



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Μελέτη και μοντελοποίηση
αλληλεπιδράσεων οδηγών με βάση τη
θεωρία λεκτικών πράξεων, προς την
κατεύθυνση εμπλουτισμού συστημάτων
αυτοματοποίησης της οδήγησης**

Ευαγγελία Πορτούλη

Αθήνα, Ιούλιος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Μελέτη και μοντελοποίηση
αλληλεπιδράσεων οδηγών με βάση τη
θεωρία λεκτικών πράξεων, προς την
κατεύθυνση εμπλουτισμού συστημάτων
αυτοματοποίησης της οδήγησης**

Ευαγγελία Πορτούλη

Συμβουλευτική Επιτροπή : Καθηγητής Νικόλαος Μαρμαράς (επιβλέπων)
Καθηγητής Βρασίδης Λεώπουλος
Λέκτορας Δημήτριος Ναθαναήλ

Αθήνα, Ιούλιος 2015

Ευχαριστώ θερμά

τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής του διδακτορικού, τον καθηγητή Νίκο Μαρμαρά, το λέκτορα Δημήτρη Ναθαναήλ και τον καθηγητή Βρασίδα Λεώπουλο, για τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις τους κατά τη διάρκεια της διατριβής.

Επίσης ευχαριστώ τα παιδιά μου, Θεώνη και Δημήτρη, και τους γονείς μου, Νίκο και Αφροδίτη, για την αγάπη, την υπομονή και την πίστη τους σε μένα.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Νίκο Μαρμαρά, και το Δημήτρη Ναθαναήλ για το χρόνο που μου αφιέρωσαν αλλά και τον πνευματικό μόχθο που κατέβαλαν, ώστε να πάρουν μορφή οι σκέψεις που παρατίθενται στην παρούσα. Ξεχωριστά θέλω να τους ευχαριστήσω, επειδή, μέσα από τη διαδικασία αυτή, μου αποκάλυψαν νέους πνευματικούς ορίζοντες και με δίδαξαν ένα νέο τρόπο σκέψης.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	1
Έποψη.....	3
Executive Summary	9
Γλωσσάριο	13
1. Εισαγωγή	15
2. Οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών.....	21
2.1 Το φαινόμενο	23
2.2 Εκτίμηση της συχνότητας του φαινομένου	27
2.2.1 Μέθοδος.....	27
2.2.2 Αποτελέσματα	29
2.3 Η ανάγκη μοντελοποίησης του φαινομένου	32
3. Νοητικά μοντέλα οδήγησης και επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών	35
3.1 Ιεραρχικό μοντέλο Michon.....	37
3.2 Το μοντέλο του Wilde.....	38
3.3 Το μοντέλο COCOM.....	40
3.4 Επίγνωση της κατάστασης	41
3.5 Το μοντέλο Εκτεταμένου Ελέγχου.....	43
3.6 Το μοντέλο Συλλογικής Δράσης Ελέγχου	45
3.7 Ανασκόπηση μοντέλων	46
4. Συστήματα Υποστήριξης και Αυτοματοποίησης Οδήγησης	49
4.1 Αυτόνομα συστήματα υποστήριξης οδήγησης.....	51
4.2 Αρχικές οδηγίες σχεδίασης συστημάτων προειδοποίησης.....	53
4.3 Πρόσφατες οδηγίες σχεδίασης συστημάτων προειδοποίησης.....	54
4.4 Προσπάθειες σχεδίασης συστημάτων βάσει φυσικών νόμων.....	56
4.5 Αποδοχή συστημάτων προειδοποίησης	59
4.6 «Συνεργατικά» συστήματα υποστήριξης οδήγησης.....	61
4.7 Συστήματα αυτοματοποίησης οδήγησης	63
4.8 Προσπάθειες ανάπτυξης συστημάτων αναγνώρισης πρόθεσης οδηγού.....	68
4.9 Τι λείπει στη σχεδίαση των συστημάτων.....	69
5. Η οδήγηση ως Συλλογική Δραστηριότητα και η ανάγκη επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών	73
5.1 Κοινωνικές έννοιες σχετικές με την οδήγηση	75
5.2 Συντονισμός – Συνεργασία.....	75
5.3 Συμπεριφορά, αλληλεπίδραση, κοινωνική αλληλεπίδραση	78
5.4 Η ανθρώπινη Πρόθεση (Intent).....	80
5.5 Η Συλλογική Δραστηριότητα (Joint Activity)	82
5.6 Θεώρηση της οδήγησης ως συλλογικής δραστηριότητας	87
5.7 Η ανάγκη για επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών	91
6. Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών	93
6.1 Γλωσσική συμπεριφορά μεταξύ κοινωνικών μονάδων	95
6.2 Η θεωρία γλωσσικών πράξεων	97
6.3 Μη γλωσσικές συμπεριφορές.....	99
6.4 Το Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών (ΓΜΕΑΟ) ..	101
6.5 «Λεκτικές» πράξεις των οδηγών	103

7.	Εμπειρική επαλήθευση του ΓΜΕΑΟ.....	107
7.1	Στόχος της επαλήθευσης.....	109
7.2	Μέθοδος.....	109
7.3	Διαδικασία.....	110
7.4	Οι συμμετέχοντες οδηγοί.....	111
7.5	Ανάλυση	112
7.6	Αλλαγές λωρίδας και αλληλεπιδράσεις μεταξύ οδηγών	114
7.7	Αναφορές σε κοινωνική συμπεριφορά	115
7.8	«Λεκτικές» πράξεις οδηγών	116
7.9	Περιγραφή επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων με το ΓΜΕΑΟ.....	118
7.10	Αλληλεπίδραση με πάνω από δύο εμπλεκόμενους οδηγούς	125
7.11	Φαινομενολογία στυλ οδήγησης	125
7.12	Μοντέλο πρόβλεψης πρόθεσης οδηγών	126
7.13	Συχνότητα αναφοράς σε αλληλεπιδράσεις και ηλικία οδηγών.....	131
7.13.1	Διαχωρισμός οδηγών	134
7.13.2	Αποτελέσματα	135
7.14	Αλληλεπιδράσεις που δε λεκτικοποιήθηκαν	138
7.15	Επικύρωση ΓΜΕΑΟ.....	140
8.	Αξιολόγηση της ενσωμάτωσης του ΓΜΕΑΟ σε συστήματα υποστήριξης οδήγησης	145
8.1	Ο προσομοιωτής οδήγησης	147
8.2	Σενάρια οδήγησης.....	148
8.3	Συστήματα που προσομοιώθηκαν και σχεδίαση.....	151
8.4	Συμμετέχοντες οδηγοί.....	152
8.5	Διαδικασία.....	153
8.6	Δεδομένα.....	153
8.7	Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο	155
8.8	Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο αριστερής στροφής σε αστικό περιβάλλον.....	156
8.9	Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο εισόδου σε αυτοκινητόδρομο.....	157
8.10	Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο προσπέρασης σε επαρχιακή οδό	158
8.11	Υποκειμενική αξιολόγηση για το «Σύστημα χρόνου».....	159
8.12	Υποκειμενική αξιολόγηση για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης».....	162
8.13	Υποκειμενική αξιολόγηση – σύγκριση των δύο συνθηκών	166
8.14	Σχολιασμός αποτελεσμάτων	172
9.	Συμπεράσματα	175
	Βιβλιογραφία	183
	Παράρτημα: Ερωτηματολόγια του πειράματος προσομοίωσης.....	191

Έποψη

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής είναι οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών, οι οποίες αποτελούν μια απαραίτητη συνιστώσα της οδήγησης. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές βασίζονται σε διαδοχικές στοιχειώδεις επικοινωνιακές πράξεις. Είναι κοινή παρατήρηση ότι, όταν οι οδηγοί προβλέπουν ότι το όχημά τους θα βρεθεί στο μέλλον σε επικίνδυνη εγγύτητα με κάποιο άλλο όχημα, τείνουν να επικοινωνούν σκόπιμα εκ των προτέρων την πρόθεση κίνησής τους στους λοιπούς εμπλεκόμενους οδηγούς, ώστε από κοινού να προγραμματίσουν και να πραγματοποιήσουν ένα ασφαλές μελλοντικό σχέδιο κίνησης. Σε θεωρητικό επίπεδο, ο στόχος της παρούσας διατριβής ήταν να μελετηθεί το διαδραστικό τμήμα της οδήγησης, φωτίζοντας το φαινόμενο της επικοινωνίας πρόθεσης των οδηγών και συμφωνίας τους σε ένα μελλοντικό κοινό σχέδιο κίνησης. Σε πρακτικό επίπεδο, στόχος της διατριβής ήταν να αναπτυχθεί ένα μοντέλο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών το οποίο θα μπορεί να ενσωματωθεί, ως επίπεδο διαπραγμάτευσης ελιγμών, σε συστήματα υποστήριξης και αυτοματοποίησης οδήγησης (ΣΥΑΟ), ώστε να είναι η λειτουργικότητά τους περισσότερο σύμφωνη με τις ανθρώπινες προσδοκίες.

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται αναλυτικά η σημασία του υπό μελέτη φαινομένου των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών και πώς οι αλληλεπιδράσεις αυτές μπορούν να αναλυθούν σε στοιχειώδεις φάσεις με τη μορφή λογικού διαγράμματος και να περιγραφούν με τη μορφή συζήτησης μεταξύ των εμπλεκόμενων οδηγών. Για μια πρώτη εμπειρική επιβεβαίωση της συχνότητας αλλά και της σημαντικότητας των αλληλεπιδράσεων αυτών, χρησιμοποιήθηκαν οι καταγραφές βίντεο πραγματικών προσπεράσεων σε οδό ταχείας κυκλοφορίας, δύο κατευθύνσεων, χωρίς κεντρικό διάζωμα. Η ανάλυση 82 περιστατικών προσπεράσεων έδειξε ότι η πρόθεση προσπεράσεως μπορούσε να αναγνωρισθεί πριν την έναρξη του ελιγμού στο 45,12% των περιπτώσεων, μέσω τυπικών και άτυπων νύξεων. Σε 6 από τις 22 περιπτώσεις όπου η πρόθεση αναγνωρίσθηκε και υπήρχε επερχόμενο όχημα, ο οδηγός αυτού άλλαξε την τροχιά του οχήματός του ώστε να διευκολύνει τον ελιγμό.

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση των νοητικών μοντέλων οδήγησης, όπως το ιεραρχικό μοντέλο Michon, το μοντέλο του Wilde, το μοντέλο COCOM, τα επίπεδα επίγνωσης της κατάστασης του Endsley, το μοντέλο ECOM και το μοντέλο Joint Action Control. Όλα, εκτός από ένα, αυτά τα μοντέλα οδήγησης είναι προσωπικά μοντέλα, δηλαδή εστιάζουν σε ένα μεμονωμένο οδηγό και αναλύουν πώς αυτός επιτελεί τις διάφορες δραστηριότητες που απαιτούνται για την οδήγηση. Δε γίνεται σαφής αναφορά ούτε μοντελοποιείται η σκόπιμη επικοινωνιακή αλληλεπίδραση των οδηγών πριν την υλοποίηση ενός ελιγμού, με στόχο την εξασφάλιση της κοινής κατανόησης για την ασφαλέστερη και περισσότερο άνετη υλοποίηση του ελιγμού.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι έως τώρα προσπάθειες σχεδίασης και ανάπτυξης ΣΥΑΟ, καθώς και συστημάτων αναγνώρισης πρόθεσης του οδηγού του οχήματος. Αρχικά η σχεδίαση των ΣΥΑΟ βασιζόταν σε παραμέτρους όπως ο χρόνος σύγκρουσης με το εμπλεκόμενο όχημα. Η πρακτική έδειξε ότι οι προειδοποιήσεις των ΣΥΑΟ δεν ήταν σύμφωνες με τις προσδοκίες των οδηγών. Έτσι, οι μετέπειτα οδηγίες σχεδίασης του οργανισμού National Highway Traffic Safety Administration προτείνουν ο χρονισμός των προειδοποιήσεων των ΣΥΑΟ να βασίζεται στον αναμενόμενο χρόνο απόκρισης του οδηγού και στο επίπεδο επιβράδυνσης που θα επιλέξει ο οδηγός. Αρκετά ΣΥΑΟ προειδοποιούν για κίνδυνο

σύγκρουσης βάσει της προβλεπόμενης μελλοντικής τροχιάς των οχημάτων, την οποία εκτιμούν με χρήση μοντέλων κίνησης. Όμως, οι αποστάσεις προειδοποίησης που υπολογίζουν τα ΣΥΑΟ είναι μεγάλες και μη σύμφωνες με την εκτίμηση κινδύνου ενός τυπικού οδηγού. Πράγματι, αρκετές μελέτες δείχνουν ότι η αποδοχή των συστημάτων προειδοποίησης από τους οδηγούς είναι μάλλον περιορισμένη, και ένας πιθανός λόγος είναι ότι οι προειδοποιήσεις των ΣΥΑΟ δε συμφωνούν με τις εκτιμήσεις και προσδοκίες των οδηγών. Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι αυτό συμβαίνει επειδή τα ΣΥΑΟ δε λαμβάνουν υπόψη στην σχεδίασή τους τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών.

Στο κεφάλαιο 5 επιχειρείται η διασαφήνιση κάποιων όρων που χρησιμοποιούνται κατά την περιγραφή του φαινομένου, όπως ο συντονισμός, που μπορεί να θεωρηθεί ως η ενορχήστρωση συμπεριφορών για την επίτευξη κάποιου κοινού στόχου και υποστηρίζεται ότι λαμβάνει χώρα σε προ-συνειδητό επίπεδο, και η συνεργασία, που μπορεί να θεωρηθεί ως μια παρατηρούμενη κοινωνική αλληλεπίδραση με θετικό αποτέλεσμα για καθέναν από τους εμπλεκόμενους σε αυτήν. Κοινωνική είναι η συμπεριφορά που είναι προσανατολισμένη προς άλλα άτομα, ενώ κοινωνικές αλληλεπιδράσεις είναι οι πράξεις, δράσεις ή πρακτικές δύο ή περισσοτέρων «εαυτών», αμοιβαία προσανατολισμένων ο ένας προς τον άλλο, δηλαδή οποιαδήποτε συμπεριφορά προσπαθεί να επηρεάσει ή να λάβει υπόψη τις υποκειμενικές εμπειρίες ή τις προθέσεις ενός άλλου εαυτού. Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι η οδήγηση είναι σε πολλές περιπτώσεις κοινωνική δραστηριότητα, ότι οι οδηγοί αντιμετωπίζουν τα άλλα οχήματα ως κοινωνικές μονάδες, ως «έμφυχους οχηματ-ανθρώπους», και σε μεγάλο βαθμό βασίζονται τις προσδοκίες τους για την εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής στην παρατήρηση και ερμηνεία της συμπεριφοράς αυτών των κοινωνικών μονάδων. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αναλύεται πώς η οδήγηση μπορεί να θεωρηθεί ως συλλογική δραστηριότητα, με Βασική Συμφωνία την ασφαλής και εύρυθμη κυκλοφορία στους δρόμους για όλους τους χρήστες του οδικού δικτύου. Για την οδήγηση ως συλλογική δραστηριότητα απαιτείται επίσης η ύπαρξη Κοινού Νοητικού Υποβάθρου, το οποίο υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι βασίζεται στους ρητούς κανόνες του Κ.Ο.Κ., αλλά και σε κοινά αποδεκτές συμβάσεις. Επίσης υποστηρίζεται ότι σε περιπτώσεις όπου προκύπτει κίνδυνος κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου, όταν οι οδηγοί είναι αβέβαιοι ως προς την πρόθεση των άλλων, οι οδηγοί συνειδητά επιδιώκουν να επικαιροποιούν και να ανασκευάζουν το Κοινό τους Νοητικό Υπόβαθρο, προσπαθώντας να αλληλεπιδράσουν με τους άλλους οδηγούς, έτσι ώστε να επικοινωνήσουν την πρόθεση κίνησής τους και να συμφωνήσουν σε ένα ασφαλές μελλοντικό σχέδιο κίνησης.

Στο κεφάλαιο 6 αναλύεται πώς μια συμπεριφορά που μπορεί ο παρατηρητής να περιγράψει με σημασιολογικούς όρους, μπορεί να θεωρηθεί ως γλωσσική συμπεριφορά. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η θεωρία Γλωσσικών Πράξεων του Austin (1962) και η κατάταξη των προσλεκτικών γλωσσικών πράξεων του Searle (1975), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη μοντελοποίηση μη-λεκτικών επικοινωνιακών πράξεων, όπως αυτές των οδηγών. Έτσι, οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών μοντελοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τη λεκτική / προσλεκτική / απολεκτική τυπολογία του Austin. Κάθε τέτοια επικοινωνιακή πράξη υποστηρίζεται ότι περιλαμβάνει τρεις τύπους πράξεων, μια «λεκτική», μια προσλεκτική και μια απολεκτική πράξη. Η «λεκτική» πράξη μεταδίδει την έννοια και την αναφορά κατά τον Austin. Τέτοια πράξη μπορεί να είναι η χρήση της κόρντας, το οπτικό σήμα, η πλευρική μετατόπιση του οχήματος προς την κεντρική διαγράμμιση ή η σκόπιμη ακολούθηση του προπορευομένου σε μικρή απόσταση. Η προσλεκτική πράξη μεταδίδει μια ορισμένη ισχύ, για παράδειγμα «αίτημα» στον άλλο «οχηματ-άνθρωπο» να ελευθερώσει τη λωρίδα ή «απειλή»,

ώστε να τον πείσει να αλλάξει λωρίδα. Η απολεκτική πράξη είναι η πράξη που γίνεται λόγω της επικοινωνιακής πράξης, για παράδειγμα ο προπορευόμενος «οχηματ-άνθρωπος» διευκολύνει την προσπέραση ή ελευθερώνει τη λωρίδα. Μια αλληλουχία προσλεκτικών πράξεων στις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών μοντελοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή ως μια «Συζήτηση» με βάση το Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών (ΓΜΕΑΟ). Στη «συζήτηση» αυτή οι οδηγοί χρησιμοποιούν και ερμηνεύουν ορισμένες επικοινωνιακές πράξεις ή νύξεις στο προσλεκτικό επίπεδο ως «Κατευθυντικά», για παράδειγμα «αιτήσεις» ή «διαταγές», και άλλες πράξεις ή νύξεις ως «Δεσμευτικά», για παράδειγμα «αποδοχές» ή «απορρίψεις» των «Κατευθυντικών». Σχετικά με τις χρησιμοποιούμενες από τους οδηγούς μη-γλωσσικές «λεκτικές» πράξεις, η επικοινωνία πρόθεσης μεταξύ των οδηγών μπορεί να διαμεσολαβείται από διάφορες, τυπικές και άτυπες, επικοινωνιακές πράξεις ή νύξεις. Υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι υπάρχουν δύο επίπεδα από τα οποία ένας οδηγός συλλέγει πληροφορίες για να αναγνωρίσει την πρόθεση των άλλων «οχηματ-ανθρώπων»: α) το κοινωνικό επίπεδο, το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο των ρητών, εκ προθέσεως επικοινωνιακών πράξεων που εκπέμπονται από έναν οδηγό, και β) το φυσικό επίπεδο, το οποίο περιλαμβάνει επικοινωνιακές πράξεις που εκπέμπονται εκ προθέσεως ή νύξεις που ερμηνεύονται ως πρόθεση οδηγού, βάσει της παρατηρούμενης κίνησης του «οχηματ-ανθρώπου» επί της οδού.

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται μια πρώτη εμπειρική επαλήθευση του ΓΜΕΑΟ βάσει παρατηρήσεων αλληλεπιδράσεων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Οι παρατηρήσεις έλαβαν χώρα στην περιφερειακή οδό Υμηττού, μια οδό με τουλάχιστον δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και κεντρικό διαχωριστικό. Οι οδηγοί οδηγούσαν το αυτοκίνητό τους κανονικά, ενώ ταυτόχρονα διατύπωναν μεγάλωφωνα κάθε παρατήρησή τους στην περιρρέουσα κυκλοφορία, καθώς και τυχόν δράσεις που αναλάμβαναν οι ίδιοι ως αποτέλεσμα τέτοιων παρατηρήσεων. Κατά τη διάρκεια της διαδρομής ένας παρατηρητής βρισκόταν καθισμένος στη θέση του συνοδηγού και κατέγραφε με δύο βιντεοκάμερες τη σκηνή εμπρός και πίσω από το αυτοκίνητο, καθώς και το σχολιασμό του οδηγού. Αναλύθηκαν οι παρατηρήσεις από 25 έμπειρους οδηγούς, 17 άνδρες και 8 γυναίκες. Τα ευρήματα υποστηρίζουν τη θεώρηση ότι σε πολλές περιπτώσεις, οι οδηγοί θεωρούν τα άλλα οχήματα ως κοινωνικές μονάδες, ως «έμψυχους οχηματ-ανθρώπους», και σε μεγάλο βαθμό βασίζονται τις προσδοκίες τους για την εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής σε παρατηρήσεις και ερμηνεία της συμπεριφοράς αυτών των κοινωνικών μονάδων. Πράγματι, κατά μέσο όρο στο 38,7% των περιόδων που εκφωνήθηκαν οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν σε παρατηρήσεις και ερμηνείες κοινωνικής συμπεριφοράς «έμψυχων οχηματ-ανθρώπων». Από τις 360 περιόδους που αναφέρονταν σε παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς, οι 90 αναφέρονταν σε πρόβλεψη πρόθεσης άλλων. Σύμφωνα με την ανάλυση, για να προβλέψει τη μελλοντική θέση των κινούμενων οχημάτων, ένας οδηγός χρησιμοποιεί τη φυσική γεωμετρία της οδού και τους φυσικούς περιορισμούς θεωρώντας ομαλή κίνηση των οχημάτων στο μέλλον. Οποιαδήποτε παρατηρούμενη παρέκκλιση κάποιου οχήματος από την προβλεπόμενη ομαλή κίνηση, την εκλαμβάνει ως πιθανό αποτέλεσμα ενέργειας εκ προθέσεως του συγκεκριμένου οδηγού και τη χρησιμοποιεί για να αναγνωρίσει πρόθεση του «οχηματ-ανθρώπου». Σε αυτές τις νύξεις, που γεννιούνται από παρατήρηση άψυχων οντοτήτων, προστίθενται οι νύξεις που γεννιούνται από τον έμψυχο άνθρωπο οδηγό, οι οποίες συμβάλλουν στην αναγνώριση πρόθεσης, είτε μόνες τους είτε συμπληρωματικά με τις νύξεις από τις άψυχες οντότητες. Επιπρόσθετα, ο παρατηρητής προβαίνει και σε προβλέψεις πρόθεσης με βάση στερεότυπες αντιλήψεις του. Περαιτέρω, σύμφωνα με την ανάλυση, η προσλεκτική ισχύς των πράξεων μέσα στις παρατηρηθείσες αλληλεπιδράσεις μπορεί να μοντελοποιηθεί ως μια «συζήτηση»,

με μια σειρά από προσλεκτικές πράξεις, όπως αναπαριστάται από το ΓΜΕΑΟ. Τα εμπειρικά ευρήματα υποστηρίζουν επίσης το επιχείρημα ότι σε περίπτωση αβεβαιότητας, όταν το υποκείμενο Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο δεν είναι αρκετό για την ασφαλή πρόβλεψη της εξέλιξης της κυκλοφοριακής κατάστασης, οι οδηγοί συνειδητά προσπαθούν να αλληλεπιδράσουν με τους άλλους οδηγούς, έτσι ώστε να επικοινωνήσουν την πρόθεσή τους, να επικαιροποιήσουν και να διορθώσουν το Κοινό Νοητικό τους Υπόβαθρο και να συμφωνήσουν σε ένα ασφαλές μελλοντικό σχέδιο κίνησης. Πράγματι, η ανάλυση έδειξε ότι οι περισσότερες από τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις ξεκίνησαν όταν ένας οδηγός επιθυμούσε να αλλάξει λωρίδα υπό την παρουσία ενός άλλου «οχηματ-ανθρώπου» στη λωρίδα στόχο ή όταν ένας οδηγός ήθελε να κινηθεί ταχύτερα από ό,τι ένας προπορευόμενος «οχηματ-άνθρωπος». Τέλος, οι παρατηρήσεις αναλύθηκαν χωριστά για τους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας και συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα για τους οδηγούς νεότερης ηλικίας. Σύμφωνα με την ανάλυση, οι ηλικιωμένοι οδηγοί αντιμετωπίζουν την οδήγηση ως κοινωνικό φαινόμενο στον ίδιο βαθμό με τους νεότερους οδηγούς. Όμως, οι επικοινωνιακές δράσεις και επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις έτειναν σαφώς να είναι λιγότερες για τους ηλικιωμένους οδηγούς. Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν την υπόθεση ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί ίσως υιοθετούν μια στρατηγική που τους επιτρέπει να αποφεύγουν τις συχνές επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, προκειμένου να αντισταθμίσουν τις υποβαθμισμένες νοητικές δυνατότητές τους.

