κινήσεων οδηγών- όλων των τύπων των οχημάτων- σε συνθήκες αστικού περιβάλλοντος, αποτελεί πρόσφορο «έδαφος» για μελέτη.

Η αστικοποίηση έχει οδηγήσει σε αύξηση των οχημάτων τα οποία κινούνται σε οδικά δίκτυα περιορισμένης δυνατότητας φόρτισης, σχεδιασμένα πολλές φορές για λειτουργία με πολύ μικρότερο αριθμό οχημάτων. Οι μετακινήσεις των πολιτών σε σύγχρονες μεγαλουπόλεις αποτελούν μέρος της καθημερινότητάς τους και αποτελούν παράγοντα καθορισμού της ποιότητας ζωής τους. Η ασφάλεια στις μετακινήσεις θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα των ιθυνόντων - τόσο στη βελτίωση του τεχνικού εξοπλισμού των οχημάτων, στην εκπαίδευση των οδηγών, όσο και στο οδικό δίκτυο, με γνώμονα τις ιδιαιτερότητες στην οδήγηση διαφόρων τύπων οχημάτων και τη ανάδειξη της αξίας των μεταξύ των οδηγών επικοινωνίας, με χρήση «άτυπων σημάτων».

2

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ – ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

2.1.1 ΤΟ ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ζούμε και κινούμαστε σε ένα «δυναμικό» οπτικό κόσμο ο οποίος συντίθεται από κινούμενα ή μη αντικείμενα και φυσικές σκηνές που διαφέρουν σε μέγεθος, μορφή, φωτεινότητα και χρώμα. Η αντίληψη της όρασης ξεκινά με τον σχηματισμό ενός ειδώλου του εξωτερικού κόσμου στον αμφιβληστροειδή. Η έκταση του οπτικού μας πεδίου εξαρτάται από το νευρωνικό υπόστρωμα του αμφιβληστροειδή, του οπτικού φλοιού και την κατεύθυνση προς την οποία οι οφθαλμοί και το κεφάλι μας στρέφονται.

Η κεντρική όραση είναι υπεύθυνη για την επεξεργασία της λεπτομέρειας (περίγραμμα και όρια εικόνων) και την εκτίμηση του βάθους, για αυτό επιτρέπει στα ανώτερα θηλαστικά να εκτελούν αναλυτική και προηγμένη οπτική επεξεργασία, όπως η αναγνώριση προσώπων. Η περιφερική όραση είναι σημαντική για τον προσανατολισμό στον χώρο, την αντίληψη της κίνησης και τον εντοπισμό αντικειμένων προς αναγνώριση. Είναι αυτονόητο ότι είναι απαραίτητος ένας συμπληρωματικός μηχανισμός για την κίνηση των οφθαλμών, το «σύστημα παρατήρησης» (Gaze system): όταν χρειάζεται να αναγνωρίσουμε ένα αντικείμενο που μας ενδιαφέρει τότε στρέφουμε και κατευθύνουμε τους οφθαλμούς μας (και μερικές φορές το κεφάλι μας) ώστε το είδωλο του να σχηματιστεί στο κεντρικό βοθρίο (fovea) του αμφιβληστροειδή.

Οι βασικές λειτουργίες του συστήματος παρατήρησης είναι να «συλλαμβάνει» - εντοπίζει τα αντικείμενα που μας ενδιαφέρουν (π.χ. ένα πλοίο στον ορίζοντα) και να τα κρατάει σταθερά στην περιοχή του κεντρικού βοθρίου (fovea), να εμποδίζει την απομάκρυνσή τους από εκεί όταν αυτά είναι ακίνητα και να τα σταθεροποιεί όταν αυτά κινούνται ή όταν το κεφάλι κινείται. Η προσήλωση ελέγχεται από δύο (2) υποσυστήματα: το *οφθαλμοκινητικό σύστημα* (oculomotor system), το οποίο μετακινεί τους οφθαλμούς μέσα στον κόγχο με τη βοήθεια των οφθαλμοκινητικών μυών και το *σύστημα κίνησης του κεφαλιού* (head movement system) το οποίο μετακινεί τον κόγχο με την κίνηση του κεφαλιού.

Ο αριθμός των συγχρονισμένων οφθαλμικών κινήσεων που εκτελεί ο άνθρωπος κατά τη διάρκεια ανάγνωσης ενός βιβλίου για μια ώρα είναι σχεδόν ίσος με δέκα χιλιάδες (10.000). Η βάδιση αποτελεί δραστηριότητα κατά την οποία οι οφθαλμικοί μύες «επιβαρύνονται» σημαντικά. Όταν το κεφάλι κινείται, όπως συμβαίνει κατά τη βάδιση, οι οφθαλμοκινητικοί μύες βρίσκονται σε συνεχή δράση με σκοπό τη ρύθμιση- διόρθωση της θέσης του κεφαλιού ώστε να διατηρείται ένα σταθερό σημείο προσήλωσης. Γι' αυτόν το λόγο, αντικείμενα που παρατηρούμε όταν βαδίζουμε φαίνονται ακίνητα. Παρόλο αυτά, η συνεχής δραστηριότητα των μυών σπάνια οδηγεί σε αισθητή κόπωση. Αυτό συμβαίνει διότι το οφθαλμοκινητικό σύστημα διαχωρίζεται σε έξι (6) συγχρονισμένα υποσυστήματα ελέγχου των κινήσεων:

i) Ένα σύστημα το οποίο διατηρεί τους οφθαλμούς «ακίνητους» (σύστημα προσήλωσης- fixation system).

ii) Τρία υποσυστήματα τα οποία διατηρούν το είδωλο του στόχου στο κεντρικό βοθρίο:

α) Οι σακκαδικές κινήσεις οι οποίες προκαλούν απότομες μετακινήσεις του κεντρικού βοθρίου.

β) Οι ομαλές κινήσεις παρακολούθησης (Smooth pursuit movements) με τις οποίες ακολουθούμε κινούμενους στόχους.

γ) Κινήσεις σύγκλισης / απόκλισης (Vergence eye movements) κατά τις οποίες οι οφθαλμοί κινούνται προς αντίθετη κατεύθυνση. Είναι απαραίτητες για την αντίληψη του βάθους.

iii) Δύο υποσυστήματα που συγχρονίζουν το κεφάλι με τις οφθαλμικές κινήσεις, οι οποίες αποκαλούνται οφθαλμο-κεφαλικά αντανακλαστικά: ο οπτοκινητικός νυσταγμός και το οφθαλμο-αιθουσαίο (vestibular- ocular) αντανακλαστικό.

Οι οφθαλμικές κινήσεις διακρίνονται σε *συζυγείς* (conjugate) και *μη συζυγείς* (non conjugate). Κατά τις συζυγείς κινήσεις οι δύο οφθαλμοί κινούνται στην ίδια κατεύθυνση και περίπου κατά το ίδιο πλάτος και την ίδια γωνιακή ταχύτητα. Κατά τις μη συζυγείς κινήσεις οι δύο οφθαλμοί κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Οι μη συζυγείς (ή vergence) κινήσεις, που διακρίνονται σε συγκλίνουσες (convergent) και αποκλίνουσες (divergent), λαμβάνουν χώρα όταν ένα αντικείμενο πλησιάζει ή απομακρύνεται από τους οφθαλμούς.

Κατά την προσήλωση λαμβάνουν χώρα τρία (3) είδη κινήσεων: το τρέμουλο (tremors), οι κινήσεις διολίσθησης (drifts) και οι μικροσακκαδικές κινήσεις (microsaccades). Αυτές οι κινήσεις στην ουσία είναι το αποτέλεσμα της συνεχούς ανταγωνιστικής δράσης των μυών, αλλά παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση αποτελεσματικής οπτικής αντίληψης.

Ο ρόλος των οφθαλμικών κινήσεων κατά τη διάρκεια που εστιάζουμε σε ένα στόχο (αλλά και κατά τη διάρκεια που ανιχνεύουμε το οπτικό μας περιβάλλον) είναι πολύ σημαντικός για τη λειτουργία της όρασης. Η διάταξη των νευρώνων στον αμφιβληστροειδή κυρίως ανιχνεύει και συγκρίνει αλλαγές (π.χ. στην φωτεινότητα, στην χρωματικότητα) ενός αντικειμένου και αγνοεί κατά ένα μεγάλο μέρος τις φωτεινές εντάσεις που είναι σταθερές είτε στο διάστημα (χώρο) είτε στο χρόνο. Οποιαδήποτε απότομη αλλαγή στην ένταση της αμφιβληστροειδικής εικόνας καταχωρείται και διαβιβάζεται, ενώ χαρακτηριστικά που είναι σταθερά, όπως η συνολική ή η μέση τιμή φωτεινότητας «ακυρώνονται».

Όπως αναφέρεται στη συνέχεια, στην επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων, εστίαση (Fixation) του οδηγού σε αντικείμενο θεωρείται η προσήλωση του σε αυτό για διάρκεια 80 msec. Σημειώνεται πως πληθώρα σχετικών των παραπάνω πληροφοριών αναφέρονται λεπτομερώς στο «*Fixational eye movements - Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης*» (Βρεττός).

2.1.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

Οι πρώτες καταγραφές της θέσης και της κατεύθυνσης κίνησης των οφθαλμών πραγματοποιήθηκαν το 1936. Ο βασικός στόχος που επιτεύχθηκε με τις πρώτες τεχνικές καταγραφής ήταν απλά η συνεισφορά στην έρευνα για τη συλλογή δεδομένων της συμπεριφοράς του οφθαλμοκινητικού συστήματος του ανθρώπου. Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών, ιδανικών για την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων με μεγαλύτερη ακρίβεια. Το ιδανικό σύστημα καταγραφής πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις όπως να:

- Μην παρεμβάλλεται στο οπτικό πεδίο του εξεταζόμενου.
- Έχει καλή εφαρμογή ώστε να μην τον ενοχλεί.
- Έχει ακρίβεια τουλάχιστον μερικών λεπτών της μοίρας. Η ακρίβεια περιορίζεται από αθροιστικές επιδράσεις μη γραμμικότητας, θορύβου, διαταραχών και άλλων πηγών σφάλματος.
- Έχει διακριτική ικανότητα ενός λεπτού της μοίρας ($1'$) ώστε να είναι ικανό να διακρίνει και τις μικρότερες αλλαγές στην κίνηση του ματιού. Η διακριτική ικανότητα περιορίζεται μόνο από το θόρυβο του οργάνου.
- Μπορεί να καταγράφει κινήσεις από $1'$ έως και 45° και ταχύτητες από 1 arcmin/sec έως $800^\circ/\text{sec}$.
- Λειτουργεί με συχνότητα δειγματοληψίας πάνω από 100 Hz .
- Καταγράφει οριζόντιες, κάθετες και κυκλοστροφικές κινήσεις.
- Έχει την ικανότητα διόφθαλμης καταγραφής
- Έχει την ικανότητα καταγραφής κινήσεων του κεφαλιού και του σώματος.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη ποικιλία εξεταζόμενων.

Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι οι επιθυμητές και όχι αναγκαίες για ένα κοινώς αποδεκτό σύστημα καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται περιληπτικά οι μέθοδοι καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων.

Οι μέθοδοι καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων διακρίνονται σε τρεις (3) μεγάλες κατηγορίες:

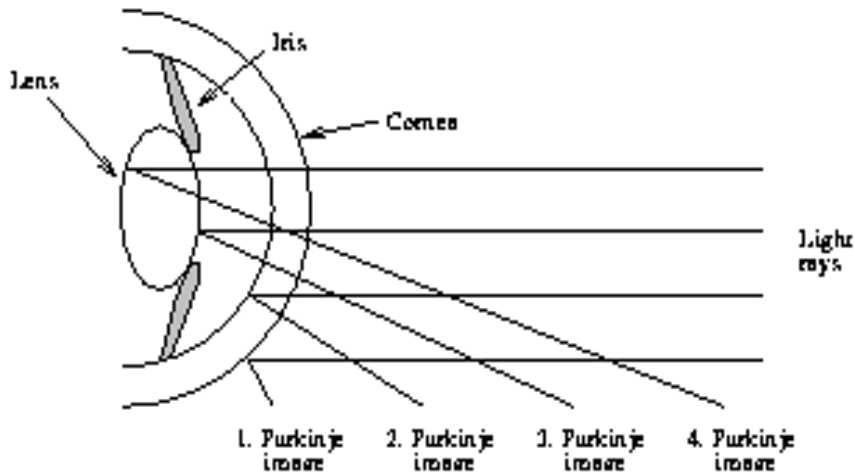
- Τεχνικές που βασίζονται σε ανακλώμενες ακτίνες
- Τεχνική που βασίζεται στην καταγραφή ηλεκτρικού δυναμικού (Ηλεκτροοφθαλμογράφημα)
- Τεχνικές που βασίζονται σε φακούς επαφής

Οι τεχνικές που βασίζονται σε ανακλώμενες ακτίνες διακρίνονται σε τέσσερις (4) κατηγορίες:

- Καταγραφή της κίνησης του σκληροκερατοειδικού ορίου (limbus tracking)
- Καταγραφή της κίνησης του ορίου ίριδας- κόρης (pupil tracking)
- Καταγραφή με χρήση πομπού- δέκτη υπερύθρων (InfraRed OculoGraphy)
- Καταγραφή της σχετικής θέσης κερατοειδή- κόρης (Video OculoGraphy)

Για την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων των μοτοσικλετιστών χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός βασιζόμενος στην τεχνική καταγραφής της σχετικής θέσης κερατοειδή- κόρης (VOG- Video OculoGraphy). Για τον λόγο αυτό ακολουθεί σύντομη περιγραφή της αρχής λειτουργίας της μεθόδου αυτής.

Όταν υπέρυθρη ακτινοβολία προσπίπτει στο μάτι του εξεταζόμενου λαμβάνουν χώρα πολλαπλές ανακλάσεις, οι λεγόμενες εικόνες Purkinje, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1 Οι εικόνες Purkinje.

Η πρώτη εικόνα Purkinje μαζί με την ανάκλαση από το σκληροκερατοειδικό όριο μπορούν να βιντεοσκοπηθούν χρησιμοποιώντας μια υπέρυθρη κάμερα ως ένα φωτεινό σημείο και ένα λιγότερο φωτεινό αντίστοιχα. Όταν το μάτι κινείται οριζόντια ή κάθετα η σχετική θέση των δύο (2) ανακλάσεων αλλάζουν ανάλογα και η θέση του ματιού μπορεί να υπολογιστεί από αυτές τις σχετικές θέσεις. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι οι πλευρικές μετατοπίσεις του κεφαλιού μπορεί να τοποθετήσουν την εικόνα του ματιού εκτός εστίας ή ακόμα και εκτός του οπτικού πεδίου της υπέρυθρης κάμερας.

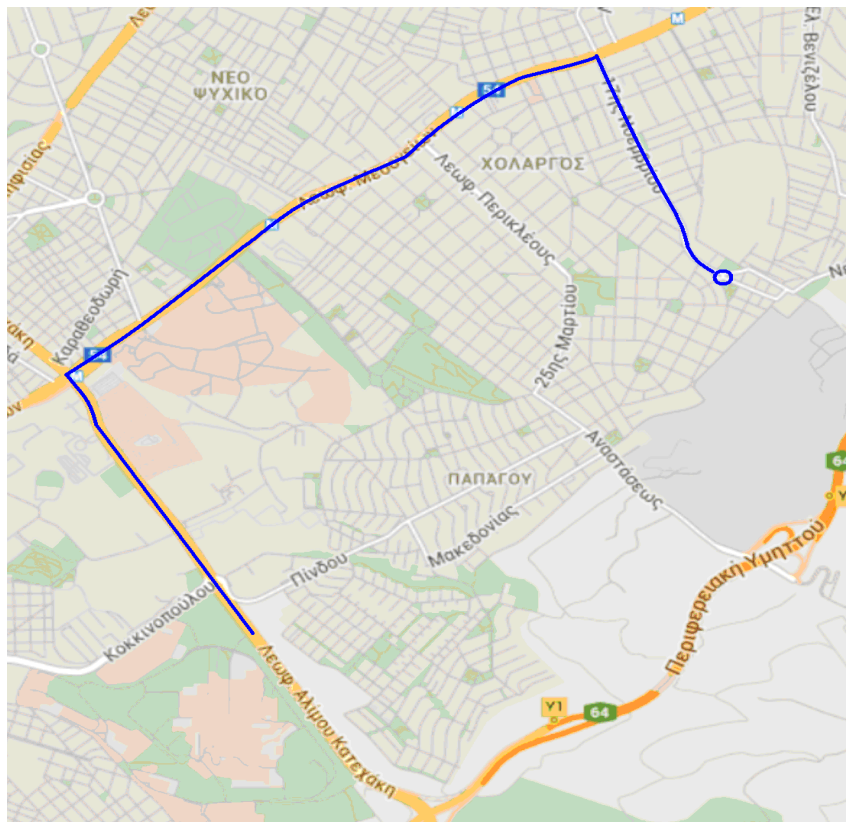
2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της οριζόντιας διασποράς (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) των οφθαλμικών κινήσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε κυκλοφοριακές συνθήκες αστικού περιβάλλοντος καθώς και η διερεύνηση ύπαρξης πιθανών μοτίβων στην οπτική αναζήτησή τους.

Στο πείραμα συμμετείχαν έξι (6) οδηγοί μοτοσικλέτας, ηλικίας περίπου τριάντα (30) ετών και με δέκα (10) έτη οδηγικής εμπειρίας σε μοτοσικλέτα. Η

επιλογή των οδηγών έγινε χωρίς περιορισμούς στο εάν είναι και οδηγοί αυτοκινήτων («διπλοί» οδηγοί). Οι μοτοσικλότες που συμμετείχαν στο πείραμα ήταν μεσαίου-μεγάλου κυβισμού όπου ο οδηγός είναι σε τέτοια θέση ώστε να μην υπάρχουν περιορισμοί στην ορατότητά του (δεν επιλέχθηκαν για το σκοπό αυτό μοτοσικλότες μικρού κυβισμού- τα λεγόμενα «παπάκια»- στα οποία υπάρχουν περιορισμοί ορατότητας λόγω της χαμηλής θέσης του οδηγού).

Επιλέχθηκε διαδρομή αντιπροσωπευτική του σύγχρονου αστικού οδικού δικτύου, περιλαμβάνοντας δρόμους πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων) και δρόμο διπλής κατεύθυνσης (17^{ης} Νοεμβρίου). Η διαδρομή που ακολουθήθηκε από τους έξι (6) μοτοσικλετιστές παρουσιάζεται με μπλε χρώμα στην παρακάτω Φωτογραφία (Φωτογραφία 2).



Φωτογραφία 2
Ακολουθούμενη
διαδρομή
μοτοσικλετιστών.

Όπως παρουσιάζεται στη Φωτογραφία 2, η διαδρομή- καταγραφή εστιάσεων των μοτοσικλετιστών ξεκινά από την είσοδο του Ε.Μ.Π. επί της Λ. Κατεχάκη, συνεχίζει στη Λ. Μεσογείων, κατόπιν δεξιά στην οδό 17^{ης} Νοεμβρίου έως την πλατεία στο ύψος της οδού Μυκόνου, όπου οι μοτοσικλετιστές ακολουθούν κυκλική πορεία και επιστρέφουν στο Ε.Μ.Π. (Εργαστήρια Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας) εκτελώντας αντίθετα την ίδια διαδρομή.

Για την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων των μοτοσικλετιστών χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός των Εργαστηρίων του Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας, ο οποίος βασίζεται στην τεχνική καταγραφής της σχετικής θέσης κερατοειδή- κόρης (VOG- VideoOculoGraphy), ο οποίος παρουσιάστηκε παραπάνω.

Το σύστημα καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων το οποίο βασίζεται στην προαναφερόμενη τεχνική, αποτελείται από τρεις κάμερες (η μια «στοχεύει» στο δρόμο εμπρός του μοτοσικλετιστή, η δεύτερη προς τον αριστερό οφθαλμό του και μια υπέρυθρη κάμερα) αναρτημένες κατάλληλα σε κράνος και από έναν Η/Υ (τύπου Laptop), συνδεδεμένο με καλώδια με τις κάμερες του κράνους, τον οποίο φέρει σε σακίδιο στην πλάτη του ο μοτοσικλετιστής. Για την καταγραφή και επεξεργασία των καταγραφών χρησιμοποιείται κατάλληλο λογισμικό (iView) το οποίο συνοδεύει τον ανωτέρω εξοπλισμό. Ο εξοπλισμός ο οποίος χρησιμοποιήθηκε είναι της αναγνωρισμένης στο χώρο εταιρείας SMI (SensoMotoric Instruments) και παρουσιάζεται στις Φωτογραφίες 3, 4 και 5 που ακολουθούν.



Φωτογραφία 3 Εξοπλισμός καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων SMI. Κράνος και οι αναρτημένες κάμερες σε αυτό.



Φωτογραφία 4 Εξοπλισμός καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων SMI. Κράνος, κάμερες και Η/Υ εφοδιασμένος με κατάλληλο λογισμικό.



Φωτογραφία 5 Εξοπλισμός καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων SMI σε Εργαστήριο του Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας του Ε.Μ.Π.

Πριν την εκκίνηση του μοτοσικλετιστή και την ακολούθηση της προαναφερόμενης διαδρομής, απαραίτητη διαδικασία αποτελεί η ρύθμιση των συσκευών καταγραφής («καλιμπράρισμα» συσκευών). Η ρύθμιση των συσκευών καταγραφής διαρκεί περίπου μισή ώρα- σύμφωνα με παρακολούθηση της διαδικασίας από τον γράφοντα- με εργασία τριών (3) ατόμων και συνεργασία με τον οδηγό της μοτοσικλέτας. Σημειώνεται πως προκειμένου να καταγράφονται οι εστιάσεις των οδηγών και στους καθρέφτες της μοτοσικλέτας, χρησιμοποιήθηκε στις εν λόγω μετρήσεις ευρυγώνιος φακός κάμερας τριαντατριών μοιρών (33°).

Ο οδηγός φορά το κράνος, με τον αναρτώμενο πάνω του εξοπλισμό και φέρει σε σακίδιο στην πλάτη του τον Η/Υ. Γίνεται η συνδεσμολογία των καμερών με τον Η/Υ και ο οδηγός λαμβάνει θέση στην μοτοσικλέτα του απέναντι από τοίχο (στον οποίο δεν παρατηρούνται χρωματικές αντιθέσεις), όπου θα τοποθετηθούν σε κατάλληλες θέσεις σημάδια για τη βαθμονόμηση της συσκευής, όπως φαίνεται στην Φωτογραφία 6 που ακολουθεί. Η απόσταση των οφθαλμών του μοτοσικλετιστή από τον τοίχο εμπρός του είναι περίπου 2,35m. Σημειώνεται πως οι μετρήσεις των έξι (6) μοτοσικλετιστών του πειράματος, εκτελέσθηκαν πριν τη δύση του ηλίου, προκειμένου να αποφευχθούν έντονες αντανακλάσεις του φωτός, οι οποίες δημιουργούν πρόβλημα στις καταγραφές.



Φωτογραφία 6 Διαδικασία βαθμονόμησης των συσκευών καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων οδηγού μοτοσικλέτας 650cc, έξω από τον χώρο των Εργαστηρίων του Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας του Ε.Μ.Π.

Στη συνέχεια της διαδικασίας βαθμονόμησης των συσκευών καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων, τοποθετούνται στην επιφάνεια του τοίχου εμπρός του μοτοσικλετιστή σημάδια σε κατάλληλες θέσεις, όπως φαίνεται στις Φωτογραφίες 7, 8 & 9. Ο οδηγός κοιτάζει σε κάθε ένα από τα πέντε σημεία μπροστά του και γίνονται στον Η/Υ οι κατάλληλες ρυθμίσεις- διορθώσεις, προκειμένου οι καταγραφές να βρίσκονται εντός του οπτικού του πεδίου. Η απόσταση των σημείων κάτω αριστερά και πάνω δεξιά (Φωτογραφία 7) είναι 2,80m.



Φωτογραφία 7 Τοποθέτηση σημαδιών σε επιφάνεια, για τη βαθμονόμηση των συσκευών καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων. Διακρίνεται ο Λέκτορας Ε.Μ.Π. κος Ναθαναήλ Δημήτριος (δεξιά) και ο Ι.Δ.Α.Χ. Ε.Μ.Π. κος Γκίκας Κωνσταντίνος (αριστερά).



Φωτογραφία 8 Τοποθέτηση σημαδιών σε επιφάνεια, για τη βαθμονόμηση των συσκευών καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων.



Φωτογραφία 9 Βαθμονόμηση των συσκευών καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων. Καταγραφή εικόνας όπως την αντιλαμβάνεται ο μοτοσικλετιστής.

Μετά την ολοκλήρωση της βαθμονόμησης των συσκευών καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων, ο οδηγός ξεκινά την προκαθορισμένη διαδρομή, όπως αυτή ορίστηκε παραπάνω και παρουσιάζεται στην Φωτογραφία 2. Όταν ο μοτοσικλετιστής επιστρέψει στα Εργαστήρια του Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας του Ε.Μ.Π., ακολουθεί αποθήκευση του εξοπλισμού και η επεξεργασία των μετρήσεων που ελήφθησαν.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε στο σύνολο των έξι (6) μοτοσικλετιστών που έλαβαν μέρος στην παρούσα μελέτη. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πειραματικά δεδομένα που ελήφθησαν από τους οδηγούς αυτούς.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

3.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Όπως προαναφέρθηκε, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της οριζόντιας διασποράς (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) των οφθαλμικών κινήσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε κυκλοφοριακές συνθήκες αστικού περιβάλλοντος καθώς και η διερεύνηση ύπαρξης πιθανών μοτίβων στην οπτική αναζήτησή τους.

Μετά την εκτέλεση της προκαθορισμένης διαδρομής από τους έξι (6) μοτοσικλετιστές, ακολούθησε επεξεργασία των δεδομένων, αποτέλεσμα της οποίας ήταν η κατασκευή έξι (6) αρχείων Excel, ένα για κάθε οδηγό. Τα αρχεία αυτά είναι τα παρακάτω και περιέχονται στο συνημμένο της Διπλωματικής Εργασίας οπτικό δίσκο:

- i. Kostas Scan path_kostas 02_014_Trial001 Events_Analysis 04.xls
- ii. Vassilis _vassilis_29_6_2011_015_Trial001 Events_Analysis 02.xls
- iii. Eugene 01_Eugene 01_013_Trial001 Analysis.xls
- iv. ektoras_Analysis_loi.xlsx
- v. giannis_Analysis.loi.xlsx
- vi. Jacques_Analysis.loi.xlsx

Τα πεδία των ανωτέρω Excel και οι αντίστοιχες πληροφορίες που δίνουν είναι:

1. Event Type (κλείσιμο ματιού- Blink L, εστίαση- Fixation L κτλ)
2. Trial (η δοκιμή, 1)
3. Number (ο Αύξοντας Αριθμός των Blink L, Fixation L κτλ)
4. Start (έναρξη του «Event» σε msec)
5. End (λήξη του «Event» σε msec)
6. Duration (η διάρκεια του «Event» δηλαδή η διαφορά End-Start σε msec)
7. Location X (οριζόντια μετατόπιση οφθαλμού μοτοσικλετιστή σε pixel)
8. Location Y (κατακόρυφη μετατόπιση οφθαλμού μοτοσικλετιστή σε pixel)
9. Dispersion X (οριζόντια διασπορά οφθαλμού μοτοσικλετιστή, προκειμένου να μπορεί να θεωρηθεί εστίαση, σε pixel)
10. Dispersion Y (κατακόρυφη διασπορά οφθαλμού μοτοσικλετιστή, προκειμένου να μπορεί να θεωρηθεί εστίαση, σε pixel)
11. d/s (d: σε κίνηση, s: σε στάση)
12. Road Type (τύποι οδών: mesogeion, tw street κτλ)
13. Crossing (διασταύρωση με- χωρίς φωτεινό σηματοδότη)
14. Flow (τύπος ροής κυκλοφορίας: free flow, congested, restricted)
15. Lane position (λωρίδα στην οποία κινείται ο μοτοσικλετιστής: 1,2 κτλ)
16. Horizontal distributions of fixations according to road elements (λωρίδα στην οποία κοιτάζει ο μοτοσικλετιστής: 1,2 κτλ)
17. Objects (αντικείμενα τα οποία κοιτάζει ο οδηγός: car κτλ)
18. Objects2 (αντικείμενα τα οποία κοιτάζει λεπτομερέστερα από τα Objects ο οδηγός: helmet κτλ)
19. Comments (σχόλια- παρατηρήσεις)

Τα αρχεία αυτά αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία στηρίζεται η μετέπειτα επεξεργασία των δεδομένων και για τον λόγο αυτό υπέστησαν διορθώσεις και βελτιώσεις μορφοποίησης, προκειμένου να είναι ευανάγνωστα και πιο «φιλικά» προς επεξεργασία. Συγκεκριμένα, στα πεδία Location X και Location Y οι τιμές έγιναν δεκαδικοί με δύο δεκαδικά ψηφία (αρχικά είχαν δοθεί στα νούμερα στο Excel τελείες αντί κόμματος και δεν τα «έβλεπε» ως δεκαδικούς). Επίσης έγινε μορφοποίηση αριθμού στα πεδία Number, Start, End και Duration. Διόρθωση επίσης έγινε στα πεδία των Excel όπου υπήρχαν ορθογραφικά λάθη. Για παράδειγμα στη στήλη Objects των ανωτέρω αρχικών Excel εμφανίζονται «διπλοεγγραφές» όπως «mirror» και «miror», «bus stop» και «bus top» οι οποίες οφείλονται σε ορθογραφικά λάθη. Η σημασία των λαθών αυτών θα ήταν μικρή και δε θα αναφερόταν εάν δε δημιουργούσαν πρόβλημα στο «φιλτράρισμα» δεδομένων, όπου για παράδειγμα η αναζήτηση εγγραφών σε «mirror» θα έφερνε λιγότερα αποτελέσματα από τα πραγματικά καταγεγραμμένα αφού δε θα επέστρεφε εγγραφές «miror» οι οποίες αναφέρονται στο ίδιο αντικείμενο. Παρότι στην παρούσα εργασία δε χρησιμοποιούνται φίλτρα στη στήλη Objects των Excel για την εξαγωγή ανάλογων συμπερασμάτων, δόθηκε σημασία στη διόρθωση αυτού του είδους των λαθών για την ορθότητα δεδομένων πιθανών επόμενων εργασιών οι οποίες θα βασίζονται στα Excel αυτά.