Στο κεφάλαιο 8 παρουσιάζεται μια πρώτη αξιολόγηση των επιδράσεων στη λειτουργικότητα συστημάτων προειδοποίησης οδηγών από την ενσωμάτωση σε αυτά μιας μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών, βάσει του ΓΜΕΑΟ. Η αξιολόγηση έγινε μέσω πειράματος με χρήση δυναμικού προσομοιωτή οδήγησης. Αναπτύχθηκαν αλγοριθμικά τέσσερα διαφορετικά σενάρια οδήγησης και προσομοιώθηκαν τέσσερα συστήματα υποστήριξης οδήγησης, ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης σε περίπτωση αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο, ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης με το επερχόμενο αυτοκίνητο σε περίπτωση αριστερής στροφής σε αστική οδό, ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης σε περίπτωση εισόδου σε αυτοκινητόδρομο, και ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης κατά την προσπέραση σε επαρχιακή οδό. Για κάθε σύστημα προσομοιώθηκαν δύο συνθήκες. Στην πρώτη συνθήκη χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο ενεργοποίησης της προειδοποίησης ο χρόνος σύγκρουσης με το εμπλεκόμενο όχημα και δίδονταν προειδοποιήσεις δύο επιπέδων, μεγάλου και μέτριου κινδύνου. Στη δεύτερη συνθήκη προσομοιώθηκε επιπλέον η μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών βάσει του ΓΜΕΑΟ. Συγκεκριμένα, προσομοιώθηκε η «συναίνεση» του άλλου «οδηγού» στο αίτημα του συμμετέχοντος να προβεί στον ελιγμό, το οποίο υποτίθεται ότι σηματοδοτούνταν με την ενεργοποίηση του φλας. Η «συναίνεση» σηματοδοτούνταν με ένα επιπρόσθετο εικονίδιο, παράλληλα με τα εικονίδια κινδύνου βάσει του χρόνου σύγκρουσης. Η μελέτη ανέδειξε κάποιες επιδράσεις της δυνατότητας μιας τέτοιας διαπραγμάτευσης σε παραμέτρους που σχετίζονται με την κυκλοφοριακή απόδοση. Συγκεκριμένα, σε τρία από τα τέσσερα σενάρια οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν τον ελιγμό τους νωρίτερα, και σε συνθήκες μεγαλύτερου αντικειμενικού κινδύνου, όταν υπήρχε η «ρητή» συγκατάθεση του άλλου «οδηγού» στον προτιθέμενο ελιγμό τους. Αυτό υποδηλώνει ότι οι συμμετέχοντες ένιωθαν περισσότερο σίγουροι όταν το σύστημα τους παρείχε τη ρητή «συναίνεση» του άλλου εμπλεκόμενου «οδηγού» από ό,τι όταν το σύστημα τους προειδοποιούσε μόνο σύμφωνα με τους φυσικούς νόμους (δηλαδή με την τιμή του χρόνου σύγκρουσης). Τα ευρήματα σε σχέση με τη συμπεριφορά οδήγησης, αλλά και οι υποκειμενικές εκτιμήσεις των οδηγών σχετικά με τη λειτουργικότητα των συστημάτων στις δύο συνθήκες, δείχνουν ότι οι οδηγοί αισθάνονται περισσότερο σίγουροι όταν υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας με τους άλλους οδηγούς,

όταν δηλαδή υπάρχει η ρητή «συναίνεση» των άλλων στον προτιθέμενο ελιγμό τους. Τα ευρήματα του πειράματος δείχνουν ότι η λειτουργικότητα των ΣΥΑΟ με ενσωματωμένο ένα επίπεδο διαπραγμάτευσης ελιγμών είναι περισσότερο σύμφωνη με τις ανθρώπινες εκτιμήσεις και προσδοκίες.

Τέλος, στο κεφάλαιο 9 συνοψίζονται τα γενικά συμπεράσματα της παρούσας διατριβής και προδιαγράφονται κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα. Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής καταδεικνύουν ότι: (α) οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις είναι και θα παραμείνουν μια σημαντική πτυχή του οδηγικού καθήκοντος και (β) ότι τα ΣΥΑΟ μπορούν να εμπλουτιστούν με την ενσωμάτωση ενός επιπέδου κοινωνικής αλληλεπίδρασης βάσει κάποιου μοντέλου όπως το ΓΜΕΑΟ. Μια τέτοια προσπάθεια, αν είναι επιτυχής, θα εξασφαλίσει ότι η λειτουργικότητα των ΣΥΑΟ θα είναι όσο το δυνατόν περισσότερο σύμφωνη με τις εκτιμήσεις και προσδοκίες του ανθρώπου οδηγού. Στο μέλλον θα πρέπει να συλλεχθούν περαιτέρω εμπειρικά δεδομένα από επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις μέσω παρατηρήσεων και άλλου τύπου ελιγμών σε διαφορετικά περιβάλλοντα κυκλοφορίας, ώστε να επικυρωθούν ή να επεκταθούν τα θέματα που αναδείχτηκαν. Ακόμη, οι μελλοντικές μελέτες μονάδων διαπραγμάτευσης ελιγμών θα πρέπει να περιλαμβάνουν δύο ή περισσότερους αλληλεπιδρώντες, θα πρέπει να καταγραφούν και να αναλυθούν πλήρεις κύκλοι επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων σε πραγματικές συνθήκες, ενώ θα πρέπει να σχεδιασθούν και πειράματα που θα περιλαμβάνουν αυτοματοποιημένα οχήματα. Οι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει επίσης να επικεντρωθούν ειδικότερα στη σχεδίαση της μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών, πώς δηλαδή θα αντιμετωπίζονται οι περιπτώσεις όπου δε θα λαμβάνεται απόκριση στο «αίτημα» ελιγμού ή οι περιπτώσεις όπου η παρατηρούμενη συμπεριφορά του οχήματος δε θα συνάδει με την αναμενόμενη βάσει της «απάντησης» στο «αίτημα» ελιγμού, ώστε να προφυλαχθεί το όλο σύστημα από τυχόν κακόβουλη ή ανεύθυνη χρήση.

Executive Summary

This thesis studied the drivers' communicative interactions, which constitute a necessary component of the driving task. These interactions are based on successive elementary communicative acts. It is a common observation that when drivers predict that their vehicle may be found in the future in dangerous proximity to another vehicle, they tend to intentionally communicate in advance their motion intent to the other involved drivers, so that they may jointly plan and execute a safe future motion plan. At a theoretical level, the objective of this thesis was to study the interactive part of the driving task, shedding light on the phenomenon of communication of drivers' intent and their agreement on a future common motion plan. At a practical level, the aim of the thesis was to develop a model of drivers' communicative interactions, for integration, as a manoeuvring negotiations level, in Driving Support and Automation Systems (DSAS), so that their functionality is more in accordance to human expectations.

Chapter 2 studies the importance of the studied phenomenon of communicative drivers' interactions, and how such interactions can be decomposed into elementary phases in the form of a flowchart and described in the form of a discussion between the involved drivers. Video recordings of natural overtakings on a highway, with two directions without central barrier, were used for a first empirical confirmation of the frequency and significance of such interactions. The analysis of 82 overtakings showed that the intent to overtake could be anticipated before the start of the manoeuvre in 45,12% of cases, through formal and informal cues. In 6 of the 22 cases when the intent could be anticipated and there was an oncoming vehicle, its driver modified the trajectory of the vehicle so as to facilitate the overtaking.

Chapter 3 includes a literature review of cognitive drive models, such as the hierarchical model of Michon, the model of Wilde, the COCOM model, the situation awareness levels of Endsley, the ECOM model and the Joint Action Control model. All but one of these models are personal models, that focus on a single driver, and analyse how he/she performs the various activities necessary for the driving task. There is no clear reference or modelling of deliberate drivers' communicative interactions before a manoeuvre, which aim to ensure their common understanding for the safer and more convenient manoeuvre conduct.

Chapter 4 presents the evolution of attempts to design and develop DSAS and systems to recognise driver's intent. The initial design attempts were based on parameters such as time to collision with the involved vehicle. Still, experience showed that warnings by such DSAS were not in agreement with drivers' expectations. Thus, the recent design guidelines by the National Highway Traffic Safety Administration suggest that the timing of the warnings by DSAS should be based on the expected driver's response time and on the deceleration level selected by the driver. So, several DSAS estimate risk of collision based on the forecasted future vehicles trajectory according to motion models. But, the warning distances calculated by such DSAS are large and not consistent with the risk assessment by an average driver. Indeed, several studies report that the acceptance of warning systems by drivers is rather limited. One possible reason is that the warnings of DSAS are not consistent with the drivers' estimations and expectations. In this thesis it is argued that this occurs because DSAS do not consider in their design the drivers' communicative interactions.

Chapter 5 attempts to clarify some terms used when describing the phenomenon. Coordination can be regarded as the orchestration of behaviours so as to achieve a common aim and is considered to occur at a pre-conscious level. Cooperation can be regarded as an observed social interaction with a positive outcome for each of the involved players. Social behaviour is the behaviour which is oriented towards other people and social interactions are the acts, actions or practices of two or more "selves", each oriented towards one another, i.e. any behaviour which seeks to influence or take into account the subjective experiences or intent of another self. In this thesis it is argued that driving is often a social activity, that drivers consider other vehicles as social units, as "animate human-vehicles", and largely base their expectations for the evolution of the traffic scene by observing and interpreting the behaviour of these social units. Then, it is analysed how driving can be considered as a joint activity, based on a Basic Agreement, which for driving can be considered to be the safe and smooth traffic on the road network for all road users. A joint activity also requires the existence of Common Ground, which for driving is based on the explicit rules of the Traffic Law but also on commonly accepted conventions, as argued in this thesis. It is also supported that when there is a risk for a breakdown of the Common Ground, when drivers are uncertain about others' intent, they consciously seek to update and repair their Common Ground, trying to interact with other drivers, so as to communicate their motion intent and to agree on a safe future motion plan.

Chapter 6 analyses how a behaviour which the observer can describe in semantic terms can be considered as a linguistic behaviour. Then, the Speech Act Theory of Austin (1962) and the classification of illocutionary acts by Searle (1975) are presented, which can be used for modelling non-verbal communicative acts, such as those studied in this thesis. In this framework, drivers' communicative interactions can be modelled using the locutionary / illocutionary / perlocutionary typology by Austin. It is argued in this thesis that any communicative act in such interactions includes three types of acts, a "locutionary", an illocutionary and a perlocutionary one. The "locutionary" act conveys the sense and reference according to Austin. Such acts may be the use of the horn, the flashing of headlights, the lateral displacement of the vehicle towards the central lane marking or the deliberate close following of the lead vehicle. The illocutionary act conveys a certain force, for example "request" to empty the lane or "frightening" the lead "human-vehicle" so as to persuade him/her to change lane. The perlocutionary act is the act done due to the communicative act, for example the lead "human-vehicle" facilitates the overtaking or the lead "human-vehicle" empties the lane. A sequence of illocutionary acts in drivers' communicative interactions is in this thesis modelled as a "Conversation" using the Linguistic Model of Drivers' communicative Interactions (LMDI). In such an interaction, drivers use and interpret certain communicative acts or cues at the illocutionary level as "Directives", for example "requests" or "commands", and other acts or cues as "Commissives", for example "acceptances" or "rejections" of the "Directives". Regarding the non-verbal "locutionary" acts, the communication of intent between drivers can be mediated by different, formal and informal, communicative acts or cues. It is argued in this thesis that drivers collect information to anticipate the intent of other "human-vehicles" from two levels: a) the social level, which includes the explicit, intentional communicative acts emitted by a driver, and b) the physical level, which includes communicative acts emitted intentionally or cues used to interpret intent based on the observed motion of a "human-vehicle" on the road.

Chapter 7 presents a first empirical verification of the LMDI based on observations of

natural drivers' interactions in real traffic conditions. The observations took place in the Hymettus ring road, a road with at least two lanes per direction and a central barrier. The drivers were asked to drive normally their own vehicle while in parallel commenting aloud about their observations in the surrounding traffic and any action undertaken by themselves as a result of any such observation. During the route one observer was seated in the passenger seat and recorded with two cameras the traffic scene in front and behind the vehicle and the driver's commentary. The observations of 25 experienced drivers, 17 men and 8 women, were analysed. The findings support the argument that in many cases, drivers consider other vehicles as social units, as "animate human-vehicles", and largely base their expectations for the evolution of the traffic scene by observing and interpreting the behaviour of these social units. Indeed, on average in 38.7% of the uttered periods drivers referred to observations and interpretations of social behaviour of "animate human-vehicles". From the 360 periods referring to observations of social behaviour, 90 referred to anticipation of others' intent. According to the analysis, in order to predict the future trajectory of a moving vehicle, a driver uses the physical geometry of the road and the physical limitations, assuming a smooth motion of the vehicles in the future. Any observed deviation of a vehicle from its expected smooth motion, is considered as a possible result of an intentional action by its particular driver and is used to anticipate intent of this "human-vehicle". These cues, which are created by observing inanimate objects, are supplemented by the cues emitted by the animate human drivers, and contribute to the anticipation of intent. In addition, the observer anticipates intent based on stereotypes. Furthermore, according to the analysis, the illocutionary force of acts within the observed interactions could be modelled as a "discussion" with a series of illocutionary acts, as represented by the LMDI. Empirical findings also support the argument that in cases of uncertainty, when the underlying Common Ground is not enough for safe prediction of the evolution of the traffic scene, drivers consciously seek to interact with other drivers, so as to communicate their intent, to update and repair their Common Ground and to agree on a safe future motion plan. Indeed, the analysis showed that most of the communicative interactions were initiated when one driver wished to change lane in the presence of another "human-vehicle" in the target lane or when one driver wished to drive faster than a lead "human-vehicle". Finally, the observations were analysed separately for older and younger drivers. According to the analysis, older drivers face driving as a social phenomenon at the same level as younger drivers. However, the communicative acts and communicative interactions clearly tended to be less for older drivers. These findings support the argument that older drivers may adopt a strategy that allows them to avoid frequent communicative interactions, in order to compensate for their degraded abilities.

Chapter 8 presents a first assessment of the effects from the integration of a manoeuvring negotiations unit based on the LMDI in DSAS. The assessment was based on an experiment using a dynamic driving simulator. Four different driving scenarios were algorithmically developed and four driving support systems were simulated, a system warning about collision risk during lane change on highways, a system warning about crash risk with the oncoming car in case of left turn on bi-directional urban road, a system warning about collision risk while entering a highway, and a system warning about crash risk with the oncoming car in case of overtaking on a rural road. For each system, two conditions were simulated. In the first condition, the warning was provided according to the calculated Time To Collision with the other vehicle involved in the manoeuvre, at two levels, high and medium risk. In the second condition, a manoeuvring negotiations unit, based on the LMDI, was additionally simulated. More precisely, the software simulated the "acceptance" by the other "driver" of the

participant's manoeuvring "request", which was supposedly signalled by the activation of the turn indicator by the participant. The "acceptance" was signalled by an additional icon besides the collision risk icons which were displayed according to the Time To Collision value. The study revealed some effects on parameters relevant to traffic efficiency due the possibility of such negotiations. More specifically, in three of the four scenarios the participants started their manoeuvre earlier and at conditions of greater objective risk when there was the "explicit" consent of the other "driver" to their intended manoeuvre. This suggests that participants felt more confident when the system was providing the explicit "consent" of the other "driver" than when the warning was provided only in accordance to the laws of physics (i.e. the Time To Collision value). The found effects on driving behaviour and the subjective assessments of drivers as regards the functionality of the systems in both conditions support the argument that drivers feel more certain when there is the possibility of communicating with other drivers, i.e. when there is an explicit "consent" by others to their intended manoeuvre. The findings support the argument that the functionality of DSAS after the integration of a manoeuvring negotiations level is more in accordance with human assessments and expectations.

Finally, Chapter 9 summarizes the general conclusions of this thesis, and specifies directions for further research. The results of this thesis show that: (i) social interactions are and will remain an important component of the driving task and (ii) DSAS can be enriched by the integration of a social interactions level based on a model such as the LMDI. Such an endeavour, if successful, will ensure that the performance and functionalities of DSAS are more in accordance to that of the human driver and the human driver's expectations. In the future, it will be necessary to collect further empirical data from communicative interactions through natural observations of more manoeuvre types in different traffic environments, so as to validate or expand the issues identified. Furthermore, future studies of such negotiations modules should involve two or more interacting human drivers and should record and analyse full cycles of communicative interactions in a more naturalistic setting, while experiments including automated vehicles should be also conducted. Future studies should also focus more specifically on the design of the manoeuvring negotiations module, i.e. how to handle cases when there will be no "response" to the manoeuvring "request" or when the observed behaviour of the vehicle is not in line with the expected one according to the "response" given to the manoeuvring "request", so as to protect the whole system from any malicious or irresponsible use.

Γλωσσάριο

Πράξη	Act
Δράση	Action
Δράστης – Λήπτης	Actor – Respondent
Τεχνήματα	Artefacts
Πρόβλεψη	Anticipation
Επίγνωση	Awareness
Συμπεριφορά	Behaviour
Νόηση	Cognition
Συντονισμός	Coordination
Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο	Common ground
Επικοινωνία	Communication
Συγκείμενο	Context
Συνεργασία	Cooperation
Κόστος – Όφελος	Cost - Benefit
Νύξη	Cue
Άμεση αρμοστικότητα	Direct fitness
Κατανεμημένη Νόηση	Distributed Cognition
Ρητός	Explicit
Ισχύς	Force
Τυπικός	Formal
Προσλεκτική πράξη	Illocutionary act
Σιωπηρός – Άρρητος	Implicit
Αλληλεπίδραση	Interaction
Ερμηνεία	Interpretation
Συλλογικό γνωστικό σύστημα	Joint Cognitive System
Λεκτική πράξη	Locutionary act
Νόημα	Meaning
Διαμεσολάβηση	Mediation
Αντίληψη	Perception
Επίδοση	Performance
Παίκτης	Player
Πρακτική	Practice
Προληπτικός	Proactive
Αναφορά	Reference
Ανακλαστικό	Reflex
Απόκριση	Response
Εαυτός	Self
Έννοια	Sense
Κατανεμημένη αποβλεπτικότητα	Shared intentionality
Σημασιοδότηση	Signification
Επίγνωση της κατάστασης	Situational awareness
Κοινωνική σύζευξη	Social coupling
Στρατηγική	Strategy
Νοημοσύνη σμήνους	Swarm intelligence

1. Εισαγωγή

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χρηστών του οδικού δικτύου είναι απαραίτητη συνιστώσα της οδήγησης. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές βασίζονται σε διαδοχικές στοιχειώδεις επικοινωνιακές πράξεις (communicative acts) μεταξύ οδηγών ή μεταξύ οδηγών και άλλων χρηστών της οδού. Είναι κοινή παρατήρηση ότι, όταν οι οδηγοί προβλέπουν ότι το όχημά τους θα βρεθεί στο μέλλον σε επικίνδυνη εγγύτητα με κάποιο άλλο όχημα, τείνουν να επικοινωνούν σκόπιμα εκ των προτέρων την πρόθεση κίνησής τους στους λοιπούς εμπλεκόμενους οδηγούς, δηλαδή, κατά τους Tomasello *et al* (2005), το σχέδιο δράσης (action) το οποίο επιλέγουν και στο οποίο δεσμεύονται για επιδίωξη του στόχου τους, ώστε από κοινού να προγραμματίσουν και να πραγματοποιήσουν ένα ασφαλές μελλοντικό σχέδιο κίνησης. Αυτές οι πράξεις επικοινωνίας πρόθεσης μεταξύ των οδηγών έχουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής. Πράγματι, πολλές φορές κάποιος ελιγμός μπορεί να φαίνεται αδύνατος σε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Εν τούτοις, ο ελιγμός αυτός μπορεί να ολοκληρωθεί ασφαλώς αν η πρόθεση των οδηγών επικοινωνηθεί επιτυχώς και συμφωνηθεί μεταξύ τους. Μια τυπική περίπτωση παρατηρείται συχνά όταν ένας Οδηγός Α επιθυμεί να στρίψει αριστερά σε μια αστική διασταύρωση. Η κίνηση στο επερχόμενο ρεύμα μπορεί να είναι τόσο πυκνή που ο Οδηγός Α να μην αισθάνεται σίγουρος για το πότε είναι ασφαλές να στρίψει. Στην περίπτωση αυτή ο Οδηγός Α ανάβει το αριστερό φλας και περιμένει. Ένας από τους επερχόμενους οδηγούς, ο Οδηγός Β, παρατηρεί το αριστερό αυτό φλας και επιβραδύνει ενώ πιθανώς εκπέμπει και οπτικό σήμα αναβοσβήνοντας τα φώτα πορείας. Ο Οδηγός Α αντιλαμβάνεται την επιβράδυνση και το οπτικό σήμα και αρχίζει να στρίβει αριστερά, αφού προβλέπει ότι αυτό θα είναι πλέον ασφαλές. Μέσω παρόμοιων επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων, οι οδηγοί κατά κάποιο τρόπο σκόπιμα συμφωνούν σε ένα κοινό μελλοντικό σχέδιο κίνησης, καθένας προσαρμόζοντας τη δική του μελλοντικά σχεδιαζόμενη τροχιά, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η ασφαλής εκτέλεση ενός ελιγμού.