Επίσης, ανάλογος έλεγχος έγινε στο σύνολο των προαναφερόμενων Excel για εύρεση πιθανών λαθών σε πεδία τους και έγιναν οι απαιτούμενες διορθώσεις, όπως για παράδειγμα στο Excel (iii), στη στήλη «Lanes» παρουσιάζεται συμβολισμός των λεωφορειολωρίδων ο οποίος δε συμφωνεί με αυτόν των υπολοίπων Excel και έγινε διόρθωση της εν λόγω στήλης εξ' αρχής με αντιπαραβολή του αντίστοιχου video και συμπλήρωση του Excel.

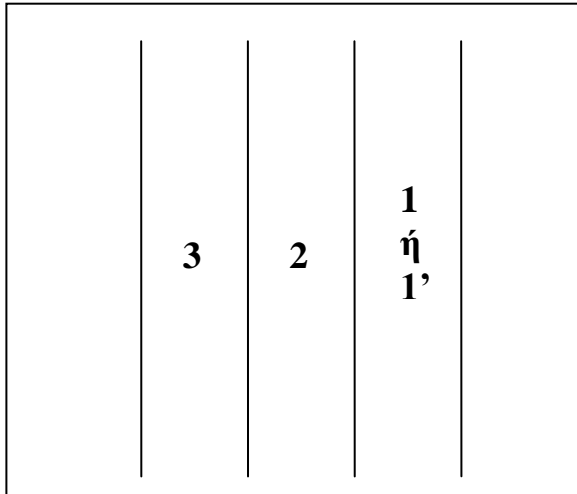
Μετά τις απαραίτητες διορθώσεις- βελτιώσεις των προαναφερόμενων αρχικών Excel, ακολούθησε η επεξεργασία των περιεχόμενων σε αυτά πληροφοριών, βάσει συνθηκών που αποτελούν και αντικείμενο έρευνας της εργασίας. Οι συνθήκες αυτές είναι:

1. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων).
2. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες δρόμου διπλής κατεύθυνσης (two way street / tw-street).
3. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες ελεύθερης ροής (free flow) και δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων).
4. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες κορεσμένης ροής (congested flow) και δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων).

5. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες περιορισμένης ροής (restricted flow) και δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων).
6. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες ελεύθερης ροής (free flow) και δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw-street).
7. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες κορεσμένης ροής (congested flow) και δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw-street).
8. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες περιορισμένης ροής (restricted flow) και δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw-street).
9. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινούνται, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων). Λωρίδα Νο1.
10. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινούνται, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων). Λωρίδα Νο2.
11. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινούνται, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων). Λωρίδα Νο3.
12. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινούνται, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων). Κίνηση μεταξύ λωρίδων Νο1 & Νο2.
13. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινούνται, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων). Κίνηση μεταξύ λωρίδων Νο2 & Νο3.
14. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινούνται, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων). Λωρίδα κίνησης λεωφορείων.
15. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινούνται, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λεωφόρος Κατεχάκη- Λεωφόρος Μεσογείων). Κίνηση μεταξύ λωρίδας κίνησης λεωφορείων και αριστερής της.
16. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw-street) και διασταύρωσης χωρίς φωτεινό σηματοδότη (crossing).

Οι παραπάνω περιπτώσεις εξετάζονται για κάθε έναν από τους έξι (6) μοτοσικλετιστές. Τα αποτελέσματα εύρεσης της εξεταζόμενης κάθε φορά οριζόντιας διασποράς (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο (Παράγραφος 3.2).

Η αρίθμηση των λωρίδων, όπως αρχικά ορίστηκε στα Excel καταγραφής δεδομένων παρουσιάζεται παρακάτω:



Σχήμα 2

Απεικόνιση δρόμου πολλαπλών λωρίδων και αρίθμηση λωρίδων.

Η πρώτη λωρίδα από δεξιά ονομάζεται «1». Σε περίπτωση που η πρώτη λωρίδα από δεξιά είναι λεωφορειολωρίδα ονομάζεται «1'». Η δεύτερη λωρίδα από δεξιά- είτε δεξιά της είναι λεωφορειολωρίδα είτε όχι- ονομάζεται «2» καθώς και η τρίτη λωρίδα από δεξιά ονομάζεται «3». Στην περίπτωση όπου ο μοτοσικλετιστής κινείται μεταξύ δύο λωρίδων σημειώνονται οι δύο λωρίδες με παύλα μεταξύ τους.

Σημειώνεται πως τα Excel μετά τις προαναφερόμενες διορθώσεις που έγιναν σε αυτά, παρατίθενται στο συνημμένο της Διπλωματικής Εργασίας οπτικό δίσκο, όπου έχουν επίσης συμπεριληφθεί φύλλα εργασίας που αφορούν την εύρεση των μέσων τιμών και τυπικών αποκλίσεων των παραπάνω ζητούμενων συνθηκών για κάθε οδηγό.

3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στον οπτικό δίσκο που συνοδεύει την παρούσα εργασία συμπεριλαμβάνονται τέσσερα (4) αρχεία Excel για κάθε έναν από τους έξι (6) μοτοσικλετιστές. Στα φύλλα εργασίας καθενός από τα αρχεία Excel γίνεται εύρεση των μέσων τιμών, τυπικών αποκλίσεων και μεταβλητοτήτων των παραπάνω ζητούμενων συνθηκών για κάθε οδηγό.

Δόθηκε βαρύτητα ώστε να διευκολυνθεί ο αναγνώστης στην «αντιστοίχιση» των ζητούμενων συνθηκών μέσα από τα φύλλα του Excel, χρησιμοποιώντας κάθε

φορά κατάλληλα φίλτρα καθώς και σύνθετα φίλτρα ώστε να αποδοθούν σωστά οι συνθήκες σε αυτά.

Σημειώνεται πως σε όλες τις περιπτώσεις το πρώτο από τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται είναι το Fixation L της στήλης Event Type, αφού μελετώνται οι εστιάσεις των μοτοσικλετιστών. Οι τύποι προσδιορισμού της μέσης τιμής, τυπικής απόκλισης και μεταβλητότητας (διακύμανσης) των οριζόντιων μετατοπίσεων των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών, αφότου εφαρμοστούν όλα τα φίλτρα για την «αποτύπωση» της ζητούμενης συνθήκης κάθε φορά στο Excel, δίνονται αντίστοιχα από τις συναρτήσεις *average*, *stdev* και *var*, της περιοχής τιμών του Location X που έχει «απομείνει». Επιλέχθηκαν οι συναρτήσεις αυτές του Excel οι οποίες αναφέρονται σε δείγμα (και όχι στο πιθανοσύνολο) αφού γίνεται εφαρμογή τους σε τιμές της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών, μετά την εφαρμογή φίλτρων.

Είναι πρακτικά δύσκολη η αποτύπωση στα A4 φύλλα της εργασίας το σύνολο των εγγραφών των Excel για κάθε εξεταζόμενη συνθήκη και οδηγό, ενώ δε θα ήταν δυνατή στην περίπτωση αυτή η ταυτόχρονη ανάγνωση- έλεγχος των χρησιμοποιούμενων τύπων- φίλτρων. Έτσι, τα εν λόγω αρχεία παρατίθενται στο συνημμένο της εργασίας οπτικό δίσκο και παρουσιάζονται πινακοποιημένα στη συνέχεια τα *συγκεντρωτικά αποτελέσματα* διασποράς οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών μοτοσικλετιστών για όλες τις προαναφερόμενες εξεταζόμενες συνθήκες.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

1. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα και δρόμου διπλής κατεύθυνσης.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΡΟΜΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ) ΚΑΙ ΔΡΟΜΟΥ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (tw-street)						
ΟΔΗΓΟΣ	Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ – Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ			Tw-street		
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (ΚΟΣΤΑΣ)	398,04	75,75	5.737,48	396,66	60,31	3.637,13
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	389,75	71,43	5.102,65	384,67	45,75	2.093,48
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	430,16	73,27	5.368,88	441,78	85,10	7.241,83
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (ΕΚΤΟΡΑΣ)	391,90	122,46	14.996,43	370,09	94,64	8.957,42
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	358,70	68,28	4.662,35	359,06	61,14	3.738,22
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	374,54	95,83	9.184,05	375,75	92,07	8.476,76

2. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσει κυκλοφοριακού φόρτου για δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΓΙΑ ΔΡΟΜΟ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ)									
ΟΔΗΓΟΣ	FREE FLOW			CONGESTED FLOW			RESTRICTED FLOW		
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (KOSTAS)	386,26	82,80	6.855,17	413,57	77,90	6.067,63	407,58	64,74	4.191,73
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	382,25	61,24	3.750,85	390,62	74,41	5.536,90	398,71	75,34	5.676,12
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	436,70	67,62	4.572,75	423,86	77,87	6.063,63	-	-	-
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (EKTORAS)	406,21	114,77	13.171,92	379,64	91,09	8.296,53	395,60	131,85	17.385,62
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	341,80	74,06	5.485,25	369,82	55,24	3.050,96	369,58	65,47	4.285,98
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	371,35	105,84	11.202,26	372,32	92,54	8.563,52	379,47	87,07	7.581,47

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

3. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσει κυκλοφοριακού φόρτου για δρόμο διπλής κατεύθυνσης.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΓΙΑ ΔΡΟΜΟ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (tw-street)									
ΟΔΗΓΟΣ	FREE FLOW			CONGESTED FLOW			RESTRICTED FLOW		
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (KOSTAS)	399,00	53,47	2.858,64	431,82	65,81	4.331,60	393,26	65,42	4.280,42
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	382,96	48,47	2.349,48	398,89	86,96	7.561,81	385,15	38,01	1.444,70
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	444,04	76,66	5.876,47	440,42	89,93	8.088,27	-	-	-
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (EKTORAS)	372,25	83,47	6.967,12	421,86	129,62	16.802,03	337,57	104,46	10.912,92
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	352,72	62,19	3.867,65	382,64	83,18	6.919,05	362,37	57,45	3.300,76
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	366,67	109,95	12.089,09	413,46	68,12	4.639,97	375,61	79,83	6.372,61

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

4. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσει λωρίδας στην οποία κινείται σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΚΙΝΕΙΤΑΙ, ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ)												
ΟΔΗΓΟΣ	ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1			ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1-2			ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1'			ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1'-2		
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλ/τα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλ/τα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλ/τα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλ/τα
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (KOSTAS)	383,63	93,75	8.789,62	378,08	28,01	784,37	401,06	47,33	2.239,91	415,42	66,53	4.426,75
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	399,33	71,86	5.164,28	378,35	54,02	2.918,25	408,52	66,78	4.459,67	401,45	120,69	14.566,64
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	422,99	75,28	5.667,69	435,39	47,55	2.261,05	438,23	74,63	5.569,43	415,69	78,37	6.141,41
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (EKTORAS)	358,98	134,68	18.137,77	385,45	111,84	12.507,89	435,12	136,42	18.609,49	415,91	128,13	16.417,62
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	348,77	73,75	5.438,98	336,73	55,97	3.132,92	365,09	70,50	4.970,01	351,43	61,72	3.809,78
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	343,67	130,63	17.064,86	377,12	89,51	8.012,10	368,32	79,13	6.260,96	385,36	17,25	297,61

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΛΩΡΙΔΑΣ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΚΙΝΕΙΤΑΙ, ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ – Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ)									
ΟΔΗΓΟΣ	ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 2			ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 2-3			ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 3		
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (ΚΟΣΤΑΣ)	388,34	74,62	5.568,67	413,06	73,86	5.455,58	419,38	93,36	8.716,50
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	382,87	57,04	3.253,36	389,50	67,32	4.532,20	411,43	105,09	11.044,38
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	444,48	68,20	4.650,89	391,46	51,96	2.700,22	-	-	-
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (EKTORAS)	390,84	117,01	13.691,21	382,04	101,81	10.364,87	366,54	117,73	13.860,87
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	354,91	86,03	7.401,64	369,45	46,72	2.182,54	376,30	56,30	3.169,51
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	376,09	95,58	9.136,30	382,08	91,39	8.352,41	381,26	90,49	8.187,61

5. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw-street) και διασταύρωσης χωρίς φανάρι (crossing).

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΡΟΜΟΥ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (tw-street) ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗΣ ΧΩΡΙΣ ΦΑΝΑΡΙ (crossing).			
ΟΔΗΓΟΣ	Tw-street- Crossing		
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μεταβλητότητα
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (ΚΟΣΤΑΣ)	404,18	63,96	4.090,52
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	378,48	13,35	178,19
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	447,08	109,87	12.070,80
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (ΕΚΤΟΡΑΣ)	367,67	114,07	13.011,08
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	356,13	55,56	3.086,62
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	379,54	123,65	15.289,47

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

4

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΤΕΣΤ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

4.1 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΤΕΣΤ

Στη συνέχεια ερευνάται κατά πόσο μπορεί να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική η διαφορά των μέσων τιμών της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών στις παρακάτω περιπτώσεις:

1. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1'-2.
2. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1.
3. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1'.
4. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Ελεύθερη ροή (free flow) και Κορεσμένη ροή (congested flow).
5. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Ελεύθερη ροή (free flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).
6. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Κορεσμένη ροή (congested flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).
7. Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (tw- street):
Ελεύθερη ροή (free flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).
8. Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (tw- street):
Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (tw- street) και Διασταύρωση χωρίς φωτεινό σηματοδότη σε δρόμο διπλής κατεύθυνσης (tw- street crossing).

Σύμφωνα με τη θεωρία (Σιμόπουλος 1989), στις βοηθητικές κατανομές, όπως είναι η κατανομή Student (ή κατανομή t), στηρίζονται σχεδόν όλα τα τεστ της Στατιστικής που γίνονται προκειμένου να ελεγχθεί κατά πόσο δύο ή και περισσότερα δείγματα προέρχονται από το ίδιο πιθανοσύνολο ή προκειμένου τα συμπεράσματα που προκύπτουν από δείγματα να επεκταθούν στο αντίστοιχο πιθανοσύνολο ή ακόμα για άλλους λόγους που δεν αφορούν την εργασία αυτή.

Στην προκειμένη περίπτωση πρόκειται για στατιστικά τεστ διασποράς διαφοράς δύο μέσων τιμών. Διερευνάται κατά πόσο τα δύο σύνολα τιμών- που αντιπροσωπεύουν τις δύο κάθε φορά εξεταζόμενες περιπτώσεις- από μετρήσεις και των έξι (6) μοτοσικλετιστών, είναι πιθανό να προέρχονται από δύο ίδιους πληθυσμούς με τον ίδιο αριθμητικό μέσο. Στην ουσία δηλαδή κατά πόσο μπορεί να θεωρηθεί ότι οι εξεταζόμενες από τις παραπάνω συνθήκες έχουν κοινά

χαρακτηριστικά. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία εκτέλεσης των ανωτέρω στατιστικών τεστ. Στον οπτικό δίσκο που συνοδεύει την εργασία περιλαμβάνονται τέσσερα (4) αρχεία Excel για κάθε έναν από τους έξι (6) μοτοσικλετιστές. Στα φύλλα εργασίας αυτών των Excel έχουν εφαρμοστεί φίλτρα τα οποία αντικατοπτρίζουν τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο. Με τον ίδιο τρόπο «σχηματίζονται» σε φύλλα Excel, που περιέχονται στον οπτικό δίσκο που συνοδεύει την εργασία, οι ανωτέρω συνθήκες που αφορούν το πεδίο «Location X», για το σύνολο των μοτοσικλετιστών σε σειρά. Σχηματίζονται έτσι δύο (2) στήλες τιμών «Location X», μία για καθεμιά από τις δύο εξεταζόμενες συνθήκες. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για το σύνολο των οκτώ (8) παραπάνω περιπτώσεων.

Για κάθε μία από τις οκτώ (8) εξεταζόμενες περιπτώσεις έχουν κατασκευαστεί λοιπόν οκτώ (8) φύλλα Excel. Προκειμένου να ερευνηθεί κατά πόσο μπορεί να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική η διαφορά των μέσων τιμών της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών στις δύο (2) στήλες, κάθε μιας από τις οκτώ (8) περιπτώσεις και εφόσον οι τυπικές αποκλίσεις των πιθανοσυνόλων είναι άγνωστες, δύναται να εφαρμοστεί η θεωρία της παραγράφου 3.4 γ) των Μετρήσεων Τεχνικών Μεγεθών (Σιμόπουλος 1989) για τη διασπορά της διαφοράς δύο (2) μέσων τιμών και η εκτέλεση στατιστικών τεστ Student (T-Test), για το σύνολο των περιπτώσεων. Ως γνωστό, το T-Test αποδίδει την πιθανότητα που συνδέεται με μια δοκιμή t του Student και χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί εάν δύο δείγματα είναι πιθανό να προέρχονται από δύο ίδιους πληθυσμούς, με τον ίδιο αριθμητικό μέσο. Τα εν λόγω στατιστικά τεστ και η αποδοχή ή όχι της μηδενικής υπόθεσης κάθε φορά εξετάζονται στη συνέχεια, αφού πρώτα υπολογιστεί η πιθανότητα που δίνει το Excel για καθεμιά από τις οκτώ (8) περιπτώσεις.

Στο αρχείο Excel «03.03.14 ΣΥΝΟΛΙΚΑ EXCEL-V6A» που περιέχεται στον συνημμένο οπτικό δίσκο, έχουν εκτελεστεί με τον τρόπο που προαναφέρθηκε οκτώ (8) T-Test, ένα για κάθε εξεταζόμενη περίπτωση, σε ισάριθμα φύλλα εργασίας. Οι παράμετροι οι οποίοι εισήχθησαν σε κάθε ένα από αυτά τα τεστ είναι:

- *Array 1*: Η πρώτη από τις δύο στήλες τιμών Location X.
- *Array 2*: Η δεύτερη από τις δύο στήλες τιμών Location X.
- *Tails*: Επιλέγεται η τιμή 2 για δίπλευρο τεστ (αφού εξετάζεται η περίπτωση μόνο ισότητας ή ανισότητας των δύο μέσων τιμών κατ' ουσία).
- *Type*: Επιλέγεται η τιμή 3, η οποία αφορά την εξεταζόμενη περίπτωση (τυπικές αποκλίσεις πιθανοσυνόλων άγνωστες).

Η εκτέλεση των ανωτέρω T-Test με χρήση της ομώνυμης συνάρτησης του Excel, αποδίδει μια τιμή πιθανότητας, για κάθε μια από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Η τιμή αυτή συγκρίνεται με κατάλληλα επιλεγμένες τιμές επιπέδου σημαντικότητας

(α), προκειμένου να γίνει δεκτή ή όχι η μηδενική τιμή της υπόθεσης, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζονται πινακοποιημένα οι προαναφερόμενες αποδιδόμενες τιμές πιθανοτήτων από την εκτέλεση των T-Test για τις εξεταζόμενες περιπτώσεις, ενώ περιέχεται και σε ηλεκτρονική μορφή σε φύλλο εργασίας του αρχείου Excel «03.03.14 ΣΥΝΟΛΙΚΑ EXCEL-V6A», που επισυνάπτεται.

4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΤΕΣΤ

Τα αποτελέσματα των T-Test που εκτελέστηκαν παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΤΕΣΤ: T-TEST. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΣΩΝ ΤΙΜΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ, ΣΤΙΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.		
A/A	ΣΥΝΘΗΚΕΣ	T-TEST ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ
1	ΔΡΟΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ) / ΛΩΡΙΔΑ 2-3 ΚΑΙ ΛΩΡΙΔΑ 1'-2	0,368% = 0,00368
2	ΔΡΟΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ) / ΛΩΡΙΔΑ 2-3 ΚΑΙ ΛΩΡΙΔΑ 1	90,319% = 0,90319
3	ΔΡΟΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ) / ΛΩΡΙΔΑ 2-3 ΚΑΙ ΛΩΡΙΔΑ 1'	0,000% = 0,00000
4	ΔΡΟΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ) / FREE FLOW- CONGESTED	5,699% = 0,05699
5	ΔΡΟΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ) / FREE FLOW- RESTRICTED	54,581% = 0,54581
6	ΔΡΟΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ) / CONGESTED- RESTRICTED	25,743% = 0,25743
7	ΔΡΟΜΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (TW-STREET) / FREE FLOW-RESTRICTED	1,780% = 0,01780
8	ΔΡΟΜΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (TW-STREET) / TW STREET- TW STREET CROSSING	23,954% = 0,23954

Στη συνέχεια, δεδομένων των αποτελεσμάτων των T-Test, τα οποία παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα, γίνεται Έλεγχος Στατιστικών Υποθέσεων στις εξεταζόμενες περιπτώσεις, για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ και $\alpha = 0,05 = 5\%$.

**1. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1'-2.**

Για τη συνθήκη Νο1:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,00368.$$

Είναι: $P' = 0,00368 < 0,01$

και $P' = 0,00368 < 0,05$

Επομένως απορρίπτεται η H_0 τόσο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ όσο και για $\alpha = 0,05 = 5\%$. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί πως παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται στη θέση 2-3 σε σχέση με τη θέση 1'-2.

**2. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1.**

Για τη συνθήκη Νο2:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,90319$$

Είναι: $P' = 0,90319 > 0,01$

και $P' = 0,90319 > 0,05$

Επομένως η H_0 κρίνεται αποδεκτή, τόσο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ όσο και για $\alpha = 0,05 = 5\%$. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται στη θέση 2-3 σε σχέση με τη Λωρίδα 1. Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι στις θέσεις αυτές.

**3. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Α.Κατεχάκη- Α.Μεσογείων):
Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1'.**

Για τη συνθήκη Νο3:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,00000$$

Είναι: $P' = 0,00000 < 0,01$

και $P' = 0,00000 < 0,05$

Επομένως απορρίπτεται η H_0 τόσο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ όσο και για $\alpha = 0,05 = 5\%$. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί πως παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται στη θέση 2-3 σε σχέση με τη Λωρίδα 1'.

**4. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Α.Κατεχάκη- Α.Μεσογείων):
Ελεύθερη ροή (free flow) και Κορεσμένη ροή (congested flow).**

Για τη συνθήκη Νο4:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,05699$$

Είναι: $P' = 0,05699 > 0,01$

και $P' = 0,05699 > 0,05$

Επομένως η H_0 κρίνεται αποδεκτή, τόσο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ όσο και για $\alpha = 0,05 = 5\%$. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται σε ελεύθερη ροή κυκλοφορίας (free flow) σε σχέση με κορεσμένη ροή (congested flow). Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι υπό αυτές τις συνθήκες.

**5. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Α.Κατεχάκη- Α.Μεσογείων):
Ελεύθερη ροή (free flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).**

Για τη συνθήκη Νο5:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,54581$$

Είναι: $P' = 0,54581 > 0,01$

και $P' = 0,54581 > 0,05$

Επομένως η H_0 κρίνεται αποδεκτή, τόσο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ όσο και για $\alpha = 0,05 = 5\%$. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται σε ελεύθερη ροή κυκλοφορίας (free flow) σε σχέση με περιορισμένη (restricted flow). Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι υπό αυτές τις συνθήκες.

**6. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Α.Κατεχάκη- Α.Μεσογείων):
Κορεσμένη ροή (congested flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).**

Για τη συνθήκη Νο6:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,25743$$

Είναι: $P' = 0,25743 > 0,01$

και $P' = 0,25743 > 0,05$

Επομένως η H_0 κρίνεται αποδεκτή, τόσο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ όσο και για $\alpha = 0,05 = 5\%$. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται σε κορεσμένη ροή

κυκλοφορίας (*congested flow*), σε σχέση με περιορισμένη (*restricted flow*). Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι υπό αυτές τις συνθήκες.

7. Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (*tw- street*):

Ελεύθερη ροή (*free flow*) και Περιορισμένη ροή (*restricted flow*).

Για τη συνθήκη Νο7:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,01780$$

Είναι: $P' = 0,01780 > 0,01$

και $P' = 0,01780 < 0,05$

Επομένως στην περίπτωση αυτή η H_0 κρίνεται αποδεκτή, για επίπεδο σημαντικότητας

$\alpha = 0,01 = 1\%$ και μη αποδεκτή για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05 = 5\%$.

Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Στην περίπτωση δρόμου διπλής κατεύθυνσης (*tw- street*) δεν είναι δυνατή η εξαγωγή συμπεράσματος για το εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών στην περίπτωση ελεύθερης ροής (*free flow*) και περιορισμένης ροής (*restricted flow*). Για την εξαγωγή συμπεράσματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην έρευνα μεγαλύτερο δείγμα, δηλαδή μεγαλύτερος αριθμός μοτοσικλετιστών.

8. Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (*tw- street*):

Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (*tw- street*) και Διασταύρωση χωρίς φωτεινό σηματοδότη σε δρόμο διπλής κατεύθυνσης (*tw- street crossing*).

Για τη συνθήκη Νο8:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = 0$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 \neq 0 \quad \text{με } P' = 0,23954$$

Είναι: $P' = 0,23954 > 0,01$

και $P' = 0,23954 > 0,05$

Επομένως η H_0 κρίνεται αποδεκτή, τόσο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ όσο και για $\alpha = 0,05 = 5\%$. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Στην περίπτωση δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw- street), με βάσει τις υπάρχουσες μετρήσεις, δεν προκύπτει διαφοροποίηση στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών- όσον αφορά τη μέση τιμή οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών τους, στην περίπτωση διασταύρωσης χωρίς φωτεινό σηματοδότη.

5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στο 3ο Κεφάλαιο παρουσιάστηκαν πινακοποιημένα τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα διασποράς οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών οδηγών μοτοσικλέτας για τις προαναφερόμενες δεκαέξι (16) εξεταζόμενες συνθήκες. Βάσει των εξεταζόμενων περιπτώσεων και των αντίστοιχων Πινάκων τους, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα.

1. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα και δρόμου διπλής κατεύθυνσης.

- Ο μέσος όρος των μέσων τιμών οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών των μοτοσικλετιστών στην περίπτωση δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (390,52) είναι περίπου ίσος με τον αντίστοιχο μέσο όρο στην περίπτωση δρόμου διπλής κατεύθυνσης (388,00).
- Ο μέσος όρος της τυπικής απόκλισης της οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών των μοτοσικλετιστών στην περίπτωση δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (84,50) είναι της ίδιας τάξης μεγέθους και παραπλήσιος με τον αντίστοιχο μέσο όρο της τυπικής απόκλισης στην περίπτωση δρόμου διπλής κατεύθυνσης (73,17).
- Τόσο στην περίπτωση δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα όσο και δρόμου διπλής κατεύθυνσης δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στις μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις μεταξύ των οδηγών. Η μόνη ίσως σημαντική παρέκκλιση εντοπίζεται στην περίπτωση τυπικής απόκλισης του οδηγού Νο4 (Ektoras) στην περίπτωση Α.Κατεχάκη- Α.Μεσογειών, σε σχέση με τους υπόλοιπους μοτοσικλετιστές.