Αυτές οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οδηγών δεν έχουν μελετηθεί λεπτομερώς. Τα γενικώς αποδεκτά νοητικά μοντέλα οδήγησης, όπως των Michon (1985) και Hollnagel *et al* (2003), είναι προσωπικά μοντέλα, τα οποία επικεντρώνονται σε έναν μόνο οδηγό και περιγράφουν πώς αυτός σχεδιάζει και εκτελεί τις διάφορες δραστηριότητες που απαιτούνται για την οδήγηση. Αυτά τα μοντέλα θεωρούν τους άλλους οδηγούς ως μέρος του περιβάλλοντος, ενώ λείπει μια ολοκληρωμένη μοντελοποίηση της επικοινωνίας πρόθεσης των οδηγών και των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους. Όμως, έχει αναγνωριστεί ήδη από το 1976 (Wilde) ότι η αντίληψη και η παρουσίαση της πρόθεσης των οδηγών είναι ζωτικής σημασίας για την ενορχηστρωμένη κίνηση των οχημάτων.

Το πρόβλημα δεν είναι μόνο θεωρητικό. Οι σκόπιμες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οδηγών δε συμπεριλαμβάνονται στο σχεδιασμό των σύγχρονων συστημάτων υποστήριξης και αυτοματοποίησης της οδήγησης (ΣΥΑΟ). Για το λόγο αυτό, οι προβλέψεις και ο κίνδυνος σύγκρουσης που εκτιμούν τα συστήματα αυτά δεν είναι συμβατά με τις προσδοκίες των οδηγών και τον τρόπο που αυτοί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και σκόπιμα συμφωνούν τη μελλοντική κίνησή τους.

Πληθώρα συστημάτων σχεδιάζονται σήμερα για την υποστήριξη των οδηγών σε διάφορα επιμέρους καθήκοντα οδήγησης (Barnard *et al*, 2011; Shladover, 2005; Grubb *et al*, 2009; Stanton και Young, 1998). Πρόσφατα έμφαση δίνεται σε συνεργατικά συστήματα τα οποία ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ οχημάτων και μεταξύ οχημάτων και της υποδομής (Gehlen *et al*, 2007; Ibanez-Guzman *et al*, 2010; Fukushima *et al*, 2009; Stanton *et al*, 2006). Τα συστήματα αυτά προσπαθούν να βελτιώσουν την επίγνωση (awareness) του οδηγού σχετικά

με την κυκλοφοριακή κατάσταση και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, να προβλέψουν ένα πιθανό ατύχημα και να προειδοποιήσουν κατάλληλα τον οδηγό, έτσι ώστε αυτός να μπορέσει να δράσει προς αποτροπή του ατυχήματος. Κάποια συστήματα μπορούν να αναλάβουν ακόμη και τον αυτόματο έλεγχο κάποιων από τις λειτουργίες οδήγησης, αν προβλέπεται ότι ο οδηγός δε θα μπορέσει να υλοποιήσει έγκαιρα τις απαιτούμενες ενέργειες για την αποφυγή του ατυχήματος.

Για τους υπολογισμούς τους και την πρόβλεψη (*anticipation*) της μελλοντικής τροχιάς των εμπλεκόμενων οχημάτων, ώστε να εντοπισθεί τυχόν κίνδυνος σύγκρουσης στο μέλλον, τα ΣΥΑΟ χρησιμοποιούν εξισώσεις κινηματικής και δυναμικής (Schubert *et al*, 2008), δηλαδή παρακολουθούν το φυσικό φαινόμενο κίνησης των οχημάτων και προβλέπουν τη μελλοντική θέση τους με βάση την πρότερη τροχιά τους. Σε αυτά τα συστήματα εξισώσεων συνήθως ενυπάρχουν παράμετροι όπως ανώτατη ή επιθυμητή επιτάχυνση οχημάτων, διαμήκης και εγκάρσια ταχύτητα των εμπλεκόμενων οχημάτων, ταχύτητα περιστροφής του τιμονιού. Οι τιμές των παραμέτρων αυτών επιλέγονται βάσει αποτελεσμάτων παρατηρήσεων οδηγικής συμπεριφοράς ώστε να καλύπτουν κατά το δυνατόν τις προτιμήσεις και ανάγκες του μέσου οδηγού (Tideman *et al*, 2010).

Η αποδοχή τέτοιων συστημάτων από τους οδηγούς είναι συνήθως περιορισμένη. Σε σχετικές μελέτες, η εκτίμηση των οδηγών σχετικά με την επικινδυνότητα μιας κατάστασης, συνήθως, δεν ταυτίζεται με την εκτίμηση ενός συστήματος υποστήριξης (Hegeman, 2007; Lee και Peng, 2005). Αυτό αποδίδεται στο ότι τα συστήματα αυτά δε λαμβάνουν υπ'όψιν την ανθρώπινη αντίληψη (*perception*) και τις διαπροσωπικές ιδιαιτερότητες των διαφορετικών οδηγών. Επίσης ο Wilde (1976) αναφέρει ως έναν από τους κύριους λόγους της διαφοράς εκτιμήσεων μεταξύ συστημάτων και οδηγών το ότι η σχεδίαση των συστημάτων αυτών δε λαμβάνει υπ'όψιν την αλληλεπίδραση (*interaction*) μεταξύ των οδηγών, η οποία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την εξέλιξη μιας κατάστασης.

Γενικότερα, κατά τη σχεδίαση των ΣΥΑΟ δε λαμβάνεται υπ'όψιν ότι οι οδηγοί καθενός από τα οχήματα είναι άτομα με τη δική τους αυτονομία, δηλαδή με δικά τους σχέδια, προθέσεις και ιδέες, που μπορεί να αποφασίσουν να τροποποιήσουν την κίνηση των οχημάτων τους μετά από μεταξύ τους επικοινωνία (*communication*) των προθέσεών τους. Αντίθετα, τα οχήματα και οι οδηγοί τους θεωρούνται ως «άψυχες» οντότητες, που είναι προγραμματισμένες να συνεχίσουν την πορεία τους χωρίς δυνατότητα αντίδρασης ή παρέκκλισης από το τρέχον σχέδιο.

Ο Wilde ανέφερε ήδη από το 1976 ότι όπως σε όλες τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, η αντίληψη και η παρουσίαση της πρόθεσης του οδηγού είναι μείζονος σημασίας και ότι οι παρανοήσεις μεταξύ οδηγών θα μπορούσαν να μειωθούν εάν οι οδηγοί είχαν στη διάθεσή τους ένα σύστημα επικοινωνίας μικρής εμβέλειας, ώστε να μειωθεί η αμφισημία στην εκπομπή και λήψη μηνυμάτων πρόθεσης. Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται κάποιες απόπειρες κατανόησης και ερμηνείας της πρόθεσης του οδηγού, με στόχο την ακριβέστερη πρόβλεψη της μελλοντικής κίνησης του οχήματος. Οι απόπειρες αυτές όμως κυρίως αφορούν στον οδηγό του οχήματος που είναι εξοπλισμένο με το σύστημα πρόβλεψης πρόθεσης, και όχι στους οδηγούς των άλλων οχημάτων.

Επιπρόσθετα, στο μέλλον αναμένεται ότι οχήματα σε διάφορα επίπεδα αυτοματοποίησης θα συνυπάρχουν για αρκετό καιρό με μη αυτοματοποιημένα οχήματα. Κρίσιμη για τη

συνύπαρξη αυτή θα είναι αναμφισβήτητα η δυνατότητα των συστημάτων αυτοματοποίησης να αλληλεπιδρούν με τους οδηγούς, αλλά και μεταξύ τους, με τρόπο συμβατό με τον τρόπο που οι οδηγοί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Hutchins και Klausen, 2000). Σήμερα, όταν παρατηρείται ασυμβατότητα στα σχέδια κίνησης διαφορετικών αυτοματοποιημένων οχημάτων, χρησιμοποιούνται ντετερμινιστικές τεχνικές που θεσπίζουν κανόνες ελέγχου (Gregoire *et al*, 2012) ή στοχαστικές μέθοδοι (Sahin, 2005). Όμως, και με τις δύο προσεγγίσεις, είναι μάλλον αδύνατο να προβλεφθούν όλες οι πιθανές περιπτώσεις αντικρουόμενων σχεδίων μεταξύ δύο ή περισσότερων αυτοματοποιημένων ή μη οχημάτων. Σήμερα, σε τέτοιες απρόβλεπτες περιπτώσεις, τα αυτοματοποιημένα οχήματα απευθύνονται και αναμένουν το τελικό σχέδιο κίνησης από έναν κεντρικό ελεγκτή (Mehani και de La Fortelle, 2007), με αποτέλεσμα καθυστερήσεις και μειωμένη αποτελεσματικότητα του όλου συστήματος κυκλοφορίας.

Σύμφωνα με το Roadmap Automation in Road Transport που συνέταξε το iMobility Forum του ευρωπαϊκού οργανισμού ERTICO τον Οκτώβριο 2012, είναι απαραίτητη η έρευνα σχετικά με τις νοητικές δραστηριότητες του οδηγού, αφού, ακόμη και σε περίπτωση αυτοματοποιημένης οδήγησης, ο οδηγός θα πρέπει να περιλαμβάνεται σε διάφορα επίπεδα ελέγχου του συστήματος, και η αλληλεπίδραση του οδηγού με τα αυτοματοποιημένα σύστημα θα πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένη και σύμφωνη με τις ανάγκες του οδηγού. Μεταξύ άλλων, η μελέτη αναφέρει ειδικά ότι στο μέλλον χρήζει διερεύνησης η αλληλεπίδραση του οδηγού του οχήματος με το σύστημα αυτοματοποίησης στο δικό του όχημα, αλλά και με άλλους χρήστες της οδού. Η ίδια μελέτη καταδεικνύει ως ιδιαίτερα σημαντική τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του όλου συστήματος, που απαρτίζεται από τον οδηγό και το σύστημα αυτοματοποίησης κάθε οχήματος, με τα άλλα συστήματα (οδηγός και όχημα), αυτοματοποιημένα ή μη, με άλλους χρήστες της οδού αλλά και με τα συστήματα υποδομής.

Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι τα ΣΥΑΟ θα πρέπει να ενσωματώνουν ένα μοντέλο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών, ώστε η λειτουργικότητά τους, δηλαδή η προειδοποίηση που παρέχουν στον οδηγό ή ο αυτόματος έλεγχος του οχήματος, να είναι συμβατά όσο το δυνατόν περισσότερο με την εκτίμηση και δράση (action) του ανθρώπου – οδηγού και να προσομοιάζει περισσότερο στην ανθρώπινη συμπεριφορά.

Συμπερασματικά, σε θεωρητικό επίπεδο, ο στόχος της παρούσας διατριβής ήταν να μελετηθεί το διαδραστικό τμήμα της οδήγησης, φωτίζοντας το φαινόμενο της επικοινωνίας πρόθεσης των οδηγών και συμφωνίας τους σε μελλοντικό κοινό σχέδιο κίνησης. Υποστηρίζεται ότι σε πολλές περιπτώσεις, οι οδηγοί θεωρούν τα άλλα οχήματα ως κοινωνικές μονάδες, ως «έμψυχους οχηματ-ανθρώπους», και σε μεγάλο βαθμό βασίζονται τις προσδοκίες τους για την εξέλιξη της σκηνής κυκλοφορίας, παρατηρώντας και ερμηνεύοντας τη συμπεριφορά (behaviour) αυτών των κοινωνικών μονάδων. Σύμφωνα με το γενικό ορισμό της κοινωνικής συμπεριφοράς του Rummel (1976, κεφάλαιο 9.1), υποστηρίζεται ότι οι οδηγοί αντιλαμβάνονται έναν «οχηματ-άνθρωπο» ως μια «αντιλαμβανόμενη, σκεπτόμενη, ηθική, με πρόθεση και συμπεριφορά οντότητα, θεωρούν το σκόπιο ή λογικό νόημα (meaning) του πεδίου έκφρασής της, συμπεριλαμβάνοντας προσδοκίες σχετικά με τις πράξεις και τις ενέργειές της και δηλώνοντας την πρόθεση να επικαλούνται σε αυτήν ορισμένες εμπειρίες και προθέσεις».

Σε πρακτικό επίπεδο, στόχος της διατριβής ήταν να αναπτυχθεί ένα μοντέλο των

επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών το οποίο θα μπορεί να ενσωματωθεί, ως μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών, σε ΣΥΑΟ. Με τον τρόπο αυτό, υποστηρίζεται ότι η λειτουργικότητα των συστημάτων αυτών θα προσομοιάζει περισσότερο στην ανθρώπινη συμπεριφορά των οδηγών και θα είναι τα συστήματα αυτά περισσότερο αποδεκτά από τους οδηγούς.

Η παρούσα διατριβή έχει δομηθεί ως εξής. Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται αναλυτικά η σημασία του υπό μελέτη φαινομένου των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών, και ενδεικτικά η συχνότητα εμφάνισής του, βάσει ανάλυσης παρατηρήσεων πραγματικών προσπεράσεων σε δρόμο ταχείας κυκλοφορίας με δύο κατευθύνσεις και χωρίς κεντρικό διαχωριστικό. Στο κεφάλαιο 3 γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση των νοητικών μοντέλων οδήγησης και καταδεικνύεται ότι αυτά δε λαμβάνουν υπ'όψιν τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών. Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται το πρόβλημα της μειωμένης αποδοχής των ΣΥΑΟ από τους οδηγούς. Παρουσιάζονται οι αρχικοί τρόποι σχεδίασής τους, πώς αυτοί μεταβλήθηκαν βάσει ευρημάτων από μελέτες αποδοχής τους και εξηγείται γιατί υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι η αποδοχή των ΣΥΑΟ από τους οδηγούς δεν είναι η αναμενόμενη. Στο κεφάλαιο 5 διασαφηνίζονται κοινωνικοί όροι σχετική με την οδήγηση, παρουσιάζεται πώς η οδήγηση μπορεί να θεωρηθεί ως συλλογική δραστηριότητα και διερευνώνται οι συνθήκες υπό τις οποίες αναδύεται η αναγκαιότητα επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των οδηγών. Στο κεφάλαιο 6 μοντελοποιούνται οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις οδηγών ως «συζήτηση», χρησιμοποιώντας την τυπολογία προσλεκτικών πράξεων του Austin (1962). Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται μια πρώτη εμπειρική επαλήθευση του μοντέλου αυτού, βάσει παρατηρήσεων αλληλεπιδράσεων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Στο κεφάλαιο 8 παρουσιάζεται μια πρώτη αξιολόγηση της αποδοχής από οδηγούς προσομοιωμένων συστημάτων υποστήριξης στα οποία έχει ενσωματωθεί μια μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών βάσει του αναπτυχθέντος μοντέλου. Τέλος, στο κεφάλαιο 9 παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα της παρούσας διατριβής και προδιαγράφονται κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα.

2. Οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών

2.1 Το φαινόμενο

Το ακόλουθο σενάριο παρατηρείται αρκετά συχνά. Σε δρόμο με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση ο οδηγός Α ακολουθεί τον οδηγό Β και επιθυμεί να τον προσπεράσει, αλλά η προσπέραση είναι πολύ επικίνδυνη λόγω αντίθετα επερχομένων οχημάτων. Ο οδηγός Α πλησιάζει το όχημα του Β σε κοντινή απόσταση και αναβοσβήνει τα φώτα του, δηλώνοντας έτσι την πρόθεσή του να προσπεράσει, αλλά δεν ξεκινά τον ελιγμό γιατί δεν το θεωρεί αυτό ασφαλές. Ο οδηγός Β αντιλαμβάνεται και ερμηνεύει σωστά την πρόθεση του Α και αποφασίζει να τον διευκολύνει. Έτσι, ο οδηγός Β κινείται προς τα δεξιά στη λωρίδα έκτακτης ανάγκης, αδειάζοντας τη λωρίδα οδήγησης. Δεδομένου ότι η κύρια λωρίδα οδήγησης είναι τώρα ελεύθερη, η προσπέραση μπορεί να εκτελεστεί με ασφάλεια. Ο οδηγός Α αντιλαμβάνεται την κίνηση στα δεξιά του οδηγού Β, και ως εκ τούτου ξεκινά την προσπέραση.

Ένα άλλο παρόμοιο σενάριο είναι αυτό που αναφέρθηκε στην εισαγωγή. Ο οδηγός Α επιθυμεί να στρίψει αριστερά, ενώ οδηγεί σε δρόμο διπλής κατεύθυνσης. Υπάρχουν πολλά επερχόμενα οχήματα στο αντίθετο ρεύμα και η αριστερή στροφή δεν είναι ασφαλής. Ο οδηγός Α ανάβει το αριστερό φλας και περιμένει για ένα επαρκές κενό στην αντίθετη ροή. Ένας από τους αντίθετα ερχόμενους οδηγούς, ο οδηγός Β, παρατηρεί το όχημα του οδηγού Α ακινητοποιημένο με το αριστερό φλας ενεργό και αντιλαμβάνεται την πρόθεση του Α. Ο οδηγός Β αποφασίζει να διευκολύνει τον οδηγό Α, έτσι επιβραδύνει το όχημά του ενώ ταυτόχρονα αναβοσβήνει τα φώτα του, δείχνοντας έτσι στον οδηγό Α ότι η πρόθεσή του να στρίψει αριστερά έχει γίνει αντιληπτή και προτίθεται να τον διευκολύνει. Ο οδηγός Α ερμηνεύει σωστά την πρόθεση του οδηγού Β και στρίβει αριστερά, αφού θεωρεί ότι αυτό είναι πλέον ασφαλές.

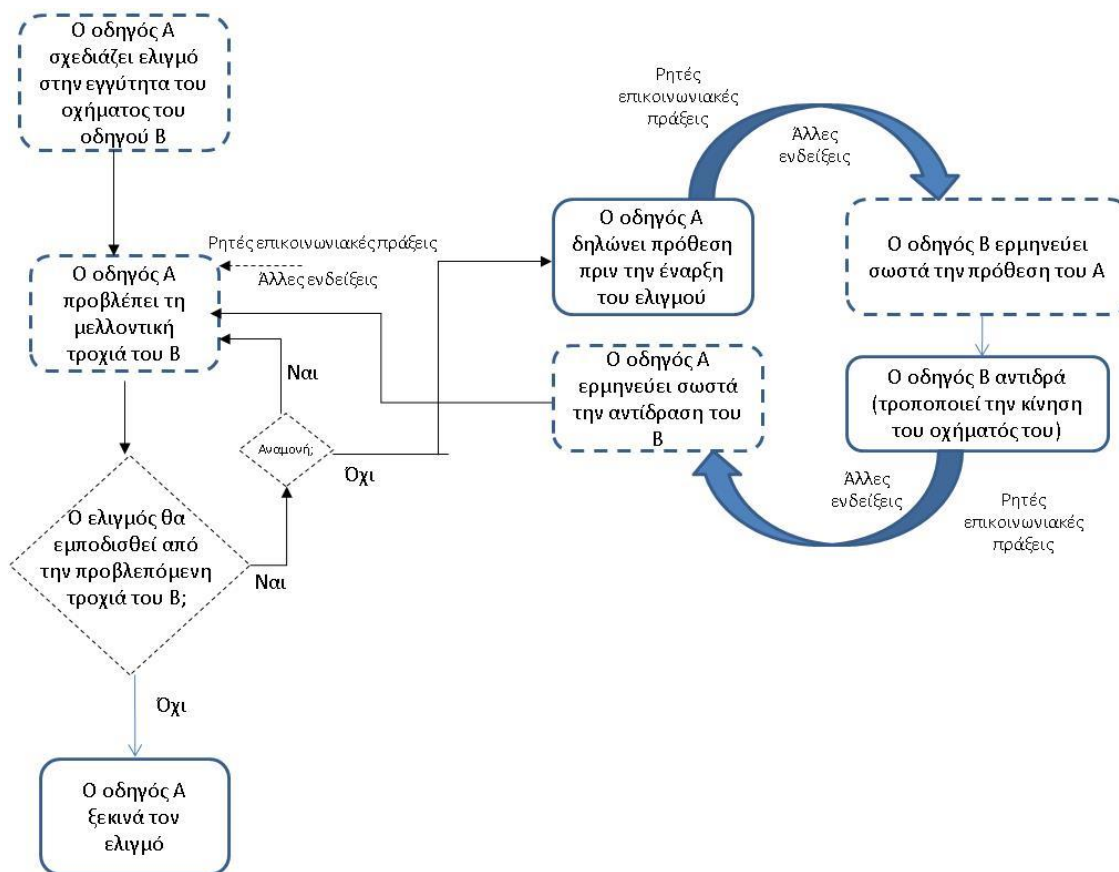
Σενάρια όπως αυτά που περιγράφηκαν είναι συνηθισμένα στην καθημερινή ζωή όλων και περιγράφουν μια μορφή αλληλεπίδρασης (interaction) των οδηγών, τις επικοινωνιακές τους αλληλεπιδράσεις. Μια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση μεταξύ οδηγών, όπως αυτές που περιγράφηκαν, απαρτίζεται από στοιχειώδεις επικοινωνιακές πράξεις. Μια τέτοια αλληλεπίδραση ξεκινά με την σκόπιμη επικοινωνία πρόθεσης ελιγμού από ένα οδηγό προς τους λοιπούς οδηγούς πριν την έναρξη του ελιγμού, με στόχο να επιτευχθεί ή να επιβληθεί η συνεργασία (cooperation) των άλλων οδηγών για την ασφαλέστερη και ευκολότερη εκτέλεση του ελιγμού, ο οποίος διαφορετικά ήταν επικίνδυνος ή ίσως και αδύνατος. Το οπτικό σήμα στην πρώτη περίπτωση και το αριστερό φλας του οδηγού Α στη δεύτερη περίπτωση αποτελούν τις επικοινωνιακές πράξεις των οδηγών που ξεκινούν την επικοινωνιακή αλληλεπίδραση, είναι η δήλωση της πρόθεσής τους, το αίτημά τους προς τον άλλο οδηγό να διευκολύνει τον προτιθέμενο ελιγμό. Η ελευθέρωση της λωρίδας στην πρώτη περίπτωση και η επιβράδυνση με το παράλληλο οπτικό σήμα του οδηγού Β στη δεύτερη περίπτωση αποτελούν τις επικοινωνιακές πράξεις των οδηγών αυτών, είναι η απόκρισή τους στο αίτημα, δηλαδή η αποδοχή του αρχικού αιτήματος.

Σε γενικότερο πλαίσιο, μια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση μπορεί να αποδομηθεί με τη μορφή λογικού διαγράμματος στις εξής δυνατές διαδοχικές στοιχειώδεις φάσεις:

- Ο οδηγός Α έχει ως στόχο να εκτελέσει έναν ελιγμό που είτε δεν είναι δυνατός είτε είναι επικίνδυνος βάσει της προβλεπόμενης από τον Α κίνησης των εμπλεκόμενων οχημάτων.