Συμπερασματικά, δε μπορεί να θεωρηθεί εν γένει σημαντική διαφορά στην οριζόντια διασπορά εστιάσεων των μοτοσικλετιστών τόσο μεταξύ δρόμου πολλαπλών λωρίδων με νησίδα και δρόμου διπλής κατεύθυνσης, όσο και μεταξύ των οδηγών στις δύο αυτές περιπτώσεις.

2. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσει κυκλοφοριακού φόρτου για δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα.

- Ο μέσος όρος των μέσων τιμών των εστιάσεων των οδηγών στην περίπτωση free flow υπολογίζεται 387,43, στην περίπτωση congested flow 391,64 ενώ στην περίπτωση restricted flow 325,16. Παρατηρείται απόκλιση της μέσης τιμής οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών, μεταξύ των οδηγών στις τρεις (3) προαναφερόμενες περιπτώσεις και κυρίως μεταξύ restricted flow και

free- congested flow.

- Ο μέσος όρος των τυπικών αποκλίσεων των εστιάσεων των οδηγών στην περίπτωση free flow είναι 84,39, στην περίπτωση congested flow 78,18 ενώ στην περίπτωση restricted flow είναι 70,75. Παρατηρείται διαφοροποίηση της τυπικής απόκλισης της οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών, μεταξύ των οδηγών στις τρεις (3) προαναφερόμενες περιπτώσεις και κυρίως μεταξύ restricted flow και free- congested flow, όπως συνέβη αντίστοιχα και στην μέση τιμή τους στις περιπτώσεις αυτές.
- Παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στις μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις μεταξύ των οδηγών σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις (free flow, congested flow, restricted flow).

Συμπερασματικά, μπορεί να θεωρηθεί σημαντική διαφοροποίηση της τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής της οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών των οδηγών, μεταξύ restricted flow και free- congested flow.

3. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσει κυκλοφοριακού φόρτου για δρόμο διπλής κατεύθυνσης.

- Ο μέσος όρος των μέσων τιμών των εστιάσεων των οδηγών στην περίπτωση free flow υπολογίζεται 386,27, στην περίπτωση congested flow 414,85 ενώ στην περίπτωση restricted flow 308,99. Παρατηρείται απόκλιση της μέσης τιμής οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών, μεταξύ των οδηγών στις τρεις (3) προαναφερόμενες περιπτώσεις και κυρίως μεταξύ restricted flow και free- congested flow.
- Ο μέσος όρος των τυπικών αποκλίσεων των εστιάσεων των οδηγών στην περίπτωση free flow είναι 72,37, στην περίπτωση congested flow 87,27 ενώ στην περίπτωση restricted flow είναι 79,82. Παρατηρείται διαφοροποίηση της τυπικής απόκλισης της οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών, μεταξύ των οδηγών στις τρεις (3) προαναφερόμενες περιπτώσεις.
- Παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στις μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις μεταξύ των οδηγών σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις (free flow, congested flow, restricted flow).

Συμπερασματικά, μπορεί να θεωρηθεί σημαντική διαφοροποίηση της τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής της οριζόντιας μετατόπισης οφθαλμών των οδηγών, μεταξύ restricted flow, free flow, congested flow, αλλά και μεταξύ τους.

4. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσκει λωρίδας στην οποία κινείται σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα.

Εξετάζονται οι περιπτώσεις κίνησης στις λωρίδες και θέσεις 1, 1-2, 1', 1'-2, 2, 2-3, 3. Με βάση τους δύο (2) Πίνακες της περίπτωσης 4 της Παραγράφου 3.2 της Επεξεργασίας των Πειραματικών Δεδομένων, υπολογίζονται οι Μέσοι Όροι (Μ.Ο.-Average) των μέσων τιμών και τυπικών αποκλίσεων των έξι (6) μοτοσικλετιστών στις εξεταζόμενες συνθήκες, όπως παρουσιάζεται στους παρακάτω Πίνακες.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΛΩΡΙΔΑΣ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΚΙΝΕΙΤΑΙ, ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ- Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ)								
ΟΔΗΓΟΣ	ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1		ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1-2		ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1'		ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 1'-2	
	Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκλ.	Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκλ.	Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκλ.	Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκλ.
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (KOSTAS)	383,63	93,75	378,08	28,01	401,06	47,33	415,42	66,53
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	399,33	71,86	378,35	54,02	408,52	66,78	401,45	120,69
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	422,99	75,28	435,39	47,55	438,23	74,63	415,69	78,37
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (EKTORAS)	358,98	134,68	385,45	111,84	435,12	136,42	415,91	128,13
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	348,77	73,75	336,73	55,97	365,09	70,5	351,43	61,72
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	343,67	130,63	377,12	89,51	368,32	79,13	385,36	17,25
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (AVERAGE):	376,23	96,66	381,85	64,48	402,72	79,13	397,54	78,78

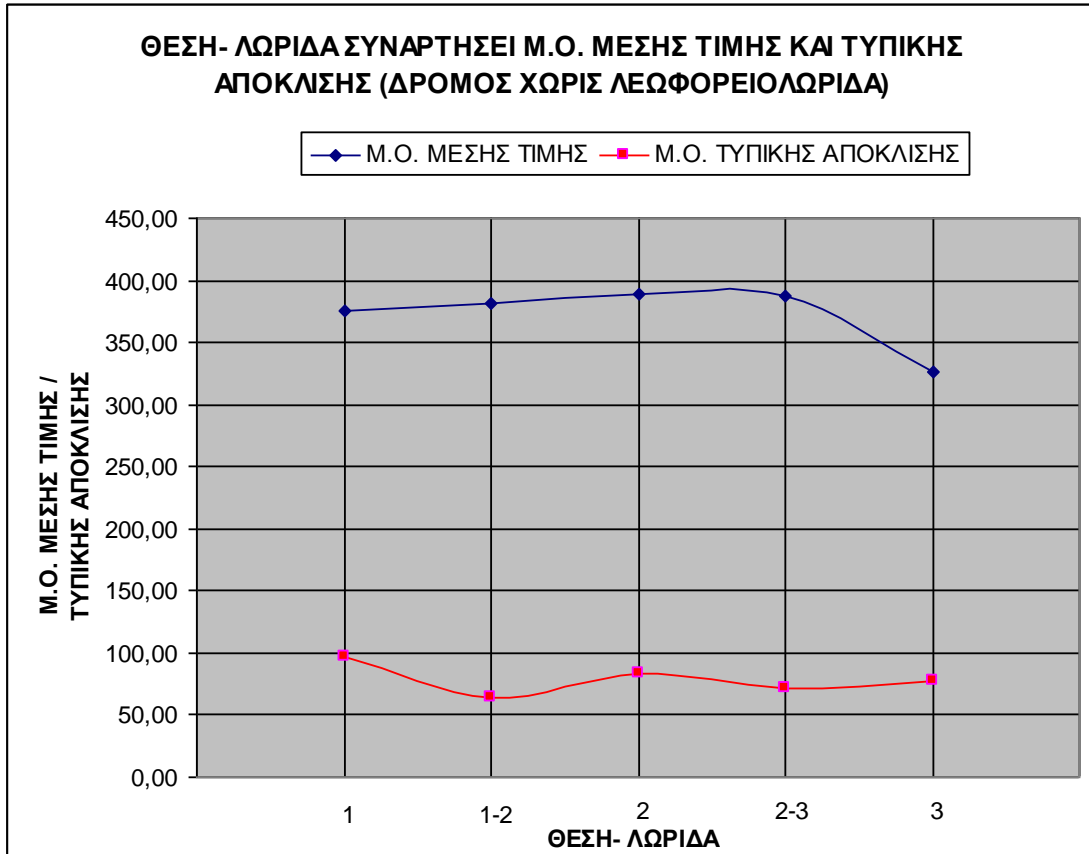
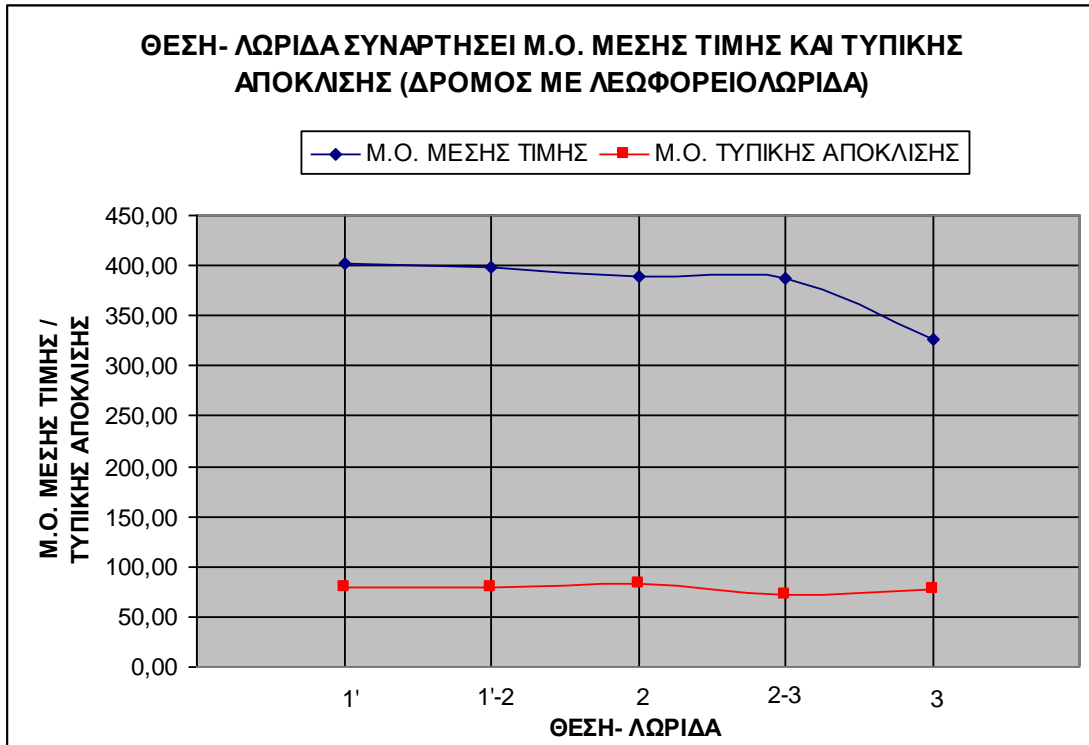
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΛΩΡΙΔΑΣ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΚΙΝΕΙΤΑΙ, ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΜΕ ΝΗΣΙΔΑ (Λ.ΚΑΤΕΧΑΚΗ – Λ.ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ)						
ΟΔΗΓΟΣ	ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 2		ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 2-3		ΘΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ: 3	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
ΟΔΗΓΟΣ Νο1 (ΚΟΣΤΑΣ)	388,34	74,62	413,06	73,86	419,38	93,36
ΟΔΗΓΟΣ Νο2 (VASSILIS)	382,87	57,04	389,50	67,32	411,43	105,09
ΟΔΗΓΟΣ Νο3 (EUGENE)	444,48	68,20	391,46	51,96	0,00	0,00
ΟΔΗΓΟΣ Νο4 (ΕΚΤΟΡΑΣ)	390,84	117,01	382,04	101,81	366,54	117,73
ΟΔΗΓΟΣ Νο5 (GIANNIS)	354,91	86,03	369,45	46,72	376,30	56,30
ΟΔΗΓΟΣ Νο6 (JACQUES)	376,09	95,58	382,08	91,39	381,26	90,49
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (AVERAGE):	389,59	83,08	387,93	72,18	325,82	77,16

Κατασκευάζονται στη συνέχεια Πίνακες Μ.Ο. μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης για τις περιπτώσεις ύπαρξης λεωφορειολωρίδας και μη.

ΜΕ ΛΕΩΦ/ΔΑ		ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (AVERAGE)	
A/A	ΘΕΣΗ-ΛΩΡΙΔΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
1	1'	402,72	79,13
2	1'-2	397,54	78,78
3	2	389,59	83,08
4	2-3	387,93	72,18
5	3	325,82	77,16

ΧΩΡΙΣ ΛΕΩΦ/ΔΑ		ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (AVERAGE)	
A/A	ΘΕΣΗ-ΛΩΡΙΔΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
1	1	376,23	96,66
2	1-2	381,85	64,48
3	2	389,59	83,08
4	2-3	387,93	72,18
5	3	325,82	77,16

Με βάση τους τελευταίους Πίνακες, κατασκευάζονται τα παρακάτω Διαγράμματα, Μ.Ο. μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης για την περίπτωση ύπαρξης λεωφορειολωρίδας και μη, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα.



Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει το συμπέρασμα πως παρατηρείται μείωση του μέσου όρου της μέσης τιμής οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών- δηλαδή μετατόπιση βλέμματος μοτοσικλετιστών αριστερότερα- όπως και μείωση του μέσου όρου της τυπικής απόκλισής τους, καθώς κινούνται αριστερότερα στο δρόμο- λωρίδες, με αύξηση δηλαδή της ταχύτητας κίνησής τους.

Το συμπέρασμα αυτό είναι πιο εμφανές στο πρώτο διάγραμμα (περίπτωση δρόμου με λεωφορειολωρίδα), όπου εμφανίζεται σταδιακή μετατόπιση του βλέμματος των μοτοσικλετιστών αριστερότερα καθώς μετακινείται από βηματικά από δεξιότερη λωρίδα σε αριστερότερη (ο Μ.Ο. τόσο της μέσης τιμής όσο και της τυπικής απόκλισης μειώνεται αρκετά ομαλά με μετατόπιση της μοτοσικλέτας αριστερότερα στο δρόμο).

Το συμπέρασμα αυτό θεωρείται λογικό, καθώς ο μοτοσικλετιστής μετακινούμενος αριστερότερα στις λωρίδες του δρόμου θεωρεί πως κινδυνεύει λιγότερο από πιθανά περιστατικά που λαμβάνουν χώρα στις δεξιότερες λωρίδες (κυρίως στην πρώτη λωρίδα από το δεξί πεζοδρόμιο), όπως για παράδειγμα να εμφανιστεί πεζός κινούμενος από το πεζοδρόμιο στο δρόμο. Έτσι η προσοχή του μοτοσικλετιστή επικεντρώνεται αριστερότερα στο δρόμο εμπρός του.

Στην περίπτωση του δεύτερου διαγράμματος- περίπτωση δρόμου χωρίς λεωφορειολωρίδα- το ανωτέρω συμπέρασμα είναι εμφανές συγκρίνοντας το Μ.Ο. μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης μετακίνησης οφθαλμών μοτοσικλετιστών, της λωρίδας 3 με καθεμιά από τις δεξιότερες λωρίδες ξεχωριστά. Παρατηρείται μικρή αύξηση του Μ.Ο. μέσης τιμής από τη λωρίδα 1 έως και τη θέση 2-3 και απότομη μείωση στη λωρίδα 3, ενώ ο Μ.Ο. της τυπικής απόκλισης παρουσιάζει μικρή διακύμανση μεταξύ των θέσεων 1-2 και 2-3, με τελική πτώση (μετατόπιση βλέμματος μοτοσικλετιστών αριστερότερα) στη λωρίδα 3.

Μπορεί επομένως να θεωρηθεί- με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα- πως κίνηση των μοτοσικλετιστών αριστερότερα στο δρόμο- με αύξηση της ταχύτητας κίνησής τους- σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδια, φαίνεται να συνοδεύεται με επικέντρωση των εστιάσεων τους αριστερότερα μπροστά τους.

5. Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας σε συνθήκες δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw-street) και διασταύρωσης χωρίς φανάρι (crossing).

Σύμφωνα με τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν στο 3^ο Κεφάλαιο, για την περίπτωση οριζόντιας διασποράς εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσει κυκλοφοριακού φόρτου για δρόμο διπλής κατεύθυνσης, παρατηρούνται σημαντικές διαφορές τόσο στην μέση τιμή όσο και στην τυπική απόκλιση μεταξύ των μοτοσικλετιστών.

Στο 4^ο Κεφάλαιο εξετάστηκε κατά πόσο μπορεί να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική η διαφορά των μέσων τιμών της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών σε οκτώ (8) περιπτώσεις. Έγινε Έλεγχος Στατιστικών Υποθέσεων στις εξεταζόμενες περιπτώσεις, για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01 = 1\%$ και $\alpha = 0,05 = 5\%$. Προέκυψαν έτσι τα αποτελέσματα που αναφέρονται στο 4^ο Κεφάλαιο και αναλύονται περαιτέρω στη συνέχεια.

1. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Α.Κατεχάκη- Α.Μεσογείων): Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1'-2.

Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να θεωρηθεί πως παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται στη θέση 2-3 σε σχέση με τη θέση 1'-2.

Επομένως, μεταξύ των θέσεων 2-3 και 1'-2, σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα, είναι δυνατό να θεωρηθεί πως οι οριζόντιες εστιάσεις των μοτοσικλετιστών διαφέρουν σημαντικά.

Σημειώνεται πως το συμπέρασμα αυτό συμφωνεί με το Συμπέρασμα 4 (Οριζόντια διασπορά εστιάσεων οδηγών μοτοσικλέτας συναρτήσει λωρίδας στην οποία κινείται σε δρόμο πολλαπλών λωρίδων με νησίδα), το οποίο προκύπτει από σύγκριση των Μ.Ο. μέσων τιμών και τυπικών αποκλίσεων των οφθαλμικών κινήσεων των μοτοσικλετιστών.

2. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Α.Κατεχάκη- Α.Μεσογείων): Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1.

Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται στη θέση 2-3 σε σχέση με τη Λωρίδα 1. Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι στις θέσεις αυτές.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως το αποτέλεσμα αυτό (όσον αφορά τη μέση τιμή) έρχεται σε αντίθεση με το ανωτέρω συμπέρασμα Νο4, προερχόμενο από τα δεδομένα μέσω των τιμών του 3^{ου} κεφαλαίου, το οποίο είναι και το αναμενόμενο με βάση τη λογική.

Το ότι το Στατιστικό Τεστ δεν επιβεβαιώνει την υπόθεση αυτή ενδεχομένως να μην αποκλείει την πιθανότητα όντως η κίνηση των μοτοσικλετιστών προς τα αριστερά στο δρόμο να συνοδεύεται από μετατόπιση προς τα αριστερά της κίνησης των οφθαλμών τους. Ενδεχομένως να είναι «ατυχής» η επιλογή της λωρίδας 1 και θέσης 2-3 και η επιλογή για σύγκριση πιο «καθοριστικών» λωρίδων (όπως η λωρίδα 3 με την αμέσως προηγούμενή της λωρίδα 2 ή με την αρχική- λωρίδα 1) να είναι πιο αρμόζουσα για την εξαγωγή του εν λόγω συμπεράσματος. Θεωρείται πως είναι θέμα το οποίο χρήζει περαιτέρω έρευνας.

3. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων): Λωρίδα 2-3 και Λωρίδα 1'.

Στην περίπτωση αυτή μπορεί να θεωρηθεί πως παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται στη θέση 2-3 σε σχέση με τη Λωρίδα 1'.

Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με το ανωτέρω συμπέρασμα Νο4, προερχόμενο από τα δεδομένα Μέσων Τιμών και Τυπικών Αποκλίσεων του 3^{ου} κεφαλαίου και θεωρείται αναμενόμενο.

4. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων): Ελεύθερη ροή (free flow) και Κορεσμένη ροή (congested flow).

Στην περίπτωση αυτή μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται σε ελεύθερη ροή κυκλοφορίας (free flow) σε σχέση με κορεσμένη ροή (congested flow). Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι υπό αυτές τις συνθήκες.

Το αποτέλεσμα αυτό δεν έρχεται σε ευθεία αντίθεση με το ανωτέρω συμπέρασμα Νο2, προερχόμενο από τα δεδομένα Μέσων Τιμών και Τυπικών Αποκλίσεων του 3^{ου} κεφαλαίου.

**5. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Ελεύθερη ροή (free flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).**

Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται σε ελεύθερη ροή κυκλοφορίας (free flow) σε σχέση με περιορισμένη (restricted flow). Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι υπό αυτές τις συνθήκες.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με το ανωτέρω συμπέρασμα Νο2, προερχόμενο από τα δεδομένα Μέσων Τιμών και Τυπικών Αποκλίσεων του 3^{ου} κεφαλαίου. Η εκτίμηση των αποτελεσμάτων βάσει δεδομένων του 3^{ου} Κεφαλαίου προέκυψε από απλή «ανάγνωση»- σύγκριση απόλυτων αριθμών των μέσων όρων μέσων τιμών και τυπικών αποκλίσεων. Η ανωτέρω μη στατιστικά σημαντική διαφορά που προκύπτει από εκτέλεση Στατιστικού Τεστ στο 4^ο Κεφάλαιο κρίνεται ως αποδεκτή λόγω του επιστημονικού υποβάθρου της και της- σε βάθος-ερμηνείας των πειραματικών δεδομένων.

**6. Δρόμος πολλαπλών λωρίδων με νησίδα (Λ.Κατεχάκη- Λ.Μεσογείων):
Κορεσμένη ροή (congested flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).**

Είναι δυνατόν, στην περίπτωση αυτή, να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Η μέση τιμή της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, όταν αυτοί κινούνται σε κορεσμένη ροή κυκλοφορίας (congested flow), σε σχέση με περιορισμένη (restricted flow). Είναι επομένως δυνατό να θεωρηθεί πως υπάρχει ομοιότητα στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών, όσον αφορά την οριζόντια μετατόπιση των οφθαλμών τους, κινούμενοι υπό αυτές τις συνθήκες.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με το ανωτέρω συμπέρασμα No2, προερχόμενο από τα δεδομένα Μέσων Τιμών και Τυπικών Αποκλίσεων του 3^{ου} κεφαλαίου. Η εκτίμηση των αποτελεσμάτων βάσει δεδομένων του 3^{ου} Κεφαλαίου προέκυψε από απλή «ανάγνωση»- σύγκριση απόλυτων αριθμών των μέσων όρων μέσων τιμών και τυπικών αποκλίσεων. Η ανωτέρω μη στατιστικά σημαντική διαφορά που προκύπτει από εκτέλεση Στατιστικού Τεστ στο 4^ο Κεφάλαιο κρίνεται ως αποδεκτή λόγω του επιστημονικού υποβάθρου της και της- σε βάθος-ερμηνείας των πειραματικών δεδομένων.

7. Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (tw- street):

Ελεύθερη ροή (free flow) και Περιορισμένη ροή (restricted flow).

Προκύπτει το συμπέρασμα πως:

Στην περίπτωση δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw- street) δεν είναι δυνατή η εξαγωγή συμπεράσματος για το εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών στην περίπτωση ελεύθερης ροής (free flow) και περιορισμένης ροής (restricted flow). Για την εξαγωγή συμπεράσματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην έρευνα μεγαλύτερο δείγμα, δηλαδή μεγαλύτερος αριθμός μοτοσικλετιστών.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε μερική αντίθεση με το ανωτέρω συμπέρασμα No3, προερχόμενο από τα δεδομένα Μέσων Τιμών και Τυπικών Αποκλίσεων του 3^{ου} κεφαλαίου. Προτείνεται για την εξαγωγή συμπεράσματος να χρησιμοποιηθεί στην έρευνα μεγαλύτερο δείγμα, δηλαδή μεγαλύτερος αριθμός μοτοσικλετιστών.

8. Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (tw- street):

Δρόμος διπλής κατεύθυνσης (tw- street) και Διασταύρωση χωρίς φωτεινό σηματοδότη σε δρόμο διπλής κατεύθυνσης (tw- street crossing).

Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να θεωρηθεί πως δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δύο συνόλων τιμών. Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα πως:

Στην περίπτωση δρόμου διπλής κατεύθυνσης (tw- street), με βάση τις υπάρχουσες μετρήσεις, δεν προκύπτει διαφοροποίηση στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών- όσον αφορά τη μέση τιμή οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών τους, στην περίπτωση διασταύρωσης χωρίς φωτεινό σηματοδότη.

Ενδεχομένως θα φαινόταν αρχικά λογικό να παρουσιαζόταν διαφοροποίηση στη συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών όταν συναντούσαν διασταύρωση χωρίς φανάρι,

σε σχέση με δρόμο χωρίς διασταύρωση, παρά το γεγονός πως ο δρόμος διπλής κατεύθυνσης (17^{ης} Νοεμβρίου) του πειράματος είναι δρόμος με προτεραιότητα.

Η αλήθεια είναι πως για την πλήρη ανάλυση της συμπεριφοράς των οδηγών θα πρέπει η έρευνα πέραν της εξέτασης Στατιστικών Υποθέσεων για την μέση τιμή, να περιλαμβάνει και αντίστοιχη εξέταση Στατιστικών Υποθέσεων για την τυπική απόκλιση του «Location X» των οφθαλμικών κινήσεων των μοτοσικλετιστών. Η πληροφορία μόνο της Μέσης Τιμής του ανωτέρω μεγέθους δεν είναι αρκετή. Για παράδειγμα ένας μοτοσικλετιστής ο οποίος παρουσιάζει μικρή τυπική απόκλιση αριστερά – δεξιά ελέγχοντας τη διασταύρωση μπροστά του, δίνει ίδια μέση τιμή οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών του σε σχέση με μοτοσικλετιστή ο οποίος παρουσιάζει- επίσης συμμετρικά αριστερά δεξιά- μεγαλύτερη τυπική απόκλιση κατά τον έλεγχο της διασταύρωσης μπροστά του. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί πως ενδεχομένως ο μοτοσικλετιστής εκτελεί τον έλεγχο της κυκλοφορίας στη διασταύρωση μπροστά του, νωρίτερα- όταν αντιλαμβάνεται την ύπαρξή της, γεγονός που δεν αποτυπώνεται στο Excel καταγραφής των εστιάσεων του ακριβώς στο σημείο «crossing».

Για καλύτερη- ορθότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας, θεωρείται σημαντική η εκτέλεση Στατιστικών Τεστ και όσον αφορά την τυπική απόκλιση της οριζόντιας μετατόπισης των οφθαλμών των μοτοσικλετιστών, γεγονός το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει ενδεχομένως αντικείμενο επόμενης Διπλωματικής Εργασίας.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Όπως αναφέρθηκε στο 2^ο Κεφάλαιο, μετά την ολοκλήρωση της βαθμονόμησης των συσκευών, ο μοτοσικλετιστής ξεκινά την προκαθορισμένη διαδρομή, οπότε και αρχίζει η καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεών του. Το παραγόμενο «προϊόν» της καταγραφής αυτής είναι ένα video (για κάθε μοτοσικλετιστή) διάρκειας περίπου 15 λεπτών. Στο video αυτό καταγράφεται με κόκκινο χρώμα κύκλος ο οποίος «ακολουθεί» το βλέμμα του οδηγού.

Πρώτο βήμα και αρχικός σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας του γράφοντος, για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων αποτελεί η «αποτύπωση» σε πρόγραμμα Excel των γεγονότων που κατεγράφησαν στα videos των μοτοσικλετιστών.

Αρχικά, το video του μοτοσικλετιστή (για κάθε μοτοσικλετιστή) αναλύθηκε σε καρτέ (frames) ανά 40msec με χρήση κατάλληλου προγράμματος (FrameShots). Ένα δευτερόλεπτο (1sec) video αντιστοιχεί έτσι σε 25 καρτέ (25 frames). Για ένα video διάρκειας 15 λεπτών, τα καρτέ τα οποία προκύπτουν από την ανάλυσή του είναι 22.500. Εστίαση σε αντικείμενο θεωρείται πως πραγματοποιείται όταν ο οδηγός κρατά το βλέμμα του σε αυτό για 80msec δηλαδή σε τρεις (3) κύκλους στο video. Σύμφωνα με τη θεωρία, και λόγω της φύσης της οδήγησης σε μοτοσικλέτα, υπάρχει στο αντικείμενο της εστίασεως μικρή μετατόπιση, μεταξύ των- απαραίτητων για να θεωρηθεί εστίαση- τριών frames. Για τον λόγο αυτό, όπως αναφέρεται στη συνέχεια, ετέθη στη δημιουργία των εν λόγω φύλλων Excel στήλη με πεδία το βαθμό εμπιστοσύνης (1 έως 3) του αναλυτή στο κατά πόσο είναι όντως εστίαση η ακολουθία των σημειούμενων κύκλων στο αντικείμενο που εξετάζεται. Επίσης σημειώνεται πως σε περίπτωση απότομης στροφής του κεφαλιού του μοτοσικλετιστή ή σε περίπτωση αντανάκλασης του φωτός πάνω στην κάμερα της συσκευής καταγραφής, σημειώνεται κύκλος άνω αριστερά, γεγονός που υποδηλώνει αδυναμία καταγραφής.