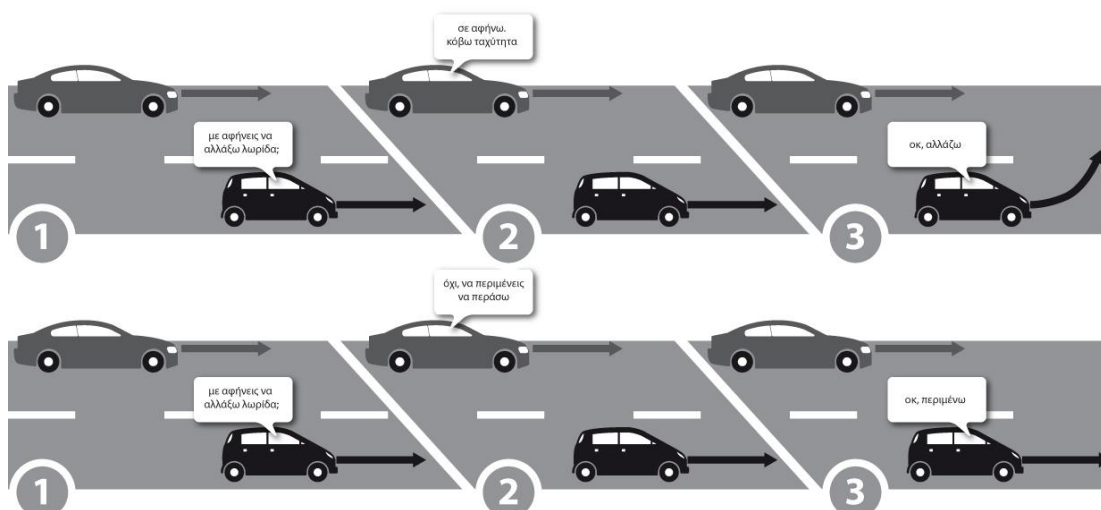
- Πριν από την έναρξη του ελιγμού, ο οδηγός A σκόπιμα δηλώνει την πρόθεσή του στον οδηγό B, αιτεί από τον οδηγό B, ή του προτείνει, να διευκολύνει τον ελιγμό του. Αυτή η δήλωση γίνεται με την *επικοινωνιακή πράξη* του οδηγού A. Ο ελιγμός μπορεί να μην είναι δυνατός χωρίς τη συνεργασία, δηλαδή την αποδοχή της αίτησης αυτής, από τον οδηγό B. Ο οδηγός A αναμένει την απόκριση (*response*) του οδηγού B πριν ξεκινήσει τον ελιγμό.
- Ο οδηγός B:
 - αντιλαμβάνεται και ερμηνεύει ορθά το αίτημα του οδηγού A και
 - το αποδέχεται, δηλαδή διευκολύνει τον ελιγμό ή είναι έτοιμος να τον διευκολύνει αν χρειαστεί, ίσως δηλώνοντας την πρόθεσή του αυτή με κάποια *επικοινωνιακή πράξη*
 - το απορρίπτει ή το αγνοεί, δηλαδή δε διευκολύνει τον ελιγμό
 - δεν αντιλαμβάνεται ή δεν ερμηνεύει ορθά το αίτημα και συνεχίζει την κίνηση του οχήματός του σύμφωνα με το δικό του σχέδιο
- Ο οδηγός A:
 - αντιλαμβάνεται και ερμηνεύει ορθά την απόκριση του οδηγού B
 - για τη διευκόλυνση του ελιγμού και
 - ξεκινά τον ελιγμό
 - δεν ξεκινά τον ελιγμό
 - για μη διευκόλυνση ή μη αντίληψη του ελιγμού και
 - ξεκινά τον ελιγμό
 - δεν ξεκινά τον ελιγμό
 - δεν αντιλαμβάνεται ή δεν ερμηνεύει ορθά την απόκριση του οδηγού B
 - για τη διευκόλυνση του ελιγμού και
 - ξεκινά τον ελιγμό
 - δεν ξεκινά τον ελιγμό
 - για μη διευκόλυνση ή μη αντίληψη του ελιγμού και
 - ξεκινά τον ελιγμό
 - δεν ξεκινά τον ελιγμό

Στο ανωτέρω λογικό διάγραμμα, όλες οι δηλώσεις πρόθεσης γίνονται με ρητές ή άρρητες επικοινωνιακές πράξεις των οδηγών. Οι ερμηνείες πρόθεσης γίνονται επίσης με ερμηνεία (*interpretation*) ρητών επικοινωνιακών πράξεων των οδηγών είτε με ερμηνεία άλλων νύξεων (*cues*) οι οποίες συχνά θεωρούνται ως άρρητες (*implicit*) επικοινωνιακές πράξεις. Όλες οι περιπτώσεις μη αντίληψης ή παρερμηνείας κάποιας επικοινωνιακής πράξης είναι πιθανές αιτίες επικίνδυνου συμβάντος ή ακόμη και ατυχήματος. Γραφικά μια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση, αποδομημένη ως ανωτέρω, παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1 : Διαδοχή επικοινωνιακών πράξεων οδηγών σε μια αλληλεπίδραση

Στα ανωτέρω παραδείγματα χρησιμοποιήθηκαν λέξεις όπως «αίτημα» και «αποδοχή». Παρόλο που η επικοινωνιακή αλληλεπίδραση δε βασίζεται στη χρήση γλώσσας, μπορεί να αναπαρασταθεί με τη μορφή συζήτησης μεταξύ των εμπλεκόμενων οδηγών, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2 : Αλληλεπίδραση οδηγών με ελεύθερη βούληση συνεργασίας του οδηγού Β, αναπαράσταση με τη μορφή συζήτησης

Στις αλληλεπιδράσεις που παρουσιάστηκαν έως τώρα, ο οδηγός Α δηλώνει την πρόθεση ελιγμού και αναμένει την απόφαση του οδηγού Β να αποδεχτεί το αίτημα, να προσαρμόσει δηλαδή τη μελλοντική του πορεία ώστε να διευκολυνθεί ο προτιθέμενος ελιγμός. Υπάρχουν

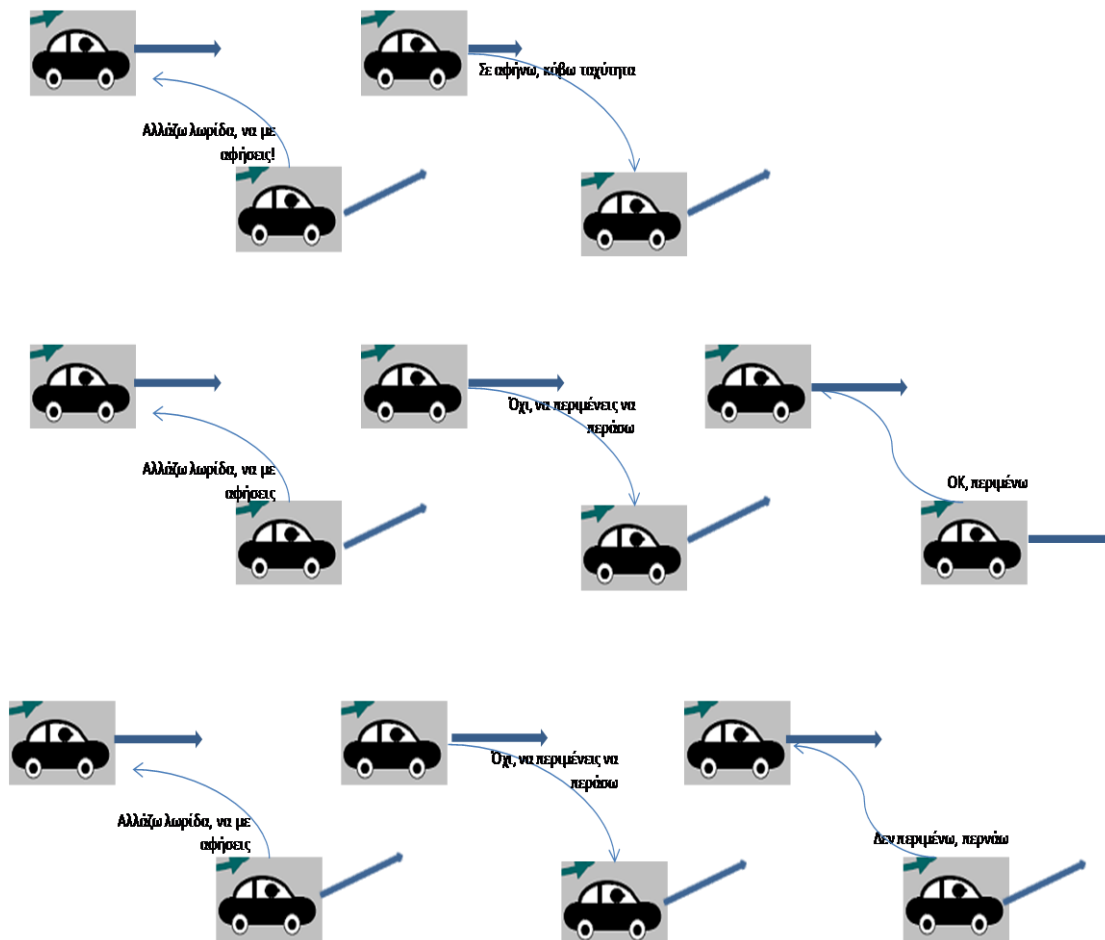
όμως περιπτώσεις όπου ο οδηγός Α ξεκινά τον υψηλού κινδύνου ελιγμό χωρίς να περιμένει την απόκριση του Β, αναμένοντας ότι ο Β θα αναγκαστεί να τον διευκολύνει ώστε να αποφευχθεί το τυχόν ατύχημα. Αυτή είναι μια περίπτωση όπου ο οδηγός Α εκβιάζει τη συνεργασία του οδηγού Β. Στην περίπτωση αυτή η επικοινωνιακή αλληλεπίδραση μπορεί να αποδομηθεί ως εξής:

- Ο οδηγός Α έχει ως στόχο να εκτελέσει έναν ελιγμό που είτε δεν είναι δυνατός είτε είναι επικίνδυνος βάσει της προβλεπόμενης κίνησης των εμπλεκόμενων οχημάτων.
- Ο οδηγός Α ξεκινά τον ελιγμό, αφού έχει δηλώσει την πρόθεσή του στον οδηγό Β αλλά χωρίς να αναμένει την απόκριση του οδηγού Β.
- Ο οδηγός Β:
 - αντιλαμβάνεται και ερμηνεύει ορθά την έναρξη του ελιγμού και
 - διευκολύνει τον ελιγμό
 - δε διευκολύνει τον ελιγμό
 - δεν αντιλαμβάνεται ή δεν ερμηνεύει ορθά την έναρξη του ελιγμού και συνεχίζει την κίνησή του σύμφωνα με το δικό του σχέδιο

Ένα τέτοιο παράδειγμα εκβίασης της συνεργασίας είναι το ακόλουθο. Ο οδηγός Α επιθυμεί να στρίψει αριστερά, ενώ οδηγεί σε δρόμο διπλής κατεύθυνσης. Υπάρχουν πολλά επερχόμενα οχήματα στο αντίθετο ρεύμα και η αριστερή στροφή δεν είναι ασφαλής. Ο οδηγός Α ανάβει το αριστερό φλας και στρίβει, παρόλο που έχει αντιληφθεί το επερχόμενο όχημα του οδηγού Β, το οποίο δεν επιβραδύνει και έτσι δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για τη στροφή. Ο οδηγός Α ξεκινά, θεωρώντας ότι ο Β θα αναγκαστεί να επιβραδύνει ώστε να αποφευχθεί το ατύχημα, όπως και πράγματι συμβαίνει πολλές φορές.

Άλλο παράδειγμα είναι το εξής. Ο οδηγός Β οδηγεί στην αριστερή λωρίδα ενός δρόμου με δύο λωρίδες. Ο οδηγός Β παρατηρεί στη δεξιά λωρίδα μπροστά του τον οδηγό Α να ακολουθεί σε πολύ κοντινή απόσταση ένα αργά κινούμενο προπορευόμενο όχημα. Ο οδηγός Α κινεί το όχημά του προς την κεντρική διαγράμμιση, ενώ ελέγχει συνεχώς τον καθρέπτη για να δει αν έχει αρκετή απόσταση από τον Β ώστε να αλλάξει λωρίδα. Ο οδηγός Β ερμηνεύει ότι ο οδηγός Α προτίθεται να προσπεράσει το βραδύτερο όχημα. Στην περίπτωση αυτή η πρόθεση του Α δεν επικοινωνείται ρητά αλλά σιωπηρά, ο οδηγός Β ερμηνεύει την πρόθεση του Α βάσει της κίνησης του οχήματος του Α και προηγούμενων εμπειριών του. Ο οδηγός Β αντιλαμβάνεται ότι ο οδηγός Α θέλει να αλλάξει λωρίδα, ερμηνεύει δηλαδή τις νύξεις που λαμβάνει από τον οδηγό Α και το όχημά του ως «αίτηση». Ο οδηγός Β αποφασίζει να μην τροποποιήσει την κίνηση του δικού του οχήματος, έχουμε δηλαδή άρνηση της αίτησης του Α. Ο οδηγός Α ερμηνεύει σωστά ότι ο Β δεν τον αφήνει να αλλάξει λωρίδα, ότι δηλαδή η αίτησή του δε γίνεται δεκτή, παρόλα αυτά συνεχίζει να κινείται και άλλο προς τα αριστερά, πιστεύοντας ότι ο οδηγός Β θα αναγκαστεί να επιτρέψει τον ελιγμό. Η κίνηση αυτή ισοδυναμεί με έναν εκβιασμό του Β, να αναγκαστεί να επιτρέψει την προσπέραση του Α. Πράγματι ο οδηγός Β φοβούμενος την κίνηση του Α, αναγκάζεται να επιβραδύνει το όχημά του, ώστε να αποφύγει τυχόν επικίνδυνη προσέγγιση των δύο οχημάτων. Ο οδηγός Α αντιλαμβάνεται τη μείωση ταχύτητας του οδηγού Β, ερμηνεύει ότι ο οδηγός Β αναγκάστηκε τελικά να τον αφήσει να αλλάξει λωρίδα, και έτσι εκτελεί τον ελιγμό.

Τέτοιες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις μπορούν να αναπαρασταθούν με τη μορφή συζήτησης μεταξύ των εμπλεκόμενων οδηγών, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3 : Αλληλεπίδραση οδηγών με εκβίαση συνεργασίας του οδηγού Β, αναπαράσταση με τη μορφή συζήτησης

Φυσικά, τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν δεν απεικονίζουν όλες τις δυνατές περιπτώσεις. Οι διαδοχικές επικοινωνιακές πράξεις των οδηγών και οι διαδοχικές καταστάσεις σε αυτή τη «συζήτηση», που φαίνεται να λαμβάνει χώρα, είναι πάρα πολλές. Παραμένει όμως το γεγονός ότι οι «συζητήσεις» αυτές, αυτές οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, είναι συχνές και σημαντικές για την οδική κυκλοφορία.

2.2 Εκτίμηση της συχνότητας του φαινομένου

2.2.1 Μέθοδος

Για μια πρώτη εμπειρική επιβεβαίωση της συχνότητας αλλά και της σημαντικότητας τέτοιων επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων, χρησιμοποιήθηκαν οι καταγραφές βίντεο πραγματικών προσπεράσεων σε οδό ταχείας κυκλοφορίας, δύο κατευθύνσεων χωρίς κεντρικό διάζωμα. Οι καταγραφές συλλέχτηκαν στα πλαίσια μιας άλλης μελέτης, αλλά ο συγκεκριμένος ελιγμός ενδείκνυται για την παρατήρηση του φαινομένου, οπότε επισημάνθηκαν στις καταγραφές και αναλύθηκαν οι πραγματικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οδηγών.

Πράγματι, η προσπέραση σε τέτοια οδό είναι από τους πιο επικίνδυνους ελιγμούς και βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε εκτιμήσεις των οδηγών (Clarke *et al*, 1998). Απαιτεί πολλαπλές

εκτιμήσεις από τον οδηγό σχετικά με τον απαιτούμενο χρόνο προσπέρασης και το διαθέσιμο χρονικό κενό στην επερχόμενη κυκλοφορία, έτσι ώστε να εκτιμηθεί αν υπάρχει επαρκής χρόνος για την ολοκλήρωση της προσπέρασης. Κατά τη διάρκεια του ελιγμού, ο οδηγός πρέπει να παρακολουθεί συνεχώς το προσπερνόμενο και τα λοιπά οχήματα και να εκτιμά αν μπορεί να συνεχίσει ή αν θα πρέπει να ακυρώσει τον ελιγμό. Λόγω ακριβώς της επικινδυνότητας του ελιγμού αυτού, ήταν αναμενόμενο ότι θα παρατηρούνταν πολλές επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών. Θα υπήρχαν δηλαδή αρκετές περιπτώσεις στις οποίες ο οδηγός που θα επιθυμούσε να προσπεράσει θα εξέφραζε ρητά την πρόθεσή του εκ των προτέρων, ζητώντας τη συνεργασία των άλλων οδηγών έτσι ώστε να διευκολυνθεί η προτιθέμενη προσπέραση.

Στόχος της ανάλυσης ήταν η εκτίμηση της συχνότητας εμφάνισης των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων μεταξύ οδηγών κατά τη διάρκεια των ελιγμών προσπέρασης, αλλά και ο εντοπισμός των επικοινωνιακών πράξεων και άλλων νύξεων, τυπικών και άτυπων, που χρησιμοποιούνται από τους οδηγούς για να ερμηνεύσουν την πρόθεση των άλλων. Ένας δευτερεύων στόχος ήταν να εξεταστεί αν οι αλληλεπιδράσεις αυτές θα παρατηρούνταν συχνότερα όταν οι κυκλοφοριακές συνθήκες θα ενείχαν αυξημένο κίνδυνο.

Οι ελιγμοί προσπέρασης παρατηρήθηκαν με τη βοήθεια ενός εξοπλισμένου οχήματος, το οποίο οδηγήθηκε κατά μήκος της εθνικής οδού Κορίνθου – Πατρών. Η συνολική απόσταση της διαδρομής Κόρινθος – Πάτρα με επιστροφή είναι περίπου 240 χιλιόμετρα. Ο οδηγός του εξοπλισμένου οχήματος οδηγούσε με σταθερή ταχύτητα, περίπου 5 χλμ/ώρα κάτω από το όριο ταχύτητας, και προσπαθούσε να διατηρεί το όχημα κατά το δυνατόν σε σταθερή θέση στη λωρίδα, με το δεξιό εμπρόσθιο τροχό κοντά στη δεξιά διαγράμμιση. Η οδήγηση με τον τρόπο αυτό αναμενόταν να προκαλέσει αρκετές προσπάθειες προσπέρασης από τους άλλους οδηγούς. Επιπλέον, λόγω του σχεδιασμού της οδού, ένας οδηγός που θα επιθυμούσε να προσπεράσει το εξοπλισμένο όχημα, θα έπρεπε αναγκαστικά να εισέλθει στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας, άρα θα έπρεπε πιθανώς να αλληλεπιδράσει με οδηγούς επερχόμενων οχημάτων πριν και κατά τη διάρκεια του ελιγμού.

Ένα μικρό αυτοκίνητο πόλης, μοντέλο Daihatsu Cuore, χρησιμοποιήθηκε για τις παρατηρήσεις, εξοπλισμένο με δύο κάμερες CCD με οπτικό πεδίο 28° η καθεμιά. Η μία κάμερα κατέγραφε τη σκηνή εμπρός από το όχημα και η δεύτερη κάμερα τη σκηνή πίσω από το όχημα. Τα ρολόγια των δύο καμερών συγχρονίστηκαν, και για την ανάλυση οι καταγραφές ενώθηκαν σε ένα ενιαίο βίντεο όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4: Συγχρονισμένο βίντεο (αριστερή οθόνη: σκηνή πίσω από το όχημα, δεξιά οθόνη: σκηνή εμπρός από το όχημα)

Για την ανάλυση των παρατηρήσεων δύο έμπειροι οδηγοί, οι παρατηρητές, παρακολούθησαν τα συγχρονισμένα βίντεο και εξήγαγαν από κοινού τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση.

Για κάθε ελιγμό προσπέρασης οι παρατηρητές επισήμαιναν αν μπόρεσαν να προβλέψουν την πρόθεση του οδηγού του ακολουθούντος οχήματος να προσπεράσει πριν από την έναρξη του ελιγμού προσπέρασης, και αν ναι, μέσω ποιων νύξεων. Σύμφωνα με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, το οπτικό σήμα με τα φώτα του οχήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προειδοποίηση σχετικά με την πρόθεση του οδηγού να προσπεράσει, ενώ τα φώτα διεύθυνσης χρησιμοποιούνται για να προειδοποιούν τους άλλους χρήστες της οδού ότι ο οδηγός πρόκειται να αλλάξει κατεύθυνση. Ως εκ τούτου, το οπτικό σήμα και η χρήση των φλας επισημαινόταν από τους παρατηρητές ως τυπικές (formal) νύξεις που χρησιμοποιήθηκαν από κάποιο οδηγό για δήλωση της πρόθεσής του να προσπεράσει. Εκτός από αυτές τις ρητές (explicit), τυπικές νύξεις, οι παρατηρητές επισήμαναν σε πολλές περιπτώσεις και άλλες νύξεις που τους οδήγησαν στην αναγνώριση της πρόθεσης των οδηγών να προσπεράσουν. Δεδομένου ότι οι παρατηρητές ήταν έμπειροι οδηγοί, πιστεύεται ότι και άλλοι οδηγοί θα αναγνώριζαν επίσης πρόθεση προσπέρασης με βάση τις ίδιες νύξεις.

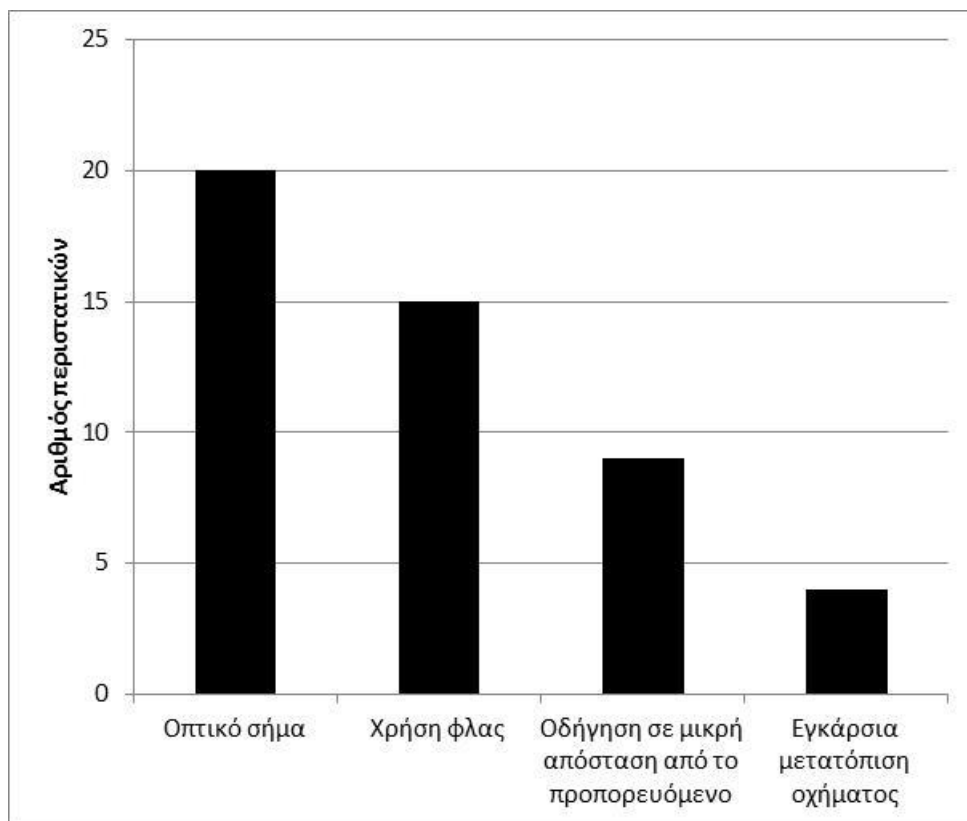
Οι παρατηρητές επισήμαναν επίσης για κάθε περιστατικό προσπέρασης τις παρατηρούμενες διαδοχικές φυσικές δράσεις του προσπερνόμενου και των επερχόμενων οχημάτων και των οδηγών τους. Αυτές τις ταξινόμησαν ως διευκόλυνση του ελιγμού προσπέρασης, αν η πορεία του άλλου οχήματος άλλαζε ώστε να δημιουργηθεί περισσότερος χώρος ή χρόνος για την προσπέραση, ή ως μη διευκόλυνση, εάν η πορεία του άλλου οχήματος δε φαινόταν να αλλάζει.

Τέλος, οι παρατηρητές εκτίμησαν και επισήμαναν για κάθε περιστατικό το επίπεδο κινδύνου κατά το χρονικό σημείο όπου η πρόθεση προσπέρασης γινόταν για πρώτη φορά αντιληπτή, σε τρία επίπεδα χαμηλό, μέσο ή υψηλό. Για λόγους σύγκρισης, για τους ελιγμούς όπου η πρόθεση δεν μπορούσε να αναγνωρισθεί πριν την έναρξή τους, εκτιμήθηκε το επίπεδο κινδύνου 1,8 δευτερόλεπτα πριν την έναρξη του ελιγμού. Ο χρόνος αυτός επιλέχθηκε επειδή από τα βίντεο διαπιστώθηκε ότι οι παρατηρητές μπορούσαν να αναγνωρίσουν την πρόθεση προσπέρασης κατά μέσο όρο 1,8 δευτερόλεπτα πριν από την έναρξη του ελιγμού.

2.2.2 Αποτελέσματα

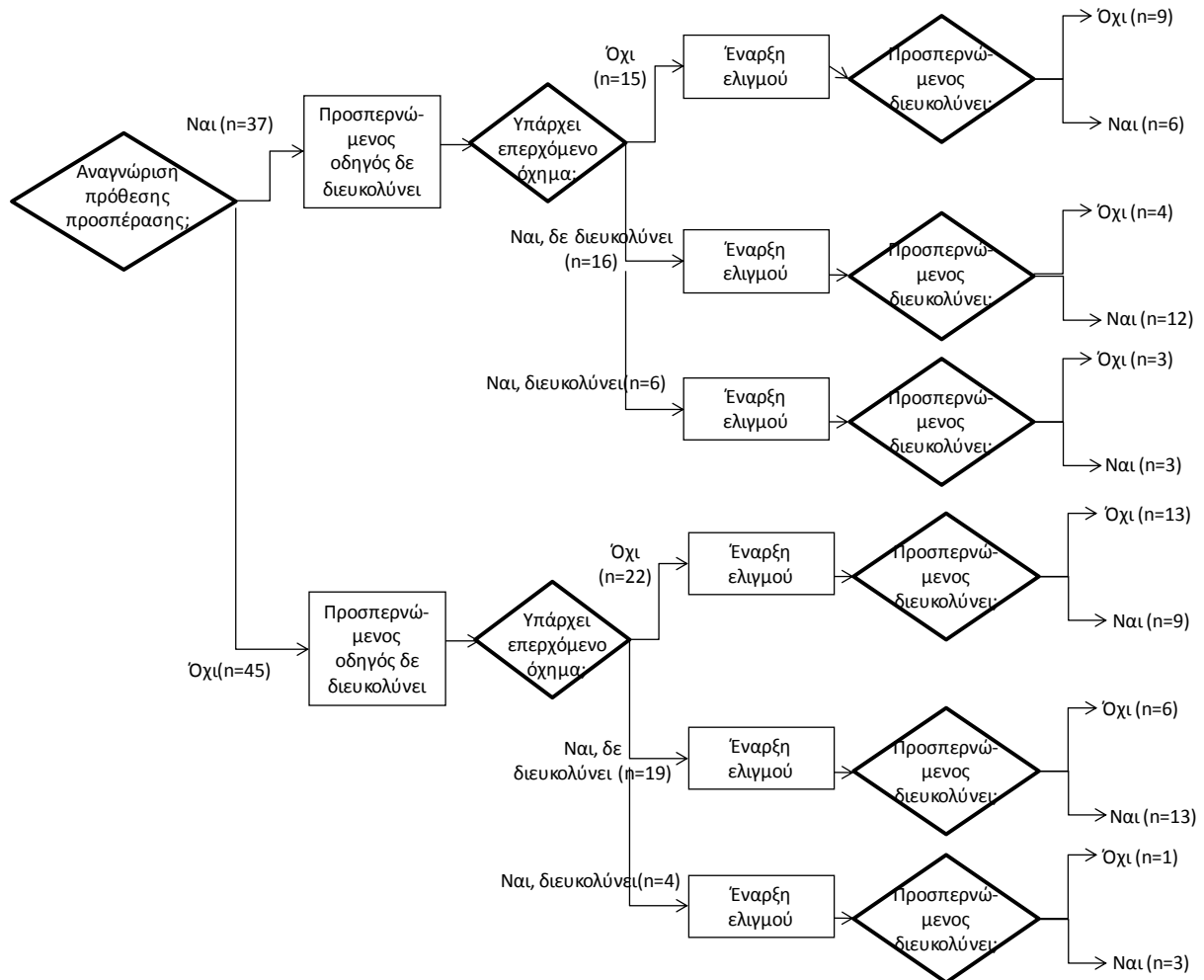
Αναλύθηκαν συνολικά 82 περιστατικά προσπέρασης. Σε 37 περιπτώσεις (45,12%), οι παρατηρητές μπόρεσαν να αναγνωρίσουν την πρόθεση προσπέρασης πριν την έναρξη των ελιγμών, μέσω τυπικών ή άτυπων νύξεων. Σε 45 περιπτώσεις (54,88%), οι παρατηρητές δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν την πρόθεση προσπέρασης πριν την έναρξη των ελιγμών, καθώς δεν εντόπισαν σχετικές τυπικές ή άτυπες νύξεις. Οι νύξεις στις οποίες βασίστηκαν οι παρατηρητές για να ερμηνεύσουν πρόθεση προσπέρασης παρουσιάζονται στην Εικόνα 5. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν πολλαπλές νύξεις. Οι νύξεις ήταν κυρίως ρητές τυπικές επικοινωνιακές πράξεις προερχόμενες από τον οδηγό, και συγκεκριμένα οπτικό σήμα (20 περιπτώσεις) και χρήση φλας πριν τον ελιγμό (15 περιπτώσεις). Σημειώθηκαν επίσης και άρρητες νύξεις. Σε 9 περιπτώσεις οι οδηγοί που επιθυμούσαν να προσπεράσουν οδηγούσαν σε πολύ κοντινή απόσταση με το προπορευόμενο όχημα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι παρατηρητές ερμήνευσαν τη συμπεριφορά αυτή ως μια πιθανή προσπάθεια από τους

οδηγούς που ήθελαν να προσπεράσουν, να κάνουν τον οδηγό του προπορευόμενου οχήματος να διευκολύνει την προσπέραση. Σε 4 περιπτώσεις παρατηρήθηκε μία πλευρική μετατόπιση του ακολουθούντος οχήματος προς την κεντρική διαγράμμιση. Οι παρατηρητές ερμήνευσαν τη συμπεριφορά αυτή ως τρόπο για να βρεθεί ο οδηγός που επιθυμεί να προσπεράσει σε κατάσταση ετοιμότητας να ξεκινήσει τον ελιγμό όταν οι συνθήκες θα το επέτρεπαν.



Εικόνα 5: Νύξεις βάσει των οποίων οι παρατηρητές αναγνώρισαν πρόθεση προσπέρασης

Οι διαδοχές δράσεων των εμπλεκόμενων οδηγών στις παρατηρηθείσες προσπεράσεις παρουσιάζονται στην Εικόνα 6. Το στατιστικό τεστ Pearson Chi-square δεν έδειξε σημαντική διαφορά στη διαχρήνση ανάλογα με τον αν η πρόθεση προσπέρασης μπορούσε να αναγνωρισθεί πριν τον ελιγμό ή όχι. Αν θεωρηθεί ότι οι λοιποί οδηγοί αντιλαμβάνονταν κάθε φορά την πρόθεση προσπέρασης, αυτό το εύρημα μπορεί να σημαίνει ότι οι αντιδράσεις των άλλων οδηγών δεν επηρεάστηκαν από την επικοινωνία της πρόθεσης προσπέρασης.



Εικόνα 6: Ακολουθίες δράσεων οδηγών και αριθμός περιστατικών ανά περίπτωση

Ο αριθμός περιστατικών ανά επίπεδο κινδύνου της κυκλοφορίας πριν την έναρξη του ελιγμού παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Το τεστ Pearson Chi-square δεν εντόπισε σημαντική διαφορά στην κατανομή των περιπτώσεων ανά επίπεδο κινδύνου όταν η πρόθεση αναγνωρίστηκε και όταν δεν αναγνωρίστηκε, ωστόσο αυτό μπορεί να οφείλεται στο χαμηλό αριθμό περιστατικών που παρατηρήθηκαν. Παρόλα αυτά, η ποιοτική επισκόπηση των αποτελεσμάτων αποκαλύπτει ότι η ύπαρξη πολλών επερχόμενων οχημάτων μπορεί να είναι ένας παράγοντας που προκαλεί τη συχνότερη επικοινωνία της πρόθεσης προσπέρασης από τον οδηγό. Αυτό μπορεί να συμβαίνει ώστε αυτός να εξασφαλίσει τη συνεργασία των άλλων οδηγών στον ελιγμό του. Αντίθετα, όταν δεν υπήρχαν επερχόμενα οχήματα, υπήρχαν λιγότερα περιστατικά αναγνώρισης, και άρα επικοινωνίας της πρόθεσης του οδηγού πριν από την έναρξη του ελιγμού.

	Αναγνώριση πρόθεσης από τους παρατηρητές	
	Ναι	Όχι
Υψηλός κίνδυνος		
Πολλαπλά επερχόμενα οχήματα και στις δύο αντίθετες λωρίδες	2	3
Επερχόμενο όχημα στην αριστερή λωρίδα	5	4
Μέσος κίνδυνος		
Πολλαπλά επερχόμενα οχήματα στη δεξιά λωρίδα	8	3

	Αναγνώριση πρόθεσης από τους παρατηρητές	
	Ναι	Όχι
Επερχόμενα οχήματα στη δεξιά λωρίδα και μειωμένη ορατότητα λόγω στροφής	2	1
Δεν υπάρχει επερχόμενο όχημα, μειωμένη ορατότητα λόγω στροφής	3	5
Επερχόμενο όχημα στη δεξιά λωρίδα	8	11
Χαμηλός κίνδυνος		
Δεν υπάρχει επερχόμενο όχημα	6	13
Επερχόμενο όχημα σε πολύ μεγάλη απόσταση (άνω των 6 s από το προσπερνούμενο όχημα)	3	5
Σύνολο	37	45

Πίνακας 1: Αριθμός περιστατικών ανά κυκλοφοριακές συνθήκες τη χρονική στιγμή αναγνώρισης της πρόθεσης προσπέρασης (όταν αυτό ήταν εφικτό) ή 1,8 s πριν την έναρξη του ελιγμού (όταν αυτό δεν ήταν εφικτό)

2.3 Η ανάγκη μοντελοποίησης του φαινομένου

Όπως φαίνεται από την ανάλυση των αλληλεπιδράσεων κατά τους ελιγμούς προσπέρασης που παρουσιάστηκε, οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών είναι ένα συχνό φαινόμενο, που πολλές φορές είναι απαραίτητο και καθοριστικό για την υλοποίηση ενός ελιγμού. Αν και ο προτιθέμενος ελιγμός κάποιου οδηγού μπορεί να μην είναι χρονικά ή χωρικά δυνατός αν τα εμπλεκόμενα οχήματα συνεχίσουν την κίνησή τους σύμφωνα με το αρχικό σχέδιο των οδηγών τους πριν την έναρξη του ελιγμού, ο ελιγμός μπορεί και πάλι να ολοκληρωθεί ασφαλώς αν η πρόθεση του οδηγού επικοινωνηθεί με επιτυχία στους άλλους οδηγούς, οι οποίοι εάν την αντιληφθούν και την ερμηνεύσουν σωστά, και εάν το επιθυμούν, μπορούν να μεταβάλλουν το αρχικό σχέδιό τους και να τροποποιήσουν τη μελλοντική κίνηση των οχημάτων τους, έτσι ώστε να καταστεί δυνατός ο ελιγμός αυτός.

Πράγματι, η παρατήρηση και ανάλυση πραγματικών ελιγμών προσπέρασης έδειξε ότι η πρόθεση προσπέρασης μπορούσε να αναγνωρισθεί πριν την έναρξη του ελιγμού στο 45,12% των παραχωρηθέντων ελιγμών, μέσω τυπικών και άτυπων νύξεων. Σε 6 από τις 22 περιπτώσεις όπου η πρόθεση αναγνωρίστηκε και υπήρχε επερχόμενο όχημα, ο οδηγός αυτού άλλαξε την τροχιά του οχήματός του ώστε να διευκολύνει τον ελιγμό. Ακόμα και ο οδηγός του προσπερνούμενου οχήματος αναγκάστηκε κάποιες φορές να αλλάξει την τροχιά του οχήματός του μετά την έναρξη του ελιγμού ώστε να διευκολύνει την προσπέραση, παρά την οδηγία που του είχε δοθεί να διατηρεί το όχημα σε μια σταθερή πλευρική θέση. Αν και οι αντιδράσεις των άλλων οδηγών δε βρέθηκε να διαφέρουν ανάλογα με το αν η πρόθεση προσπέρασης μπορούσε να αναγνωρισθεί ή όχι, αυτά τα ευρήματα φαίνεται να επιβεβαιώνουν τη συχνότητα και σημαντικότητα των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων μεταξύ οδηγών.

Το επίπεδο κυκλοφοριακού κινδύνου δε βρέθηκε να έχει σχέση με την αναγνώριση, και άρα με την επικοινωνία της πρόθεσης, φαίνεται δηλαδή ότι οι οδηγοί δεν επικοινωνούν συχνότερα την πρόθεσή τους πριν την έναρξη του ελιγμού όσο αυξάνει το επίπεδο κινδύνου. Επίσης δε βρέθηκε επίδραση της αναγνώρισης πρόθεσης στις αντιδράσεις των άλλων οδηγών. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο χαμηλό αριθμό περιστατικών ανά περίπτωση και θα πρέπει να επιβεβαιωθεί από μελέτες με περισσότερες παρατηρήσεις. Αν όντως επιβεβαιωθεί, μπορεί να σημαίνει ότι άλλοι παράγοντες, όπως για παράδειγμα οι πρότερες εμπειρίες των οδηγών, διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στην απόφαση κάποιου οδηγού να επικοινωνήσει την

πρόθεσή του και να ζητήσει συνεργασία πριν την έναρξη του ελιγμού και στην απόφαση των άλλων οδηγών να την αποδεχτούν. Επίσης, οι αποκρίσεις των άλλων οδηγών εξαρτώνται και από το αν αντιλήφθηκαν την πρόθεση ελιγμού, αν την ερμήνευσαν σωστά καθώς και πώς οι ίδιοι ερμήνευσαν και εκτίμησαν το επίπεδο κυκλοφοριακού κινδύνου.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι τα παρόντα αποτελέσματα περιορίζονται από τον αρχικό σχεδιασμό της μελέτης, δεδομένου ότι είχε ζητηθεί από τον οδηγό του εξοπλισμένου οχήματος να διατηρεί το όχημα σε σταθερή εγκάρσια θέση επί της οδού. Δηλαδή, και αν ακόμη αναγνώριζε την πρόθεση προσπέρασης, έπρεπε να την αγνοήσει. Αυτή η οδηγία είχε δοθεί αρχικά ώστε να αναγκάζονται οι οδηγοί που προσπερνούσαν να εισέρχονται στο αντίθετο ρεύμα και άρα να υπάρχουν πιθανώς περισσότερες αλληλεπιδράσεις με τους επερχόμενους οδηγούς. Εάν οι αρχικές οδηγίες ήταν διαφορετικές, τότε ίσως να υπήρχαν περισσότερες πραγματικές αντιδράσεις και από τον οδηγό του προσπερνόμενου οχήματος στις δηλώσεις πρόθεσης προσπέρασης που θα είχε αντιληφθεί και τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής να ήταν πλουσιότερα. Επιπλέον, τα παρόντα ευρήματα βασίζονται σε ερμηνείες από τους δύο παρατηρητές.

Δεδομένης της συχνότητας και σημαντικότητας του φαινομένου, όπως ενδεικτικά επιβεβαιώνεται και από την ανάλυση που παρουσιάστηκε, επιχειρήθηκε στην παρούσα διατριβή να διερευνηθεί διεξοδικά το κοινωνικό επίπεδο της οδήγησης. Πράγματι, αφού οι αλληλεπιδράσεις αυτού του τύπου ενέχουν την επικοινωνία και αναγνώριση πρόθεσης των εμπλεκόμενων, είναι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Στη συνέχεια επιχειρήθηκε να μοντελοποιηθεί ο τομέας των επικοινωνιακών αυτών αλληλεπιδράσεων που δημιουργείται κατά την οδήγηση αυτοκινήτου σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Εφόσον για την περιγραφή του φαινομένου χρησιμοποιούνται συχνά όροι που παραπέμπουν σε συζήτηση, επιχειρήθηκε να διερευνηθεί η καταλληλότητα ενός γλωσσικού μοντέλου και να αναλυθεί η χρησιμοποιούμενη «γλώσσα», δηλαδή οι νύξεις που χρησιμοποιούνται για τη δήλωση και αναγνώριση πρόθεσης των οδηγών. Ο τελικός στόχος ήταν να οικοδομηθεί ένα πλούσιο μοντέλο επικοινωνιακής αλληλεπίδρασης μεταξύ των οδηγών, το οποίο θα μπορεί να ενσωματωθεί σε ΣΥΑΟ, ώστε να είναι η λειτουργικότητα αυτών περισσότερο σύμφωνη με τις ανθρώπινες προσδοκίες και εκτιμήσεις. Επιπλέον τέτοια συστήματα θα μπορούν να μειώσουν τις περιπτώσεις μη αντίληψης ή παρερμηνείας επικοινωνιακών πράξεων μεταξύ οδηγών, οι οποίες μπορεί να είναι αιτίες ατυχημάτων.

3. Νοητικά μοντέλα οδήγησης και επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών

Στις ακόλουθες παραγράφους παρουσιάζονται κάποια αναγνωρισμένα και κοινά αποδεκτά, νοητικά μοντέλα οδήγησης και αναλύεται αν αυτά λαμβάνουν υπ'όψιν τις υπό μελέτη αλληλεπιδράσεις των οδηγών.

3.1 Ιεραρχικό μοντέλο Michon

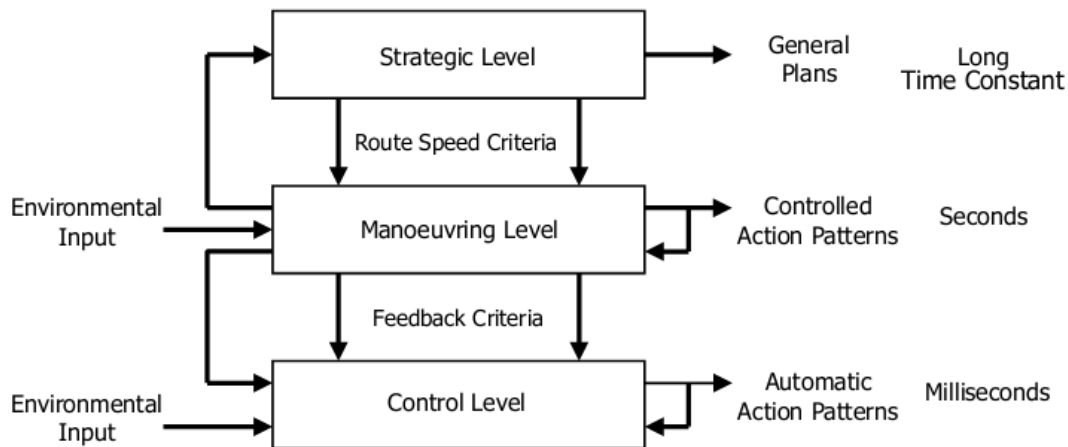
Ο Michon (1985) θεωρεί ότι η ανθρώπινη κινητικότητα είναι πάντα ενσωματωμένη σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό και τεχνολογικό περιβάλλον, και ότι όλα τα θέματα κυκλοφορίας και μεταφοράς πρέπει να αντιμετωπίζονται ως χαρακτηριστικά ενός ενιαίου συστήματος όπου το ανθρώπινο ον είναι μόνο ένα, αν και σημαντικό, από τα πολλά συστατικά του. Η πιο σημαντική συνεισφορά του ανθρωπίνου όντος στο σύστημα αυτό, κατά τον ίδιο, είναι ότι δρα ως έξυπνος επιλυτής προβλημάτων. Στο πλαίσιο αυτό, διακρίνει τέσσερα επίπεδα στα οποία το ανθρώπινο ον είναι σε συστηματική αλληλεπίδραση με το σύστημα μεταφορών και κυκλοφορίας. Τα επίπεδα αυτά διακρίνονται ανάλογα με το ρόλο του ατόμου ως ενεργού χρήστη του οδικού δικτύου, ως καταναλωτή πόρων μεταφοράς, ως ενεργού κοινωνικού όντος, και ως ψυχο-βιολογικού οργανισμού (Εικόνα 7).