Στις Φωτογραφίες 10 και 11 εικονίζεται ο αρχικός τρόπος ανάλυσης των videos των μοτοσικλετιστών με ανάλυσή τους σε καρτέ και τον προσδιορισμό των εστιάσεων σε δύο περιπτώσεις.

Στο Σχήμα 3 που ακολουθεί εικονίζονται περιοχές μεταξύ δύο διασταυρώσεων, στις οποίες εξεταζόταν η οδηγική συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών. Θα πρέπει να σημειωθεί πως για τη συμπλήρωση των φύλλων Excel, με τη διαδικασία που αναφέρεται, σημαντικό ρόλο διαδραμάτιζε η αντιστοίχιση της ακριβούς θέσης του μοτοσικλετιστή στο δρόμο, όταν αυτός αντιλαμβανόταν την ύπαρξη της διασταύρωσης.

Στον αρχικό αυτό τρόπο ανάλυσης των videos των μοτοσικλετιστών κατασκευαζόταν- συμπληρωνόταν με την πρόοδο της ανάλυσης δεντροδιάγραμμα με τα αντικείμενα εστίασής τους, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.

Στις Φωτογραφίες 12, 13 εικονίζεται μέρος φύλλου Excel όπου «αποτυπώνονται» τα γεγονότα των video δύο εκ των μοτοσικλετιστών.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Φωτογραφία 10

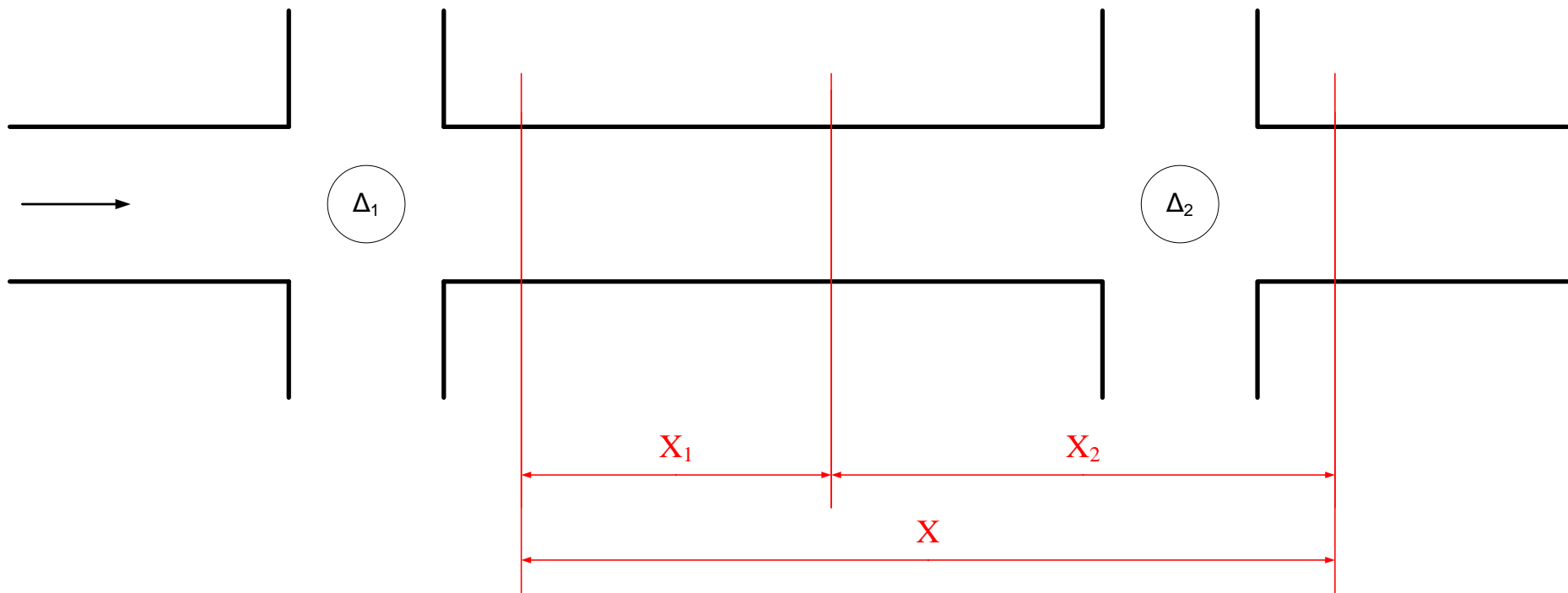
Σειρά καρέ στη διαδικασία ανάλυσης video μοτοσυκλετιστή για τον προσδιορισμό εστίασεως. Στην περίπτωση αυτή διακρίνεται εύκολα το αντικείμενο εστίασης (φωτεινός σηματοδότης).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Φωτογραφία 11

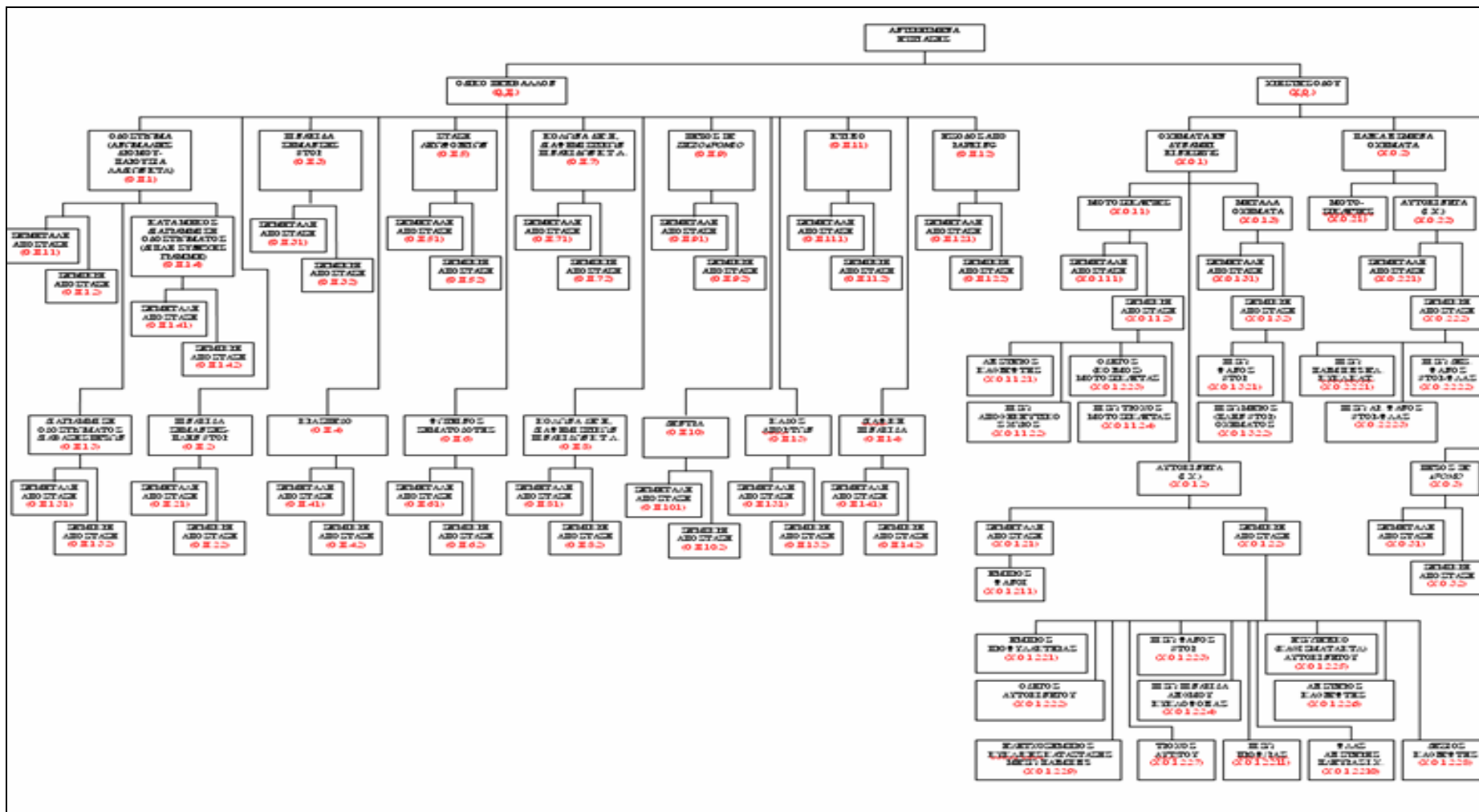
Σειρά καρέ στη διαδικασία ανάλυσης video μοτοσικλετιστή για τον προσδιορισμό εστίασεως. Στην περίπτωση αυτή είναι δύσκολο να διακριθεί το αντικείμενο εστίασης.



Σχήμα 3

Περιοχές μήκους X_1 και X_2 μεταξύ των διασταυρώσεων Δ_1 και Δ_2 , στις οποίες εξετάζεται η οδηγική συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών. Η περιοχή X_1 βρίσκεται μεταξύ του τέλους της (προηγούμενης) διασταύρωσης Δ_1 και του σημείου στο οποίο ο οδηγός αντιλαμβάνεται πως ακολουθεί (επόμενη) διασταύρωση Δ_2 (και αρχίζει να τον απασχολεί το γεγονός αυτό), ενώ η περιοχή X_2 , από το σημείο αυτό μέχρι το τέλος της διασταύρωσης αυτής.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Σχήμα 4

Δεντροδιάγραμμα αντικειμένων εστίασης. Λόγω του μεγάλου μεγέθους του δεντροδιαγράμματος και του περιορισμένου μεγέθους της σελίδας (μεγέθους Α4), δεν είναι δυνατή η ευκρινέστερη παρουσίασή του, είναι όμως σαφής η πολυπλοκότητά του.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Microsoft Excel - 2η ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΙΣΤΗ- ΕΝΑΡΙΗ ΑΠΟ ΚΑΘΑΡΑ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ- ΤΕΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ-ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ.xls

Αναλυση Video Μοτοσικλετιστη 2

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ:

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ:

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ FRAMES: 30718

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ: SETUP

FRAME ΑΠΟ	FRAME ΕΩΣ ΚΑΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ FRAMES	ΣΧΟΛΙΑ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ: ΕΚΚΙΝΗΣΗ- ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΑΧΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

FRAME ΑΠΟ	FRAME ΕΩΣ ΚΑΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ FRAMES	ΣΧΟΛΙΑ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ: ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΠΛΗΝ ΔΕΦΟΡΩΝ)

ΣΗΜΕΙΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ: ΣΥΜΒΟΛΗ ΟΔΩΝ- ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΤΥΠΟΥ Τ' ΧΩΡΤΣ STOP - ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ: Χ2 (BF)

ΕΠΙΣΟΔΙΟ	FRAME ΑΠΟ	FRAME ΕΩΣ ΚΑΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ FRAMES	Α/Α ΕΣΤΙΑΣΕΩΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΕΣΤΙΑΣΕΩΣ [1 ΕΩΣ 3]	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΕΣΤΙΑΣΗΣ	Α/Α ΑΔΥΝΑΜΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ- ΜΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΣ	ΣΧΟΛΙΑ- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΑΣΗ ΤΗΣ	14083	14084	2	1	3	X.O.2.1	-	Εστίαση στο πίσω μέρος παρκαρισμένης μοτοσυκλέτας- σε σημείο μετά τη διασταύρωση- δεξιά και κίβητα του δρόμου, προκαλώντας στένωση του.
	14085	14086	2	0	-	-	1	Συσκατή καταγραφής σε λειτουργία. Αδυναμία μέτρησης (κύκλος εστίασης καταγεγραμμένος άνω αριστερά).
	14087	14088	2	2	2	X.O.2.1	-	Εστίαση στο πίσω μέρος παρκαρισμένης μοτοσυκλέτας- σε σημείο μετά τη διασταύρωση- δεξιά και κίβητα του δρόμου, προκαλώντας στένωση του. (Ενδεχομένως εστίαση σε προπορευόμενο αυτοκίνητο- μετά τη διασταύρωση- σε μεγάλη απόσταση.)
	14089	14090	2	0	-	-	2	Συσκατή καταγραφής σε λειτουργία. Αδυναμία μέτρησης.
	14091	14094	4	3	3	X.O.1.2.1	-	Εστίαση σε προπορευόμενο αυτοκίνητο- σε μεγάλη απόσταση- μετά τη διασταύρωση.
	14095	14099	5	0	-	-	3	Συσκατή καταγραφής σε λειτουργία. Αδυναμία μέτρησης.
	14100	14101	2	4	3	X.O.1.1.2.2	-	Εστίαση σε προπορευόμενο- σε μικρή απόσταση- μοτοσυκλέτα στον πίσω αποθροναστικό χώρο της.
	14102	14118	17	0	-	-	4	Συσκατή καταγραφής σε λειτουργία.