	Behavioral Level			
	I	II	III	IV
Human Quality as a Problem Solver	Road User	Transportation Consumer	Social Agent	Psycho-Biological Organism
Problem to be Solved	Vehicle Control	Trip Making	Activity Pattern (Communication)	Satisfaction of Basic Needs
Task Environment	Road	Road Network (Topographical Structure)	Socio-Economic Structure	Nature (Environment)
Task Aids	Vehicles, Signs, etc.	Transport Mode	Transport System	"Culture", Technology

Εικόνα 7 : Η ιεραρχική δομή των καθηκόντων επίλυσης προβλημάτων στις μεταφορές και την κυκλοφορία (Michon, 1985)

Σύμφωνα με το συγγραφέα, η γενικευμένη επίλυση προβλημάτων από τον οδηγό ως χρήστη της οδού μπορεί να διαιρεθεί περαιτέρω σε τρία επίπεδα δεξιοτήτων και ελέγχου: στο στρατηγικό επίπεδο, όπου γίνεται ο προγραμματισμός, στο επίπεδο τακτικής, στο οποίο εκτελούνται οι ελιγμοί, και στο λειτουργικό επίπεδο, το οποίο περιλαμβάνει τις δράσεις ελέγχου του οχήματος. Το στρατηγικό επίπεδο περιλαμβάνει το γενικό στάδιο σχεδιασμού μιας διαδρομής και συμπεριλαμβάνει τον καθορισμό του προορισμού, της διαδρομής και των μέσων μεταφοράς, καθώς και μια αξιολόγηση των σχετικών δαπανών και κινδύνων ανά εναλλακτικό σχέδιο. Τα σχέδια προκύπτουν από γενικές απόψεις του ατόμου σχετικά με τις μεταφορές και την κινητικότητα, καθώς επίσης και από άλλους παράγοντες, όπως η αισθητική ικανοποίηση και επιθυμητή άνεση του ατόμου. Στο τακτικό επίπεδο ο οδηγός ελέγχει τους ελιγμούς. Αν και περιορίζονται σημαντικά από τις πραγματικές συνθήκες, ελιγμοί όπως ελιγμοί αποφυγής εμποδίων, τήρησης απόστασης από άλλα οχήματα, στροφές και

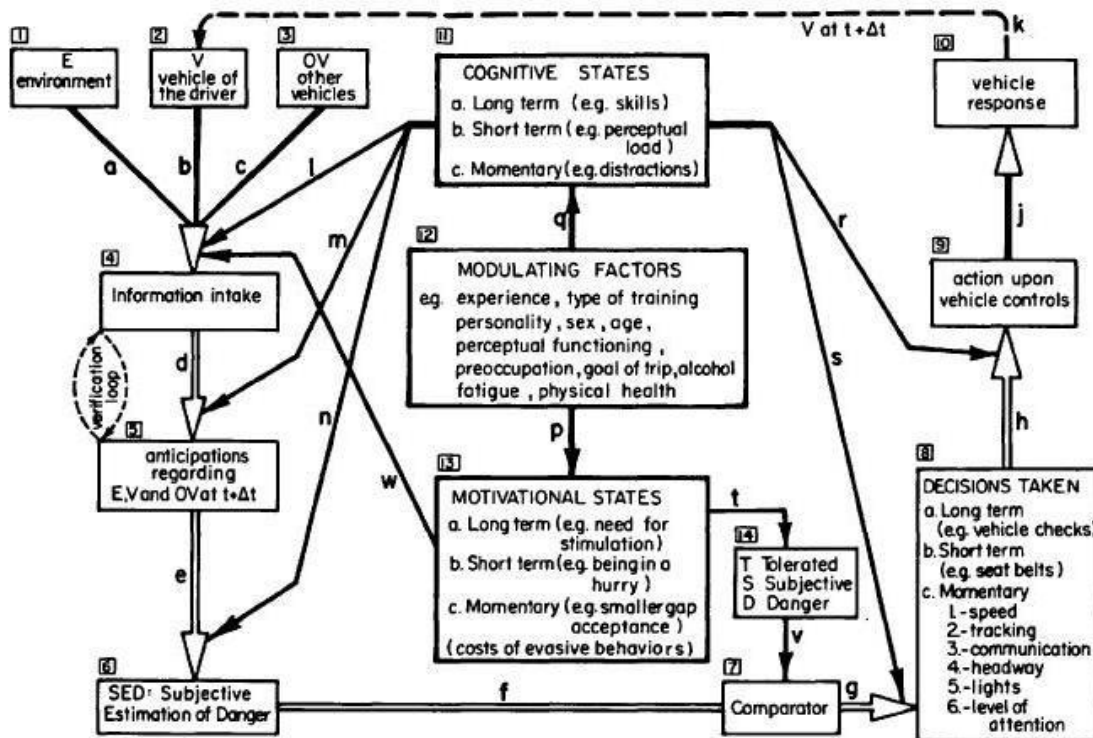
προσπεράσεις πρέπει να πληρούν τα κριτήρια που απορρέουν από τους γενικούς στόχους που τέθηκαν στο στρατηγικό επίπεδο. Αντίστροφα, οι γενικοί αυτοί στόχοι μπορεί περιστασιακά να προσαρμόζονται, ώστε να συμφωνούν με το αποτέλεσμα κάποιων ελιγμών. Η Εικόνα 8 παρουσιάζει την ιεραρχική δομή εργασίας του χρήστη της οδού στα τρία αυτά επίπεδα, με τις εισόδους και εξόδους σε καθένα από αυτά.



Εικόνα 8 : Η ιεραρχική δομή εργασίας του χρήστη της οδού (Michon, 1985)

3.2 Το μοντέλο του Wilde

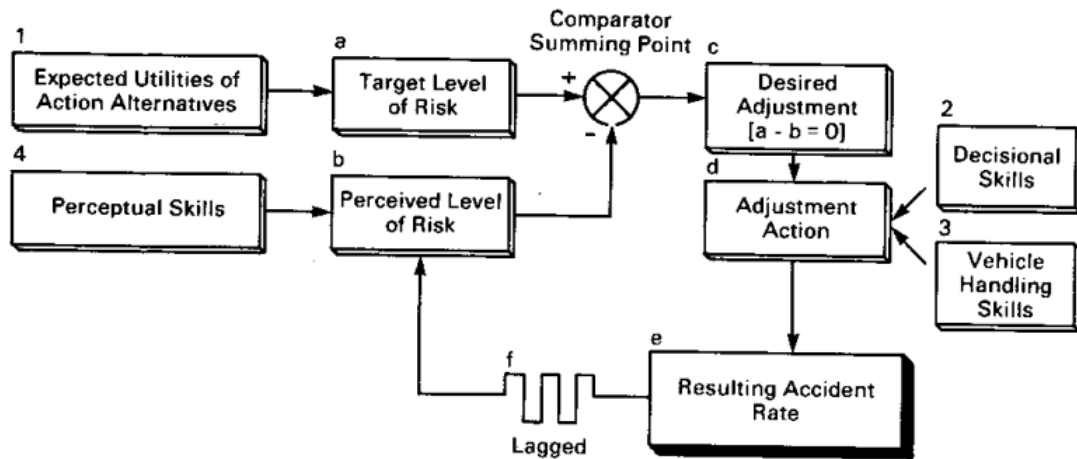
Σύμφωνα με το μοντέλο του Wilde (1976), ο οδηγός συλλέγει πληροφορίες από το περιβάλλον, οι οποίες περιλαμβάνουν τα φυσικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας, τους άτυπους και τυπικούς κανόνες που ισχύουν στις συγκεκριμένες συνθήκες, πληροφορίες σχετικά με την πορεία (διεύθυνση και ταχύτητα) του ιδίου οχήματος και τα χαρακτηριστικά άλλων παρόντων οχημάτων ή χρηστών του οδικού δικτύου και τις διαδρομές τους. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, ο οδηγός κάνει ορισμένες υποθέσεις σχετικά με τη συνέχιση του περιβάλλοντος, τη συμπεριφορά του ιδίου οχήματος και των άλλων οχημάτων. Οι προσδοκίες αυτές καταλήγουν στην υποκειμενική εκτίμηση του κινδύνου στις συγκεκριμένες συνθήκες. Όταν το επίπεδο αυτό είναι χαμηλότερο από αυτό που ο οδηγός είναι πρόθυμος να ανεχθεί, ο οδηγός απλά θα συνεχίσει χωρίς να τροποποιήσει την πορεία του οχήματός του. Αν, όμως, το επίπεδο του αντιληπτού κινδύνου είναι υψηλότερο από ό,τι ο ίδιος είναι πρόθυμος να αποδεχθεί, τότε λαμβάνει μια απόφαση ώστε να μειωθεί το επίπεδο του αντιληπτού κινδύνου. Η απόφαση αυτή μεταφράζεται σε ενέργειες στα χειριστήρια του οχήματος (Εικόνα 9).



Εικόνα 9 : Νοητικό και μοντέλο κινήτρων συμπεριφοράς των οδηγών (Wilde, 1972)

Ο Wilde (1976) επίσης υποδηλώνει ότι παρατηρούνται στην οδήγηση φαινόμενα κοινωνικής επιρροής, γράφοντας ότι «Ένας οδηγός έχει τη ρητή πρόθεση να αλλάξει τη συμπεριφορά του οδηγού Β».

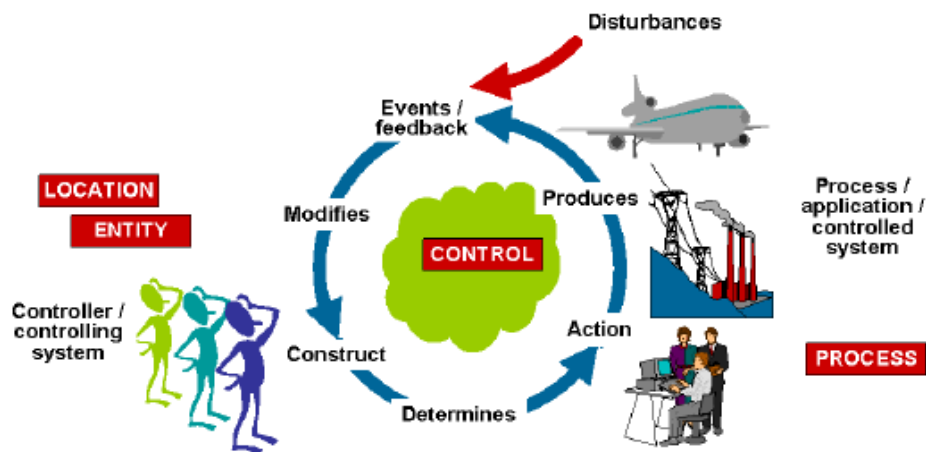
Με βάση την αρχή ότι οι οδηγοί επιχειρούν να επιφέρουν μια ισορροπία μεταξύ των οδικών συμβάντων και του επιπέδου του αποδεκτού από αυτούς κινδύνου, ο Wilde (1982) πρότεινε τη θεωρία Ομοιόστασης Κινδύνου. Η θεωρία αυτή υποθέτει ότι το επίπεδο του αποδεκτού υποκειμενικού κινδύνου είναι μία σταθερή προσωπική παράμετρος. Κατά συνέπεια, προβλέπει ότι προσπάθειες αύξησης της οδικής ασφάλειας μέσω βελτίωσης της οδού, του οχήματος, ή ακόμη και της ικανότητας οδήγησης μέσω εκπαίδευσης ή συσσώρευσης εμπειρίας, είναι πιθανό να αποτύχουν, αφού σχεδόν κάθε τέτοια βελτίωση θα αντισταθμιστεί από αντιδράσεις όπως οδήγηση με μεγαλύτερη ταχύτητα ή μειωμένη προσοχή του οδηγού. Το μοντέλο ομοιόστασης κινδύνου απεικονίζεται στην Εικόνα 10 ως ένα μοντέλο σερβο-ελέγχου της ατομικής συμπεριφοράς. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η συμπεριφορά ελέγχου κινδύνου του οδηγού μπορεί να επηρεαστεί μόνο επηρεάζοντας το επίπεδο του αντιληπτού από αυτόν κινδύνου.



Εικόνα 10 : Το μοντέλο ομοίωσης κινδύνου του Wilde (1982)

3.3 Το μοντέλο COCOM

Το μοντέλο Συγκειμενικού Ελέγχου (Contextual Control) COCOM (Hollnagel, 1993), θεωρεί ότι ο ελεγκτής έχει έναν στόχο που πρέπει να επιτευχθεί, και αναλαμβάνει δράση με βάση μια κατανόηση, ένα κατασκεύασμα, προσπαθώντας να επιτύχει ή να διατηρήσει τον έλεγχο ενός συστήματος-στόχου (Εικόνα 11). Η δράση του ελεγκτή προκαλεί κάποια απόκριση από το σύστημα, που είναι η ανατροφοδότηση του ελεγκτή. Οι αποκρίσεις όμως μπορεί να επηρεαστούν και από εξωτερικά γεγονότα. Ο ελεγκτής επικαιροποιεί τη δομή που έχει κτίσει, βάσει των ανατροφοδοτήσεων που λαμβάνει, και στη συνέχεια αναλαμβάνει νέα δράση.

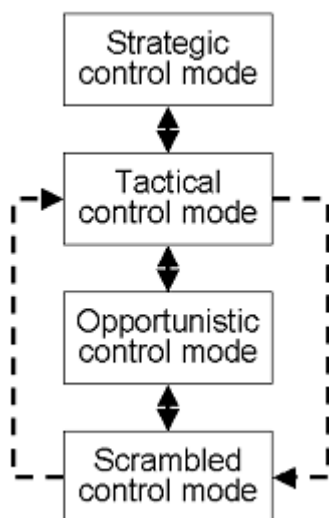


Εικόνα 11 : Το μοντέλο Contextual Control (Hollnagel, 1993)

Η προσέγγιση Συγκειμενικού Ελέγχου της ανθρώπινης συμπεριφοράς βασίζεται σε γνωστικά πακέτα αντί σε στόχους εργασίας και στο συγκεκριμένο (context) εντός του οποίου οι άνθρωποι εκτελούν τις δράσεις τους. Το μοντέλο εστιάζει σε προβλεπτικό έλεγχο και όχι σε μια απλή αναδραστική διαδικασία ελέγχου. Ο Hollnagel πρότείνει ότι ο έλεγχος αυτός επηρεάζεται από παράγοντες όπως: το συγκεκριμένο, η γνώση, η προσδοκία των αποτελεσμάτων και η διαθεσιμότητα των πόρων. Υπάρχει ένα σύνολο δραστηριοτήτων, έτοιμων δράσεων που ένας χειριστής μπορεί να επιτελέσει και οι οποίες έχουν νόημα στο υφιστάμενο συγκεκριμένο, και ένα σύνολο προτύπων, σχεδίων, διαδικασιών, ντετερμινιστικών ή ευρετικών κανόνων που ένας χειριστής μπορεί να χρησιμοποιήσει για να καθοδηγήσει τις

δράσεις που αναλαμβάνει. Ο έλεγχος δεν είναι μια προκαθορισμένη ακολουθία γεγονότων, είναι μια δομούμενη λειτουργία όπου ο χειριστής ενεργά αποφασίζει ποια δράση να αναλάβει σύμφωνα με το συγκείμενο της κατάστασης σε συνάφεια με το δικό του επίπεδο επάρκειας. Τα τέσσερα επίπεδα ελέγχου παρουσιάζονται στην Εικόνα 12 και είναι:

1. Τυχαίος Έλεγχος: Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει τελείως απρόβλεπτες καταστάσεις όπου ο χειριστής πρέπει να δράσει επειγόντως και απρογραμμάτιστα. Σε αυτό το επίπεδο σημειώνονται τα περισσότερα λάθη.
2. Ευκαιριακός Έλεγχος: Εδώ περιλαμβάνονται τυχαίες δράσεις που αναλαμβάνονται λόγω χρονικών περιορισμών. Οι περιπτώσεις αυτές παρουσιάζονται λόγω έλλειψης γνώσης ή εμπειρίας και λόγω ανώμαλης κατάστασης του περιβάλλοντος.
3. Τακτικός έλεγχος: Στο επίπεδο αυτό ο χειριστής χρησιμοποιεί γνωστούς κανόνες και διαδικασίες για το σχεδιασμό και την πραγματοποίηση βραχυπρόθεσμων δράσεων. Κατά συνέπεια, γίνονται λιγότερα λάθη σε σύγκριση με τα προηγούμενα επίπεδα, όμως ακόμη ο χειριστής επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την αμεσότητα της κατάστασης.
4. Στρατηγικός έλεγχος: Στο επίπεδο αυτό ο χειριστής επικεντρώνεται σε μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και στόχους υψηλότερου επιπέδου. Εδώ, ο χειριστής αξιολογεί το αποτέλεσμα με μεγαλύτερη ακρίβεια, εξετάζει τη σχέση μεταξύ δράσης και προϋποθέσεων της και έχει μεγαλύτερο γενικό έλεγχο της όλης κατάστασης ή εργασίας.



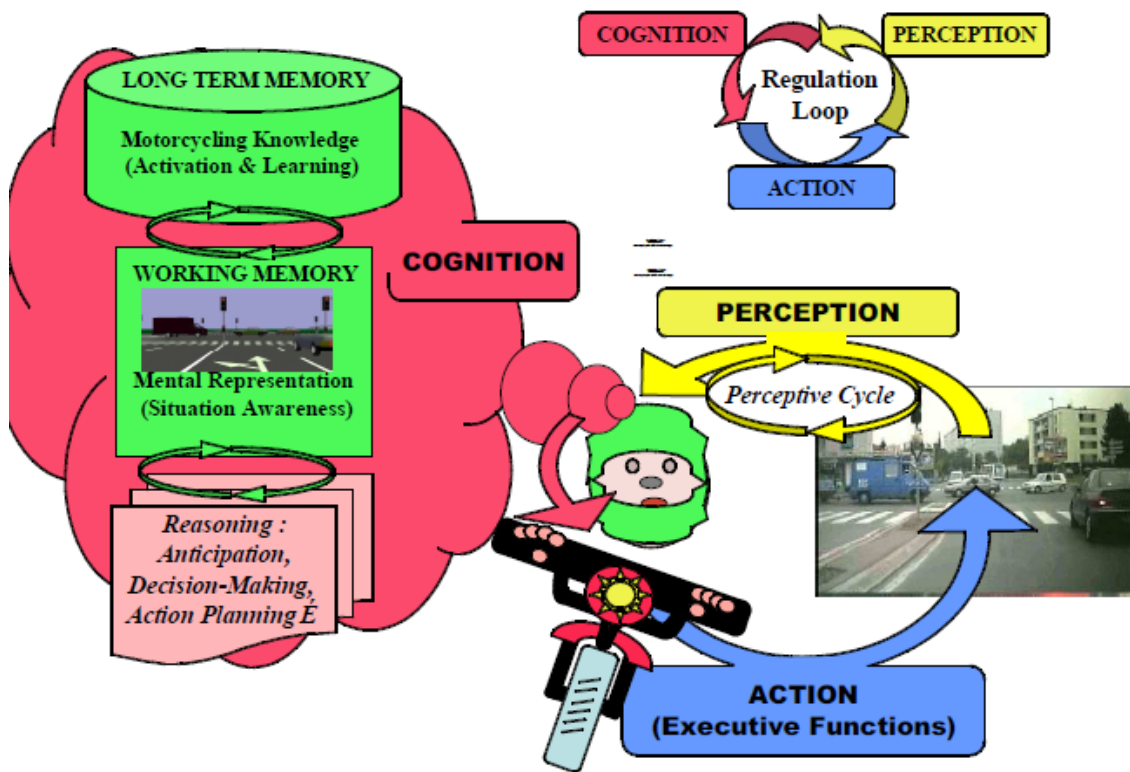
Εικόνα 12 : Τα επίπεδα ελέγχου στο μοντέλο Contextual Control

3.4 Επίγνωση της κατάστασης

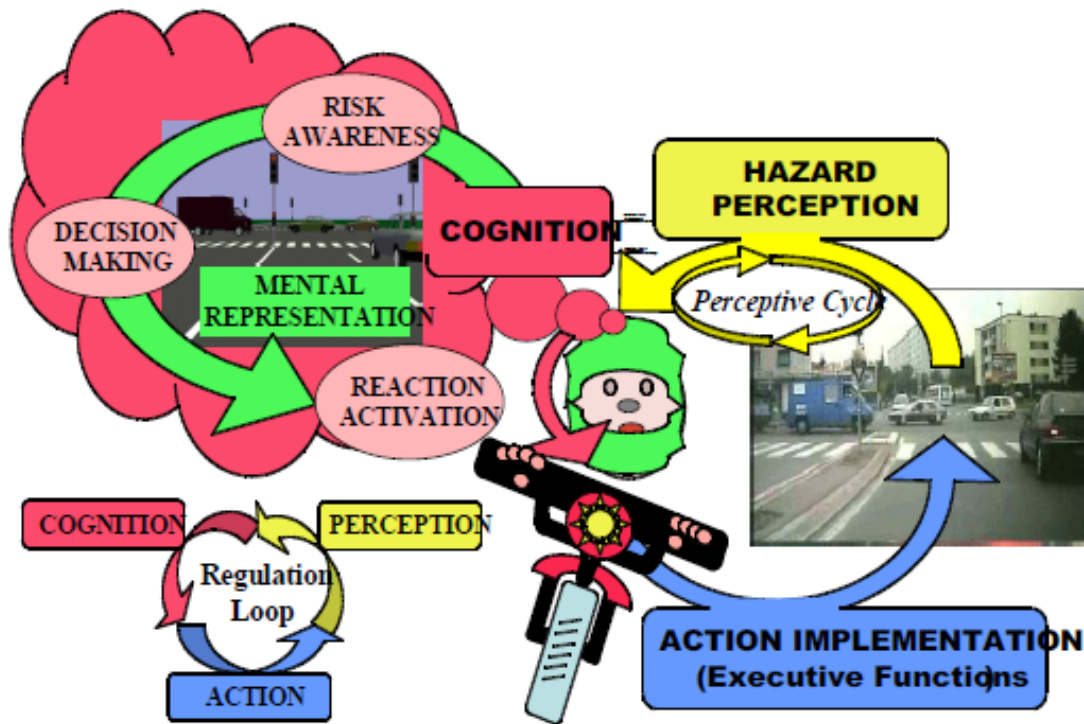
Ο όρος «επίγνωση της κατάστασης» (situational awareness) αναφέρεται στην κατανόηση από το άτομο ενός δυναμικού περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει την αντίληψη και την ερμηνεία τόσο των περιβαλλοντικών όσο και προσωπικών ερεθισμάτων, και την πρόβλεψη για την κατάσταση των διαφόρων στοιχείων του περιβάλλοντος στο άμεσο μέλλον. Ο Endsley (1995) αναφέρει τρία ιεραρχικά επίπεδα για την επίγνωση της κατάστασης. Το επίπεδο 1 περιλαμβάνει την αντίληψη των περιβαλλοντικών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων ήχων, εικόνας και υψής. Στο επίπεδο 2 αυτά τα ερεθίσματα συγκεντρώνονται σε μια ολιστική κατανόηση της κατάστασης. Αυτή η κατανόηση είναι ατομικιστική, αφού η ερμηνεία εξαρτάται από τους στόχους, τα κίνητρα και την προηγούμενη γνώση του κάθε ατόμου. Για

παράδειγμα, ένας επιθετικός, βιαστικός οδηγός θα εστιάσει σε διαφορετικά ερεθίσματα και θα καταλήξει σε διαφορετικές ερμηνείες ενώ ψάχνει για ανοίγματα στην κυκλοφορία, ενώ κάποιος που οδηγεί χαλαρά για βόλτα, έχοντας διαφορετικά κίνητρα, θα αναλύσει τις πληροφορίες με διαφορετικό τρόπο. Από την κατανόηση του ατόμου προκύπτει το επίπεδο 3, αυτό της πρόβλεψης των μελλοντικών δράσεων των διαφόρων στοιχείων εντός της κατάστασης, από τις οποίες προβλέψεις μπορεί να ληφθούν αποφάσεις.

Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, η μετάβαση από την εστίαση του ατόμου σε κάθε συστατική δεξιότητα στην αυτοματοποίηση της δεξιότητας αυτής, μπορεί να συμβεί για κάθε δεξιότητα ή δράση που ασκείται αρκετά συχνά ώστε να σχηματιστούν για αυτή γνωστικά σχήματα, π.χ. συγκείμενα δημιουργημένα από εμπειρίες και γνώση του παρελθόντος και σενάρια στη μακροπρόθεσμη μνήμη. Μόλις η δεξιότητα αυτοματοποιηθεί, η δράση υλοποιείται μέσω μιας ασυνείδητης διαδικασίας ταιριάσματος μοτίβων. Τα στοιχεία από ένα συγκεκριμένο ερέθισμα ή κατάσταση συγκρίνονται με αυτά στη μνήμη, και ενεργοποιείται σχεδόν άμεσα ένα σχετικό σχήμα και οι συνοδευτικές δράσεις του, ενώ δε μεσολαβεί χρόνος στάθμισης των επιλογών και λήψης απόφασης.



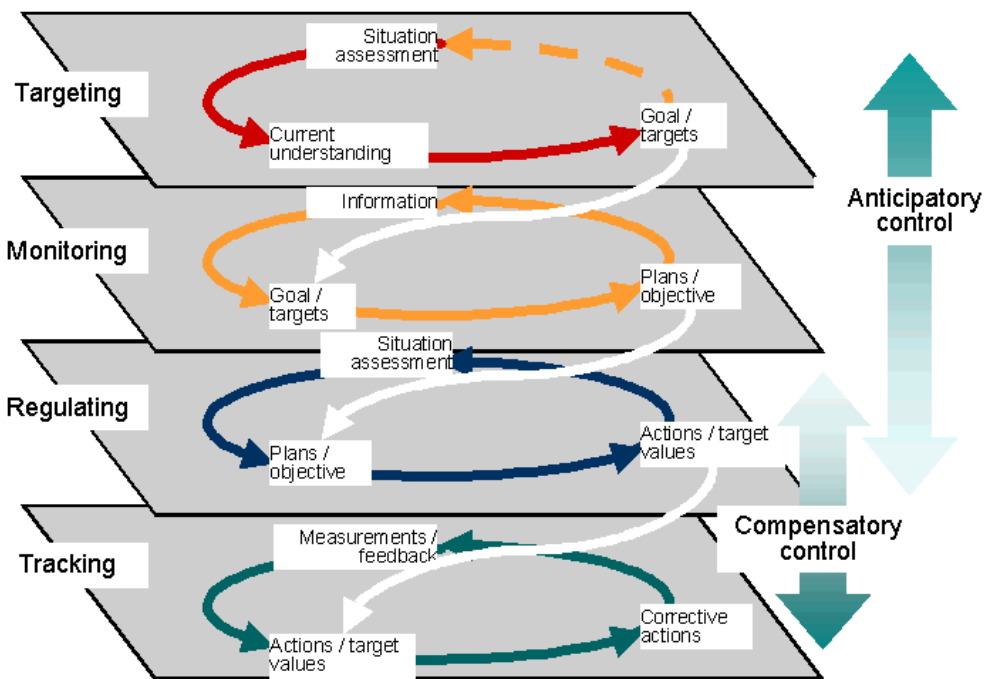
Εικόνα 13 : Η οδήγηση ως βρόχος «Αντίληψης – Γνώσης – Δράσης» (Bellet et al, 2007)



Εικόνα 14 : Γνωστικά βήματα επίγνωσης κινδύνου (Bellet *et al*, 2007)

3.5 Το μοντέλο Εκτεταμένου Ελέγχου

Το μοντέλο Εκτεταμένου Ελέγχου (Extended Control Model) ECOM (Hollnagel *et al*, 2003) εισάγει γνωστικές δραστηριότητες, όπως ο σχεδιασμός, στο βρόχο ελέγχου, προσπαθώντας να ερμηνεύσει γιατί διαφορετικοί οδηγοί έχουν διαφορετική επίδοση σε φαινομενικά παρόμοιες καταστάσεις. Όπως και άλλα μοντέλα που περιγράφουν την ανθρώπινη επίδοση (performance) με μορφή στρωμάτων ή επιπέδων, έτσι και το μοντέλο αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι η επίδοση πραγματοποιείται σε διαφορετικά χρονικά πλαίσια. Ένα συλλογικό γνωστικό σύστημα (Joint Cognitive System) είναι αυτό που μπορεί να διατηρεί τον έλεγχο κάτω από διαφορετικές συνθήκες και να αντιμετωπίζει τις επιπτώσεις των διαταραχών. Το μοντέλο ECOM θεωρεί ότι η επίδοση του κοινού συστήματος ενέχει διαφορετικά αλλά ταυτόχρονα στρώματα ελέγχου, κάποια κλειστού βρόχου ή αναδραστικά, κάποια ανοικτού βρόχου ή προληπτικά (proactive) και κάποια μικτά. Η κατανομή του ελέγχου μεταξύ των επιπέδων μπορεί να ποικίλει σε κάθε χρονική στιγμή.



Εικόνα 15 : Το μοντέλο Εκτεταμένου Ελέγχου ECOM

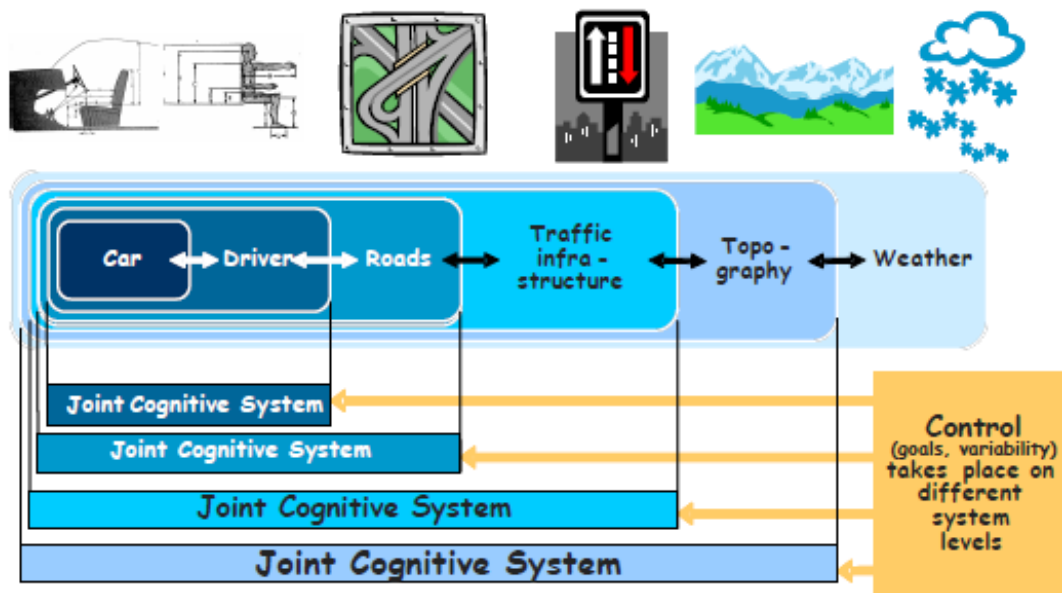
Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό (Εικόνα 15) το πρώτο **επίπεδο ανίχνευσης** αναφέρεται σε δραστηριότητες που απαιτούνται για τον έλεγχο του οχήματος, για παράδειγμα η διατήρηση της ταχύτητας και της απόστασης από τα άλλα οχήματα και της εγκάρσιας θέσης επί της οδού. Αυτές οι δραστηριότητες ελέγχου είναι κλειστού βρόχου και εκτελούνται αυτόματα από τους έμπειρους χρήστες. Οι δράσεις και οι τιμές στόχος για το επίπεδο ανίχνευσης είναι το αποτέλεσμα του δεύτερου **επιπέδου ρύθμισης**. Η ρύθμιση είναι ως επί το πλείστον δραστηριότητα κλειστού βρόχου και απαιτεί το άτομο να παρακολουθεί ό,τι κάνει. Οι δραστηριότητες σε αυτό το επίπεδο οδηγούν είτε σε άμεσες δράσεις είτε σε στόχους για το βρόχο ανίχνευσης. Στην οδήγηση η ρύθμιση περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως η αποφυγή εμποδίων ή η αλλαγή θέσης σε σχέση με άλλα οχήματα. Το **επίπεδο παρακολούθησης** είναι κυρίως δραστηριότητα ανοικτού βρόχου και ασχολείται με τον καθορισμό στόχων και την ενεργοποίηση σχεδίων για δράσεις. Παραδείγματα τέτοιων δραστηριοτήτων είναι η παρακολούθηση της κατάστασης του οχήματος, η παρακολούθηση της θέσης του οχήματος σε σχέση με τον προορισμό του, η παρακολούθηση της οδικής σήμανσης, η χρήση συσκευών ψυχαγωγίας και πληροφόρησης. Το **επίπεδο στόχευσης** είναι επίσης ανοικτού βρόχου και ασχολείται με τον καθορισμό γενικών στόχων, όπως η άφιξη στον προορισμό, που μπορεί να επηρεάσουν τον τρόπο οδήγησης και την επιλεγθείσα διαδρομή.

Μια γενική παραδοχή πίσω από αυτό το μοντέλο είναι ότι έλεγχος ασκείται ταυτόχρονα σε διαφορετικά επίπεδα και ότι οι σκοποί και οι στόχοι κάθε επιπέδου επιδιώκονται ταυτόχρονα, ενώ οι υψηλότερου επιπέδου στόχοι μπορεί προσωρινά να ανασταλούν υπέρ στόχων χαμηλότερου επιπέδου. Το περιβάλλον σε αυτό το μοντέλο λαμβάνεται υπ'όψιν στη σχετική σημασία των διαφόρων στόχων. Για παράδειγμα, η οδήγηση σε οικείο περιβάλλον επιτρέπει τη μετατόπιση της προσοχής του οδηγού, ίσως σε χρήση συσκευών ψυχαγωγίας, ενώ η οδήγηση σε άγνωστο περιβάλλον κάνει τους οδηγούς να καταβάλλουν μεγαλύτερη προσπάθεια για την παρακολούθηση της διαδρομής και έτσι ίσως να οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα ή και λιγότερο αποτελεσματικά.

Το μοντέλο υποδεικνύει ότι η διαμόρφωση στόχων περιγράφεται σε διάφορα επίπεδα και ότι η ικανότητα του ανθρώπου να κάνει πολλά πράγματα ταυτόχρονα οφείλεται στην ικανότητά του να αλλάζει ή να διαμοιράζει την επίδοσή του μεταξύ στόχων.

3.6 Το μοντέλο Συλλογικής Δράσης Ελέγχου

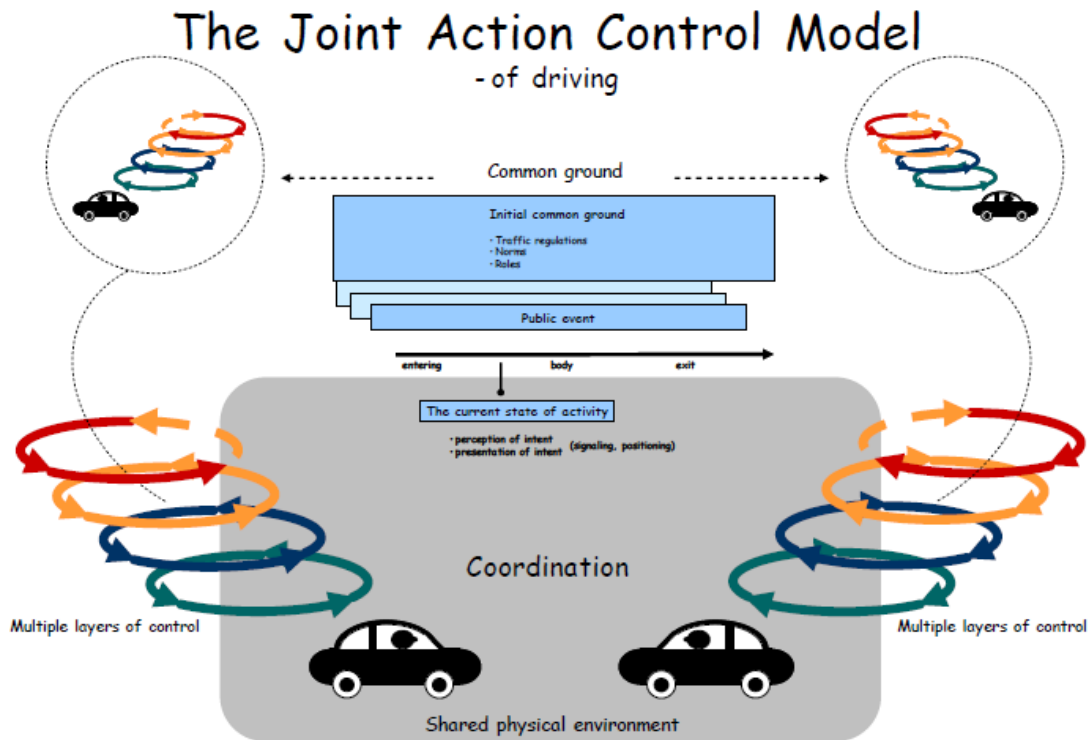
Σε μια προσπάθεια να μελετήσουν τη δυναμική διαδραστική συμπεριφορά των οδηγών, οι Renner και Johansson παρουσίασαν το 2006 το μοντέλο Συλλογικής Δράσης Ελέγχου (Joint Action Control) για την οδήγηση. Σύμφωνα με αυτό, ο οδηγός, το όχημά του, η υποδομή, η τοποθεσία και οι καιρικές συνθήκες θεωρούνται ένα συλλογικό γνωστικό σύστημα όπως δείχνει η Εικόνα 16. Κάθε συστατικό θεωρείται μέρος του συλλογικού γνωστικού συστήματος αν αντιπροσωπεύει σημαντική πηγή ποικιλίας για το σύστημα



Εικόνα 16: Συλλογικό γνωστικό σύστημα οδήγησης (Hollnagel & Woods, 2005)

Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι τα μοντέλα οδήγησης μοντελοποιούν τη συμπεριφορά ενός μόνο οδηγού, δε λαμβάνουν υπόψη τις αλληλεπιδράσεις με άλλους οδηγούς και δεν εστιάζουν στον τρόπο με τον οποίο οι οδηγοί οδηγούνται σε παραδοχές για τους άλλους οδηγούς και την κυκλοφοριακή κατάσταση.

Το μοντέλο που προτείνουν βασίζεται στο μοντέλο ECOM, το οποίο επεκτείνουν με την έννοια της συλλογικής δραστηριότητας του Clark (1996). Θεωρούν ότι οι οδηγοί κάνουν παραδοχές για τις προθέσεις των άλλων οδηγών βάσει των τυπικών και άτυπων κανόνων κυκλοφορίας, τον τύπο των εμπλεκόμενων οχημάτων και την παρατηρούμενη συμπεριφορά των άλλων οδηγών. Με τον τρόπο αυτό κατά τους συγγραφείς οι οδηγοί συντονίζουν τη δραστηριότητά τους στα διάφορα επίπεδα ελέγχου (Εικόνα 17).



Εικόνα 17 : Το μοντέλο Συλλογικής Δράσης Ελέγχου

3.7 Ανασκόπηση μοντέλων

Όλα, πλην ενός, από τα μοντέλα οδήγησης που παρουσιάστηκαν είναι προσωπικά μοντέλα, δηλαδή εστιάζουν σε ένα μεμονωμένο οδηγό και αναλύουν πώς αυτός επιτελεί τις διάφορες δραστηριότητες που απαιτούνται για την οδήγηση. Τα μοντέλα αυτά θεωρούν τους άλλους οδηγούς ως μέρος του περιβάλλοντος, δηλαδή ως άψυχες οντότητες, και όχι ως άτομα με δικά τους σχέδια, προθέσεις, ιδέες. Τους αντιμετωπίζουν ως ανεπηρέαστους, ως ενιαίο σύστημα με το όχημά τους, το οποίο θεωρείται ότι θα συνεχίζει να κινείται μηχανιστικά. Κανένα από τα μοντέλα αυτά δε λαμβάνει υπόψη αναλυτικά τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις του οδηγού με τους άλλους οδηγούς, δε θεωρεί ότι μπορεί η κίνηση των άλλων οχημάτων να μεταβληθεί βάσει ερεθίσματος που θα λάβουν από τον οδηγό που μοντελοποιούν. Κανένα μοντέλο δεν αναπαριστά συγκεκριμένα πώς γίνεται χάραξη κοινού σχεδίου από τους οδηγούς. Μόνο το μοντέλο Συλλογικής Δράσης Ελέγχου αναφέρεται σε συντονισμό μεταξύ οδηγών, αλλά και πάλι δε γίνεται σαφής αναφορά ούτε μοντελοποιείται η σκόπιμη επικοινωνιακή αλληλεπίδραση των οδηγών πριν την υλοποίηση ενός ελιγμού με στόχο την εξασφάλιση της κοινής κατανόησης για την ασφαλέστερη και περισσότερο άνετη υλοποίηση του ελιγμού.

Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι ένας οδηγός αντιμετωπίζει τους άλλους «οχημα-ανθρώπους» ως άτομα – εαυτούς (selves), τους οποίους μπορεί να επηρεάσει, και αυτό ακριβώς προσπαθεί πολλές φορές να κάνει, επικοινωνώντας σκόπιμα και απροκάλυπτα την πρόθεσή του σε αυτούς, ώστε να επηρεάσει το δικό τους σχέδιο και άρα τη μελλοντική κίνηση των οχημάτων τους, κάτι το οποίο πολλές φορές επιτυγχάνει.

Όπως αναλύθηκε, οι οδηγοί εμπλέκονται συχνά σε επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις,

προσπαθώντας να επικοινωνήσουν και να ερμηνεύσουν την πρόθεση των άλλων. Αυτή η επικοινωνιακή συμπεριφορά, την οποία ένας παρατηρητής μπορεί να περιγράψει με σημασιολογικούς όρους, είναι ένα είδος γλωσσικής συμπεριφοράς σύμφωνα με τους Maturana και Varela (1998) και δημιουργεί ένα γλωσσικό τομέα αλληλεπιδράσεων. Άρα, ένα γλωσσολογικό μοντέλο, το οποίο βασίζεται σε σκόπιμες επικοινωνιακές πράξεις, ίσως είναι πιο κατάλληλο από τα ανωτέρω μοντέλα για να μοντελοποιήσει τέτοιες αλληλεπιδράσεις.

4. Συστήματα Υποστήριξης και Αυτοματοποίησης Οδήγησης

Σημαντικές προσπάθειες καταβάλλονται για την ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης και αυτοματοποίησης της οδήγησης (ΣΥΑΟ) με κύριο αναμενόμενο στόχο την αύξηση της οδικής ασφάλειας, όμως στη σχεδιάσή τους δε λαμβάνεται υπ'όψιν το φαινόμενο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών και πώς αυτό μπορεί να επηρεάσει την εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής. Αντίθετα, κάθε όχημα θεωρείται ως αυτόνομη μονάδα, η οποία σχεδιάζει ανεξάρτητα τη μελλοντική της πορεία, θεωρώντας ότι τα λοιπά οχήματα θα συνεχίσουν να κινούνται με βάση τους φυσικούς νόμους. Δε λαμβάνεται υπ'όψιν ότι μπορεί οι οδηγοί των οχημάτων αυτών ή το σύστημα αυτοματοποίησης, να μεταβάλει σκόπιμα την κίνηση του οχήματος, ως αποτέλεσμα κάποιας «συνεννόησης», κάποιας «συμφωνίας κίνησης» μεταξύ των οδηγών ή των συστημάτων. Αυτός είναι και ένας λόγος που τα συστήματα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης, τα οποία είχαν αρχικά κερδίσει την προσοχή της ερευνητικής κοινότητας, δεν είχαν την αναμενόμενη αποδοχή από τους οδηγούς, αφού οι εκτιμήσεις των οδηγών για το επίπεδο κινδύνου δε συμφωνούσαν με τις προειδοποιήσεις που έδιναν τα συστήματα. Πράγματι, μετά από αρκετές απόπειρες ανάπτυξης συστημάτων προειδοποίησης, τα οποία δεν έγιναν αποδεκτά από τους οδηγούς, οι προσπάθειες στράφηκαν στην ανάπτυξη συστημάτων πληροφόρησης, τα οποία προσπαθούν να βελτιώσουν την επίγνωση της κατάστασης από τον οδηγό, και αφήνουν σε αυτόν την εκτίμηση του κινδύνου και την επιλογή του κατάλληλου σχεδίου δράσης. Αξιοσημείωτο είναι ότι σε μια τρέχουσα ερευνητική προσπάθεια, στο ερευνητικό έργο AUTONET2030, το οποίο διερευνά τη συντονισμένη κίνηση στόλου αυτόματα οδηγούμενων οχημάτων παράλληλα με συμβατικά, γίνεται αναφορά σε «διαπραγμάτευση ελιγμών», χωρίς όμως να έχει ακόμη προταθεί κάποια σχετική μέθοδος ή αλγόριθμος.

Στα επόμενα γίνεται μια επισκόπηση των συστημάτων που έχουν κατά καιρούς προταθεί και των προβλημάτων που ανακύπτουν κατά τη χρήση τους σε πραγματικές συνθήκες, ακριβώς επειδή δεν ενυπάρχει σε αυτά η μοντελοποίηση των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων των οδηγών.

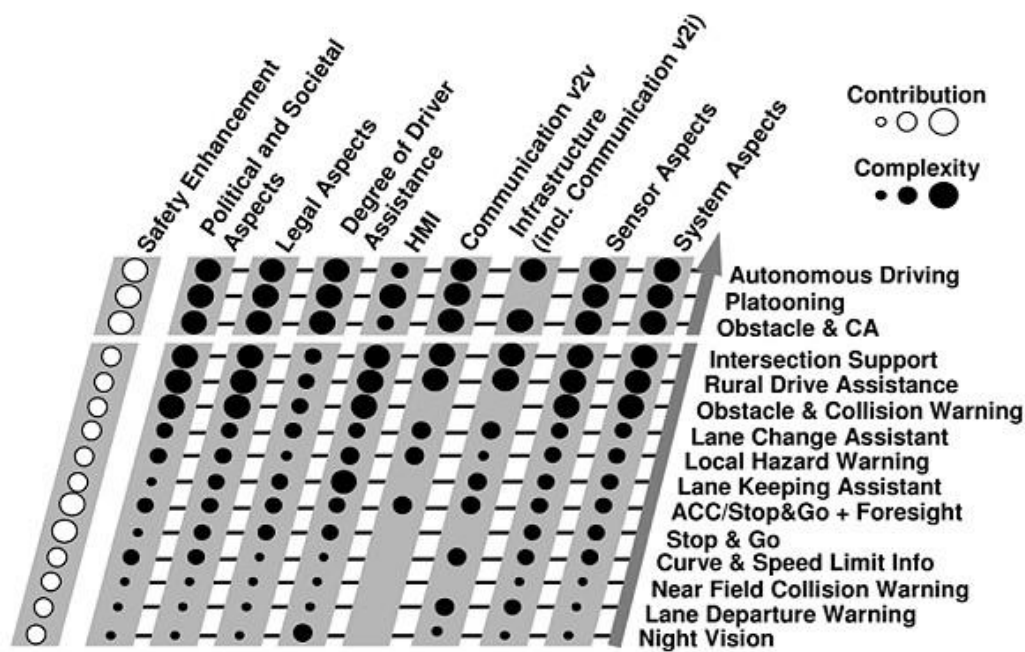
4.1 Αυτόνομα συστήματα υποστήριξης οδήγησης

Η πρώτη γενιά συστημάτων υποστήριξης οδήγησης ήταν αυτόνομα καθώς βασιζόταν σε αισθητήρες επί του οχήματος για την αντίληψη της κατάστασης της κυκλοφορίας γύρω από το όχημα. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κυρίως ραντάρ μικροκυμάτων ή laser και αισθητήρες βίντεο, οι οποίοι έδιναν σε πραγματικό χρόνο μια εικόνα από τον περιβάλλοντα χώρο του οχήματος.