Φωτογραφία 12

Απεικόνιση μέρους φύλλου Excel όπου «αποτυπώνονται» τα γεγονότα του video ενός από τους μοτοσικλετιστές. Διακρίνονται τα πεδία τα οποία συμπληρώνονται:

1. Επεισόδιο
2. Frame από
3. Frame έως και
4. Αριθμός Frames
5. Α/Α Εστίασεως
6. Επίπεδο εμπιστοσύνης αναγνώρισης αντικειμένου εστίασης [1 έως 3]
7. Κατηγορία Αντικειμένου Εστίασης
8. Α/Α Αδυναμίας μέτρησης- μη εστίασης
9. Σχόλια- Περιγραφή

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΑΝΑΛΥΣΗ VIDEO ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΙΣΤΗ 3												
ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΠΛΑΗΝ ΑΕΡ ΨΟΦΟΝ)												
ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ	FRAME ΑΠΟ	FRAME ΕΩΣ ΚΑΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ FRAMES	Α/Α ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΜΠΕΤΟΣΥΝΗΣ ΑΝΑΓΡΟΡΙΣΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΕΣΤΙΑΣΕΩΣ [I ΕΩΣ 3]	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΕΣΤΙΑΣΗΣ	Α/Α ΑΔΥΝΑΜΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΣΤΙΑΣΕΩΣ	ΣΧΟΛΙΑ- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΗΜΕΙΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΣΕ ΧΑΡΤΗ	ΧΡΟΝΟΣ (msec) ΕΣΤΙΑΣΗΣ/ ΑΔΥΝΑΜΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ [t=0 msec <=> FRAME 14083]	ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ (msec) [t=0 msec <=> FRAME 14083], [130520 msec <=> FRAME 17345]
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΟΧΗ: ΣΥΜΒΟΛΗ ΟΔΩΝ ΔΕΥΚΑΛΟΣ ΚΑΙ Π.Ν.1973 (ΕΤΟ ΑΝΤΙΘΕΤΟ ΠΡΕΥΜΑ ΚΥΚΛΑΦ ΟΡΙΑ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΗΣ ΤΩ, ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΧΙ (ΑΒ)												
	14897	14898	2	1	3	Χ.0.1.2.1.1	-		Εστίαση στα εμπρός αναμμένα φώτα πορείας Ι.Χ. αυτοκινήτου, το οποίο κινείται μπροστά και αριστερά του μοτοσικλετιστή σε σχετικά μεγάλη απόσταση, στο ανώτερο ρεγίμα κυκλοφορίας. Θεωρείται πως η ύψωση αναμμένων φακών σε εγγύτητα κατά την κίνηση τους την ημέρα, δυσκολεύει τον έλεγχο εντοπισμού τους από τους οδηγούς άλλων οχημάτων, γεγονός που συνεπάγεται στην ουσία. Απώτερη του γεγονότος αυτού αποτελεί η υιοθέτηση LED προβολέων στα σύγχρονα αυτοκίνητα, οι οποίοι ενεργοποιούνται αυτόματα με την κίνηση του οχήματος ή/και μέσω αισθητήρα από τη θέση.		80	
	14899	14899	1	0	-	-	1		Στασιμότητα κίνηση οφθαλμού. Απονομία εστίασης σε συγκεκριμένο- σταθερό σημείο.		40	120
	14900	14910	11	2	1	Χ.0.1.2.1.1	-		Εστίαση στα εμπρός αναμμένα φώτα πορείας Ι.Χ. αυτοκινήτου, το οποίο κινείται μπροστά και αριστερά του μοτοσικλετιστή σε μεγάλη απόσταση, στο ανώτερο ρεγίμα κυκλοφορίας. Δηλώνεται πως τα φώτα πορείας του αυτοκινήτου αυτού, αντικαθίστανται στη ληρωδα κυκλοφορίας του μοτοσικλετιστή και στην αντανάκλαση αυτή σημαντικότερα η επίθεση.		440	560
	14911	14911	1	0	-	-	2		Στασιμότητα κίνηση οφθαλμού. Απονομία εστίασης σε συγκεκριμένο- σταθερό σημείο.		40	600
	14912	14912	1	0	-	-	3		Ενδογενής στασιμότητα κίνηση οφθαλμού. Η αδυναμία μέτρησης σε επόμενο frame δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπεράσματος.		40	640
	14913	14913	1	0	-	-	4		Αδυναμία μέτρησης.		40	680
	14914	14914	1	0	-	-	5		Ενδογενής στασιμότητα κίνηση οφθαλμού. Η αδυναμία μέτρησης σε προηγούμενο frame δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπεράσματος.		40	720
	14915	14915	1	0	-	-	6		Στασιμότητα κίνηση οφθαλμού. Απονομία εστίασης σε συγκεκριμένο- σταθερό σημείο.		40	760
	14916	14918	3	3	2	Χ.0.3.2	-		Εστίαση σε πεδίο ο οποίος βρίσκεται στη διεύθυνση συνεχή λειψή- κατά μήκος διεγράμμιση του δρόμου, σε μικρή απόσταση μπροστά από τον μοτοσικλετιστή. Ο πεδός καθόριζε περιμετρικά ασφαλισμένο αυτοκίνητο στον φωτισμό σημειωδότη.		120	880
	14919	14920	2	4	1	Χ.0.1.2.1.1	-		Εστίαση στα εμπρός αναμμένα φώτα πορείας Ι.Χ. αυτοκινήτου, το οποίο κινείται μπροστά και αριστερά του μοτοσικλετιστή σε μεγάλη απόσταση, στο ανώτερο ρεγίμα κυκλοφορίας. Δηλώνεται πως τα φώτα πορείας του		80	960

Φωτογραφία 13
Απεικόνιση μέρους φύλλου Excel όπου «αποτυπώνονται» τα γεγονότα του video ενός από τους μοτοσικλετιστές. Στην προκειμένη περίπτωση έχουν προστεθεί- σε σχέση με το Excel της Φωτογραφίας 12- τα πεδία:

1. Σημείο ενδιαφέροντος στο χάρτη
2. Χρόνος (msec) εστίασης / αδυναμίας μέτρησης [t=0 msec <=> FRAME 14083]
3. Κλίμακα χρόνου καταγραφής (msec) [t=0 msec <=> FRAME 14083], [130520 msec <=> FRAME 17345]

Είναι σαφές πως η παραπάνω μέθοδος ανάλυσης των videos των μοτοσικλετιστών απαιτεί, λόγω των πολλών χιλιάδων καρέ προς επεξεργασία, σημαντικά μεγάλο αριθμό ωρών εργασίας και αυξημένη πιθανότητα λάθους από πλευράς του ερευνητή. Επίσης ο καταμερισμός της εργασίας αυτής και η ανάθεσή της σε πάνω από ένα άτομο για το ίδιο video μοτοσικλετιστή ή και για διαφορετικούς μοτοσικλετιστές, κρύβει τον κίνδυνο της έλλειψης ομοιογένειας στην αντιμετώπιση παρόμοιων περιπτώσεων και κατ' επέκταση τίθεται έτσι θέμα αξιοπιστίας στην επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων. Αυτό γίνεται σαφέστερο, λαμβάνοντας υπ' όψιν την υποκειμενικότητα που εμπεριέχεται στην επιλογή για παράδειγμα επιπέδου εμπιστοσύνης για το αντικείμενο εστίασης, ακόμα και για ένα άτομο (παράγοντας κούρασης, διακοπτόμενη εργασία)

Για τους λόγους αυτούς αναθεωρήθηκε - ορθά κατά τη γνώμη του γράφοντος - από τους υπεύθυνους του ερευνητικού προγράμματος, ο παραπάνω τρόπος εντοπισμού και καταγραφής των εστιάσεων των μοτοσικλετιστών. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό το οποίο αναγνωρίζει και αριθμεί αυτόματα με αύξοντα αριθμό τις εστιάσεις στο video, ενώ επίσης δίνει την αλληλουχία αλλά και τη διάρκεια (αύξηση διαμέτρου κύκλου εστίασης με το χρόνο) των εστιάσεων. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται σημαντικά ο χρόνος διεκπεραίωσης της εργασίας, μηδενίζεται ο κίνδυνος λάθους και αυξάνεται η αξιοπιστία. Στην παρακάτω φωτογραφία (Φωτογραφία 14) εικονίζεται στιγμιότυπο από video με χρήση του προαναφερόμενου λογισμικού, ενώ στη Φωτογραφία 15 επιχειρείται άμεση σύγκριση των video όπως αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση και της τελικής- βελτιωμένης μορφής τους με χρήση του εν λόγω λογισμικού.



Φωτογραφία 14 Ανάλυση video- προσδιορισμός εστιάσεων μοτοσικλετιστή με χρήση κατάλληλου λογισμικού.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Φωτογραφία 15 Σύγκριση στιγμιότυπου video με χρήση λογισμικού και pause στη λειτουργία του (άνω), με καρτέ από ανάλυση video (με χρήση προγράμματος FrameShots), χωρίς χρησιμοποίηση του λογισμικού (κάτω).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

7

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΣΤΙΑΣΕΩΝ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ:
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βρεττός, Γ., Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Οπτική – Όραση, *Fixational eye movements – Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης*. Available from:
<http://www.ivo.gr/files/items/1/109/vrettos_fixational_eye_movements.pdf>
[Accessed 2 July 2013]
2. Καρολίδης, Δ., Ξαρχάκος, Κ. (2006). *Microsoft Office Excel 2003 Θεωρία, Συναρτήσεις, Προγραμματισμός με VBA, Μακροεντολές, Εφαρμογές*. Αθήνα: Εκδόσεις Άβακας.
3. Λεόντιος, Μ., Γαβανά, Α. (2004). *ECDL*. Αθήνα: Εκδόσεις Β. Γκιούρδας Εκδοτική.
4. Μαρμαράς, Ν. (2002). *Εισαγωγή στην Εργονομία*. Αθήνα: Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
5. Μπααραμπούτη, Σ. (1978). *Η Άδεια Οδηγήσεως, Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας – Μηχανολογία – Κινητική Αυτοκινήτου*. Π. Φάληρο: Εκδόσεις Κουτσοχέρα.
6. Σιμόπουλος, Σ. (1989). *Μετρήσεις Τεχνικών Μεγεθών*. Β' Έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
7. Τσιώνας, Ε., *Εισαγωγή στο Excel*. Available from:
<<http://www.aueb.gr/users/tsionas/excel.pdf> >
[Accessed 3 March 2014]
8. Chapman, P., Underwood, G., Roberts, K. (2002), *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Visual search patterns in trained and untrained novice drivers*, United Kingdom. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847802000141#>>
[Accessed 7 July 2013]
9. Colin, C., (1999), *Excel 97: Difference in Two Means*. Available from:
<<http://cameron.econ.ucdavis.edu/excel972003/exdiff.html>>
[Accessed 16 March 2014]
10. Crundall, D., Crundall, El., Clarke, D., Shahar, A. (2010), *Accident Analysis & Prevention, Why do car drivers fail to give way to motorcycles at t-junctions?*, United Kingdom. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457510002964#>>
[Accessed 3 July 2013]

11. Falkmer, T., Gregersen, N. (2005), *Optometry and Vision Science The Journal of the American Academy of Optometry, A Comparison of Eye Movement Behavior of Inexperienced and Experienced Drivers in Real Traffic Environments*. Available from:
<http://journals.lww.com/optvissci/Abstract/2005/08000/A_Comparison_of_Eye_Movement_Behavior_of.16.aspx>
[Accessed 3 July 2013]
12. Green, P., (2002), *Human factors in traffic safety, Where Do Drivers Look While Driving (and for How Long)?* Available from:
<<http://apps.usd.edu/coglab/schieber/docs/green2002.pdf> >
[Accessed 18 July 2013]
13. Hosking, S., Liu, Ch., Bayly, M. (2009), *Accident Analysis & Prevention, The visual search patterns and hazard responses of experienced and inexperienced motorcycle riders*, Australia. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457509002036>>
[Accessed 18 July 2013]
14. Kandil, F., Rotter A., Lappe, M., *Journal of Vision, Car drivers attend to different gaze targets when negotiating closed vs. open bends*, Germany. Available from:
<<http://www.journalofvision.org/content/10/4/24.short>>
[Accessed 11 July 2013]
15. Konstantopoulos, P., Chapman, P., Crundall, D. (2009), *Accident Analysis & Prevention, Driver's visual attention as a function of driving experience and visibility. Using a driving simulator to explore drivers' eye movements in day, night and rain driving*, United Kingdom. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457509002607#>>
[Accessed 11 July 2013]
16. Salvucci, D., *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Modeling Driver Behavior in a Cognitive Architecture*, Philadelphia, Pennsylvania. Available from:
<<http://hfs.sagepub.com/content/48/2/362.short>>
[Accessed 7 July 2013]
17. Shahar, A., Van Loon, E., Clarke, D., Crundall, D. (2011), *Accident Analysis & Prevention, Attending overtaking cars and motorcycles through the mirrors before changing lanes*, United Kingdom. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511000029#>>
[Accessed 4 July 2013]

18. Shinar, D., Gurion, B., Sheva, B. (2008), Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, *Looks Are (Almost) Everything: Where Drivers Look to Get Information*. Available from:
<<http://hfs.sagepub.com/content/53/2/180.full.pdf+html>>
[Accessed 18 July 2013]
19. Siemens Tech. (2005). *Λεξικό Τεχνολογίας & Επιστημών Αγγλοελληνικό – Ελληνοαγγλικό*. 2^η Έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Σταφυλίδη.
20. SMI SensoMotoric Instruments. Available from:
<<http://www.smivision.com/en/gaze-and-eye-tracking-systems/home.html>>
[Accessed 13 March 2014]
21. Sodhi, M., Reimer, B., Cohen, J., Vastenburg, E., Kaars, It., Kirschenbaum, S. (2002), ACM Digital Library, *On-Road Driver Eye Movement Tracking Using Head-Mounted Devices*. Available from:
<<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=507086>>
[Accessed 3 July 2013]
22. Taylor, T., Pradhan, A., Divekar, G., Romoser, M., Muttart, J, Gomez, R., Pollatsek, A., Fisher, D. (2013), Accident Analysis & Prevention, *The view from the road: The contribution of on-road glance-monitoring technologies to understanding driver behaviour*, USA. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457513000456#>>
[Accessed 10 July 2013]
23. Underwood, G., Chapman, P., Bowden, K., Crundall, D. (2002), Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, *Visual search while driving: skill and awareness during inspection of the scene*, United Kingdom. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847802000086#>>
[Accessed 10 July 2013]
24. Underwood, G., Foulsham, T., Humphrey, K. (2009), Visual Cognition, *Saliency and scan patterns in the inspection of real-world scenes: Eye movements during encoding and recognition*, United Kingdom. Available from:
<<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13506280902771278#.UyA5fc7m4Ys>>
[Accessed 18 July 2013]

25. Underwood, G., Ngai, A., Underwood, J. (2012), *Safety Science, Driving experience and situation awareness in hazard detection*, United Kingdom. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753512001622#>>
[Accessed 4 July 2013]
26. Walker G., Stanton, N., Salmon, P. (2010), *Accident Analysis & Prevention, Cognitive compatibility of motorcyclists and car drivers*. Available from:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457510003386#>>
[Accessed 11 July 2013]