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου AIDE, το οποίο συγχρηματοδοτήθηκε από το 6^ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της ΕΕ με αριθμό συμβολαίου IST-1-507674-IP τα συστήματα αυτά υποστήριξης της οδήγησης κατηγοριοποιήθηκαν ως εξής:

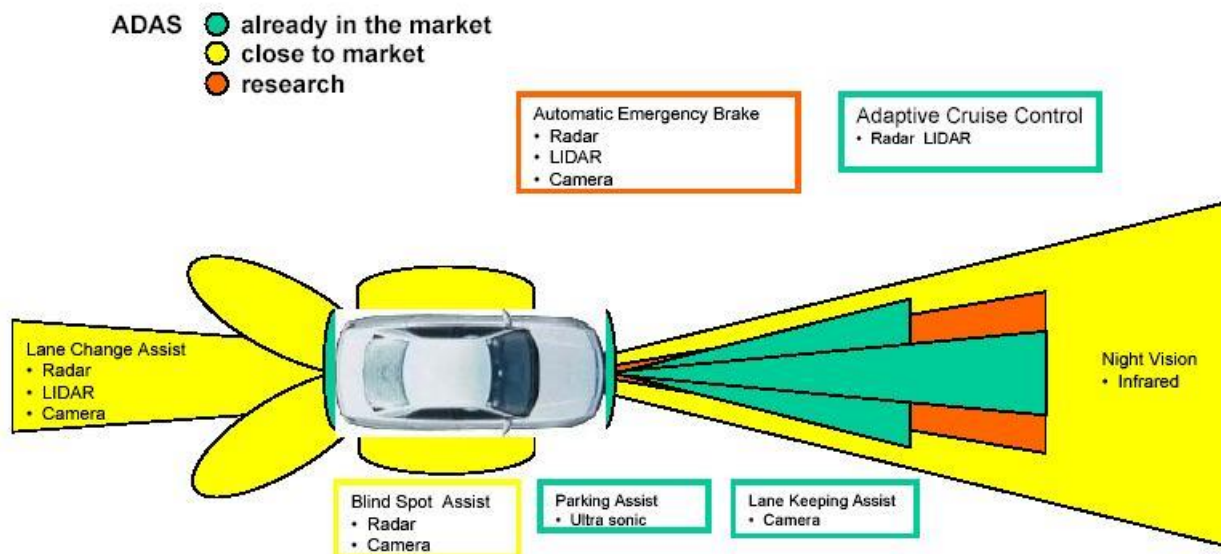
- Συστήματα πλευρικού ελέγχου του οχήματος
- Συστήματα διαμήκους ελέγχου του οχήματος
- Συστήματα υποστήριξης οπισθοπορείας και στάθμευσης
- Συστήματα βελτίωσης ορατότητας
- Συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού
- Συστήματα ενεργοποιούμενα σε περίπτωση σύγκρουσης του οχήματος
- Συστήματα προειδοποίησης για ολισθηρότητα οδοστρώματος

Το ερευνητικό έργο ADASE II, επίσης συγχρηματοδοτούμενο από το 6ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της ΕΕ με αριθμό συμβολαίου IST-2000-28010, πρότεινε μια παρόμοια κατηγοριοποίηση των συστημάτων αυτών και τα αξιολόγησε με βάση την πολυπλοκότητά τους σχετικά με διάφορους παράγοντες, όπως τεχνολογικές, συστημικές, πολιτικές, κοινωνικές και νομικές πτυχές, βαθμός υποβοήθησης του οδηγού και θέματα διάδρασης ανθρώπου – μηχανής (Εικόνα 18).



Εικόνα 18: Αξιολόγηση συστημάτων υποστήριξης οδηγού

Μια γενική άποψη της λειτουργικότητας των διαφόρων συστημάτων απεικονίζεται στην Εικόνα 19.



Εικόνα 19: Αισθητήρες και λειτουργικότητα των διαφόρων συστημάτων υποστήριξης οδηγού

Σημαντικό πρόβλημα των αυτόνομων συστημάτων είναι ότι η λειτουργικότητά τους

περιορίζεται από την εμβέλεια των χρησιμοποιούμενων αισθητήρων. Πράγματι, τα αυτόνομα συστήματα έχουν περιορισμούς εύρους και δεν μπορούν μόνο τους, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από τους αισθητήρες ενός οχήματος, να αναπαραστήσουν και να κατανοήσουν ικανοποιητικά την κυκλοφοριακή κατάσταση. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας ραντάρ δεν μπορεί να ανιχνεύσει ένα εμπόδιο μετά από στροφή με περιορισμένη ορατότητα ή ένα όχημα κινούμενο πίσω από κάποιο κτίριο ή κάποιο άλλο εμπόδιο, και έτσι στις περιπτώσεις αυτές δεν μπορεί να ειδοποιηθεί κατάλληλα ο οδηγός. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα κατά την οδήγηση σε δρόμο ταχείας κυκλοφορίας, για την κατάλληλη προειδοποίηση του οδηγού είναι απαραίτητη η γνώση της κίνησης των οχημάτων σε αρκετή απόσταση εμπρός από το εξοπλισμένο όχημα, αλλά οι χρησιμοποιούμενοι αισθητήρες μπορούν να εντοπίσουν και να δώσουν πληροφορίες μόνο για τα πλησιέστερα στο εξοπλισμένο όχημα οχήματα. Επίσης, οι αισθητήρες δεν μπορούν να αντιληφθούν έγκαιρα και πλήρως την οδική κατάσταση και το χώρο που είναι διαθέσιμος για ελιγμό, και έτσι οι προειδοποιήσεις των συστημάτων δεν είναι οι κατάλληλες.

Γενική ήταν η άποψη μεταξύ της ερευνητικής κοινότητας ότι, παρόλο που κάποια από τα συστήματα αυτά διατίθενται εμπορικά, για τα περισσότερα απαιτείται περαιτέρω έρευνα πριν η αξιοπιστία τους είναι κατάλληλη ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως σε πραγματικές συνθήκες. Ειδικοί της αυτοκινητοβιομηχανίας επισήμαιναν ότι για την ευρεία εισαγωγή τους στην αγορά θα πρέπει η πιθανότητα ατυχήματος λόγω των ίδιων των συστημάτων να είναι αντίστοιχη με την πιθανότητα θανάτου από πτώση κεραυνού.

4.2 Αρχικές οδηγίες σχεδίασης συστημάτων προειδοποίησης

Γενικός στόχος των συστημάτων αυτών ήταν η εκτίμηση από το σύστημα του κινδύνου ατυχήματος και η έγκαιρη προειδοποίηση του οδηγού, ώστε αυτός να αντιδράσει κατάλληλα και να αποσοβηθεί το ατύχημα ή το επικίνδυνο συμβάν. Γινόταν δηλαδή προσπάθεια να υποκατασταθεί ο οδηγός στην εκτίμηση του κινδύνου, θεωρώντας ότι το σύστημα θα μπορούσε να υπολογίσει αποστάσεις με μεγαλύτερη ακρίβεια και χωρίς να υπάρχει κίνδυνος απόσπασης προσοχής, όπως συμβαίνει κάποιες φορές με τους ανθρώπους. Για την παροχή προειδοποιήσεων πολλές φορές χρησιμοποιούνταν δύο κατώφλια ενεργοποίησης. Το σύστημα υπολόγιζε δύο επίπεδα κινδύνου, ένα χαμηλό και ένα υψηλό. Στο χαμηλό επίπεδο κινδύνου δινόταν μια προειδοποίηση ήπιας έντασης στον οδηγό, ενώ στο υψηλό επίπεδο κινδύνου δινόταν μια επείγουσα ειδοποίηση στον οδηγό ή σε κάποιες περιπτώσεις είχε προταθεί ακόμη και η ανάληψη από το σύστημα κάποιων από τις λειτουργίες ελέγχου του οχήματος, όπως επιβράδυνση ή αλλαγή διεύθυνσης, με στόχο την αποτροπή της σύγκρουσης.

Ο οργανισμός National Highway Traffic Safety Administration του U.S. Department of Transportation είχε εκδώσει τον Ιανουάριο του 1996 προκαταρκτικές οδηγίες για την εργονομική σχεδίαση τέτοιων προειδοποιητικών συστημάτων (NHTSA, 1996). Στο κείμενο περιλαμβάνονταν οδηγίες για τις ίδιες τις μεθόδους προειδοποίησης και προβλεπόταν η χρήση δύο επιπέδων προειδοποίησης. Ειδικά για συστήματα προειδοποίησης για σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα οι οδηγίες όριζαν ότι άμεση κατάσταση αποφυγής σύγκρουσης (imminent crash avoidance situation) υφίσταται όταν ο χρόνος σύγκρουσης (time-to-collision) με το προπορευόμενο όχημα είναι μικρότερος των 3 - 5 s ή η χρονική απόσταση headway, που ορίζεται ως η απόσταση των οχημάτων διαιρούμενη με την ταχύτητα του ακολουθούντος οχήματος, είναι μικρότερη των 1.0 - 1.5 s.

Για τον ορισμό των προηγούμενων κατωφλίων ενεργοποίησης οι οδηγίες ανέφεραν ότι χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο AASHTO (1990), το οποίο υποθέτει ότι η απόσταση ακινητοποίησης του οχήματος ως αντίδραση σε εμπόδιο είναι άθροισμα α) της απόστασης που διανύεται κατά το χρόνο που απαιτείται μέχρι ο οδηγός να εντοπίσει και να αναγνωρίσει το εμπόδιο, να λάβει απόφαση πώς να αποκριθεί και να ξεκινήσει η απόκριση και β) της απόστασης ακινητοποίησης του οχήματος. Για τον υπολογισμό της απόστασης (α) αναφέρεται ότι τέθηκε στο μοντέλο η τιμή 2 s, αφού αυτή θεωρήθηκε από τους συντάκτες από πρότερες μελέτες ότι αφορά τους περισσότερους οδηγούς (Triggs και Harris, 1982; Lerner *et al*, 1990). Πάντως αναφερόταν ξεκάθαρα ότι οι προτεινόμενες αυτές τιμές θα έπρεπε να μελετηθούν και να οριστούν αυστηρότερα στο μέλλον με επιπλέον μελέτες.

Σχετικά με την παράμετρο headway, αναγραφόταν ότι για την επιλογή του κατωφλίου έγινε προσπάθεια να οριστεί τι σημαίνει «οδηγώ πολύ κοντά». Η τιμή 1.0 - 1.5 s επιλέχθηκε επειδή στη μελέτη των Evans και Wasielewski (1982) αναφέρεται ότι τέτοιες μικρές τιμές παρατηρούνται για πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα (1.32 s), ενώ στη μελέτη των Triggs και Harris (1982) αναφέρεται ότι ελάχιστοι οδηγοί φρέναραν όταν η τιμή της ήταν μεγαλύτερη από 1.4 s. Η τιμή λοιπόν είχε επιλεγεί ώστε να αποκλείονται οι ενοχλητικά συχνές προειδοποιήσεις και να αυξηθεί η αξιοπιστία της προειδοποίησης για άμεση απόκριση επιβράδυνσης από τον οδηγό.

Στις ίδιες οδηγίες ορίζονταν ότι δυνητική κατάσταση αποφυγής σύγκρουσης (cautionary crash avoidance situation) υφίσταται όταν ο χρόνος σύγκρουσης (time-to-collision) με το προπορευόμενο όχημα είναι μεγαλύτερος από 3 - 5 s και μικρότερος από 10 -14 s ή όταν η χρονική απόσταση headway είναι μεγαλύτερη από 1.0 - 1.5 s αλλά όχι μεγαλύτερη από 2 - 3 s. Η ήπια προειδοποίηση, που προτεινόταν να δίδεται στον οδηγό σε αυτή την περίπτωση, είχε στόχο να τον ειδοποιήσει για μια κατάσταση που χρήζει της άμεσης προσοχής του. Οι συγγραφείς των οδηγιών δικαιολογούν την επιλογή των τιμών αυτών ως εξής. Σε μια τέτοια κατάσταση θα πρέπει ο οδηγός να έχει χρόνο να αναγνωρίσει τον κίνδυνο και να αξιολογήσει εναλλακτικές στρατηγικές χειρισμού και θα πρέπει να αποσοβηθεί η ανάγκη επείγουσας απόκρισης. Το μοντέλο AASHTO αναφέρει και χρησιμοποιεί την απόσταση που απαιτείται ώστε ένας οδηγός να εντοπίσει έναν απρόσμενο κίνδυνο σε οπτικά συσκοτισμένο περιβάλλον, να τον αναγνωρίσει, και να σχεδιάσει μια κατάλληλη απόκριση, της οποίας τα στάδια είναι ίδια με αυτά που αναφέρονται ότι απαιτούνται για το χειρισμό της δυνητικής κατάστασης αποφυγής σύγκρουσης. Το μοντέλο AASHTO αναφέρει ότι για τις φάσεις αυτές απαιτούνται 10 έως 14 s και έτσι οι ίδιες τιμές χρησιμοποιήθηκαν και στις οδηγίες του οργανισμού NHTSA. Οι τιμές της χρονικής απόστασης headway των 2-3 s αναφέρεται ότι επιλέχτηκαν βάσει εμπειρικών συστάσεων από εγχειρίδια οδήγησης και συστάσεις οδικής ασφαλείας.

Οι οδηγίες τέλος ανέφεραν ότι για περιπτώσεις μεγαλύτερων τιμών του χρόνου σύγκρουσης ή της χρονικής απόστασης headway μπορεί να δίδεται στον οδηγό κάποια ειδοποίηση από το σύστημα, η οποία όμως πρέπει να θεωρείται πληροφοριακής φύσης και όχι προειδοποίηση.

4.3 Πρόσφατες οδηγίες σχεδίασης συστημάτων προειδοποίησης

Επειδή η πρακτική έδειξε ότι τα όρια που έθεταν οι οδηγίες του 1996 δεν οδηγούσαν σε

συστήματα που ήταν σύμφωνα με τις προσδοκίες των οδηγών, στις μετέπειτα οδηγίες του οργανισμού NHTSA του 2007, με τίτλο «Crash Warning System Interfaces: Human Factors Insights and Lessons Learned», δεν προτείνονται πλέον συγκεκριμένες τιμές ενεργοποίησης των προειδοποιήσεων. Οι οδηγίες αναφέρουν ότι ο χρονισμός των προειδοποιήσεων για εμπρόσθια σύγκρουση και για υψηλή ταχύτητα σε στροφή θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν α) τον αναμενόμενο χρόνο απόκρισης του οδηγού, ο οποίος καθορίζει πόσος χρόνος απαιτείται μέχρι να αρχίσει η επιβράδυνση του οχήματος, και β) το επίπεδο επιβράδυνσης που θα επιλέξει ο οδηγός, το οποίο καθορίζει την απόσταση ακινητοποίησης του οχήματος. Όπως φαίνεται, και οι δύο αυτοί όροι εξαρτώνται από τον ανθρώπινο παράγοντα, τον οδηγό. Σύμφωνα με τις οδηγίες και βάσει μελετών, οι οδηγοί που αναμένουν έναν κίνδυνο παρουσιάζουν μέσο χρόνο απόκρισης πέδησης 0.6 έως 0.65 s. Οδηγοί που αποκρίνονται σε απρόσμενους αλλά συνήθεις κινδύνους παρουσιάζουν μέσο χρόνο απόκρισης πέδησης 1.15 s, ενώ οδηγοί που αποκρίνονται σε τελείως απρόσμενα γεγονότα παρουσιάζουν μέσο χρόνο απόκρισης πέδησης 1.4 s. Οδηγοί με αποσπασμένη προσοχή που αποκρίνονται σε τελείως απρόσμενα γεγονότα, παρουσιάζουν κάτω από το 85^ο τεταρτημόριο χρόνο απόκρισης πέδησης 1.18 s και κάτω από το 95^ο τεταρτημόριο χρόνο απόκρισης πέδησης 1.52 s. Μελέτη σχετικά με το χρόνο απόκρισης οδηγών σε ελιγμούς αλλαγής διεύθυνσης αναφέρει ότι τελείως εναργείς οδηγοί, οι οποίοι είχαν επίγνωση της καμπύλης πορείας και οι οποίοι πλησίαζαν σε ένα τοίχο που απαιτούσε αλλαγή πορείας κατά 3, 5 ή 7^ο, ξεκινούσαν τη διόρθωση της πορείας κατά μέσο όρο περίπου 1.9 – 2.5 s πριν τη στιγμή πρόσκρουσης στον τοίχο.

Σχετικά με το επίπεδο επιβράδυνσης που θα επιλέξει ο οδηγός οι οδηγίες παρουσιάζουν τις ακόλουθες παρατηρηθείσες μέσες τιμές επιβράδυνσης υπό διάφορες συνθήκες.

Observed Deceleration Levels (in g's) for Braking Instructions, Travel Speed, and Lead Vehicle Deceleration												
	Average Actual Deceleration											
	Subject Vehicle Speed at 30 MPH				Subject Vehicle Speed at 45 MPH				Subject Vehicle Speed at 60 MPH			
Lead Vehicle Decel. Level (in g's)	.15	.28	.39	Stationary	.15	.28	.39	Stationary	.15	.28	.39	Stationary
Braking Instruction												
Normal	.15	.26	.32	.21	.21	.30	.36	.25	.21	.32	.41	.28
Comfortable Hard	.28	.39	.43	.34	.27	.43	.49	.40	.26	.45	.53	.44
Hard	.25	.40	.44	.35	.28	.40	.44	.41	.25	.47	.54	.45

Table adapted from Reference 2

Πίνακας 2: Παρατηρηθείσες τιμές επιβράδυνσης υπό διάφορες συνθήκες

Οι οδηγίες επίσης κάνουν διάκριση μεταξύ της «απαιτούμενης επιβράδυνσης», που είναι η επιβράδυνση του οχήματος ώστε να ακινητοποιηθεί ακριβώς στη θέση του κινδύνου, για παράδειγμα στον οπίσθιο προφυλακτήρα του προπορευομένου οχήματος, και στην «πραγματική επιβράδυνση», που παρουσιάζεται στον ανωτέρω πίνακα και είναι η επιβράδυνση που χρησιμοποιούν οι οδηγοί ώστε να ακινητοποιηθεί το όχημα σε κάποια απόσταση ασφαλείας από το σημείο κινδύνου.

Οι οδηγίες τέλος αναφέρουν ότι σύμφωνα με πρότερες μελέτες οι τιμές της απαιτούμενης και πραγματικής επιβράδυνσης είναι πιο χρήσιμες για το χρονισμό των προειδοποιήσεων από ό,τι παράμετροι όπως ο χρόνος σύγκρουσης (TTC) και η χρονική

απόσταση headway. Αυτό επειδή α) οι μετρήσεις επιβράδυνσης συνδέονται στενά με βασικές κινηματικές πτυχές της κατάστασης ενώ οι μετρήσεις χρόνου όχι, και β) οι μετρήσεις επιβράδυνσης, και κυρίως η απαιτούμενη επιβράδυνση, είναι σημαντικά πιο σταθερές από τις χρονικές μετρήσεις σε διάφορες κινηματικές συνθήκες.

Ο χρονισμός για συστήματα πλευρικών προειδοποιήσεων, όπως για κίνδυνο εξόδου από τη λωρίδα ή πλευρικής σύγκρουσης κατά την αλλαγή λωρίδας, θα πρέπει να βασίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες αυτές στο πότε το σύστημα εντοπίζει την πρόθεση του οδηγού να αλλάξει λωρίδα ή πότε το σύστημα προβλέπει την έξοδο από τη λωρίδα ή την πλευρική σύγκρουση. Οι οδηγίες αναφέρουν ότι καμία μελέτη δεν έχει προτείνει να βασίζεται ο χρονισμός των προειδοποιήσεων αυτών σε μετρήσεις όπως χρόνος αντίδρασης του οδηγού ή απαιτούμενος χρόνος για τη διόρθωση της διεύθυνσης του οχήματος.

Επισημαίνεται τέλος ότι οι οδηγίες αυτές προτείνουν σαφώς να υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης των χρονισμών των προειδοποιήσεων σύμφωνα με τις προτιμήσεις των οδηγών.

4.4 Προσπάθειες σχεδίασης συστημάτων βάσει φυσικών νόμων

Εκτός από τις γενικά αποδεκτές οδηγίες του οργανισμού NHTSA, άλλα συστήματα υπολογίζουν κίνδυνο σύγκρουσης βάσει της μελλοντικής τροχιάς των οχημάτων, την οποία προβλέπουν με μοντέλα κίνησης. Τέτοια μοντέλα κίνησης μπορεί να είναι γραμμικά, όπως το μοντέλο σταθερής ταχύτητας ή το μοντέλο σταθερής επιτάχυνσης, και μη γραμμικά όπως το μοντέλο σταθερής γωνιακής ταχύτητας και ταχύτητας ή το μοντέλο σταθερής γωνιακής ταχύτητας και σταθερής γωνιακής επιτάχυνσης (Schubert *et al*, 2008). Στις περιπτώσεις αυτές η πρόβλεψη τροχιάς των οχημάτων γίνεται με χρήση φίλτρων Kalman με διάνυσμα κατάστασης ανάλογα με το μοντέλο κίνησης που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, για το μοντέλο σταθερής γωνιακής ταχύτητας και σταθερής γωνιακής επιτάχυνσης ως διάνυσμα κατάστασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί το $[\varphi \ \omega \ U \ A]^T$ (γωνία εκτροπής, ταχύτητα εκτροπής, ταχύτητα και επιτάχυνση) και ως διάνυσμα μέτρησης το $[\omega \ U]^T$.

Η πρόβλεψη τροχιάς δίδεται ως πίνακας με τη μελλοντική θέση του οχήματος για συγκεκριμένα χρονικά σημεία στο μέλλον, βάσει ενός προκαθορισμένου χρονικού βήματος T_{max} , το οποίο μπορεί να είναι για παράδειγμα 100 ms. Η εξίσωση για τον υπολογισμό της μελλοντικής διαδρομής είναι:

$$\underline{x}_{k+i} = A_k^i \cdot \underline{x}_k, \quad i = 1 \dots M$$

όπου A_k ο πίνακας μετάβασης ανάλογα του μοντέλου κίνησης, M το τελευταίο σημείο της εκτιμώμενης τροχιάς και \underline{x}_k το διάνυσμα κατάστασης τη χρονική στιγμή k :

$$\underline{x} = [x \ U_x \ A_x \ y \ U_y \ A_y]^T$$

Για το μοντέλο σταθερής επιτάχυνσης ο πίνακας μετάβασης είναι ο ακόλουθος:

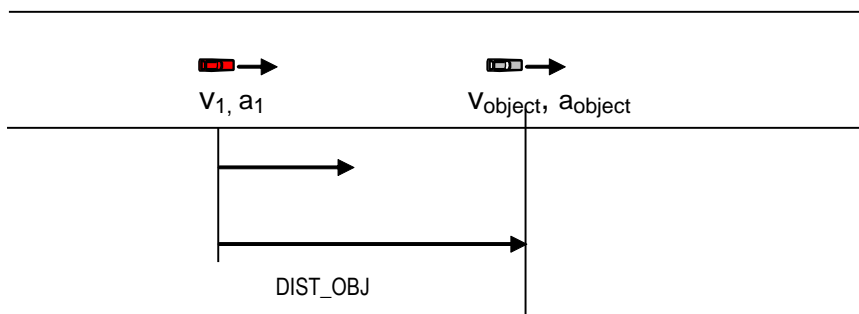
$$A_k = \begin{bmatrix} 1 & dt & 0,5 \cdot dt^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & dt & 0,5 \cdot dt^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & dt \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

όπου dt το χρονικό βήμα.

Τα μοντέλα κίνησης χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με έναν ψηφιακό χάρτη ο οποίος περιέχει πληροφορίες για την οδό στην κατεύθυνση κίνησης του οχήματος και συνήθως με έναν αλγόριθμο ο οποίος εντοπίζει την πιο πιθανή τροχιά του οχήματος.

Πολλά συστήματα επίσης εισάγουν στους μαθηματικούς αυτούς τύπους, πρόβλεψη της κίνησης και υπολογισμού πιθανότητας σύγκρουσης, διαπροσωπικές παραμέτρους, όπως η επιθυμητή από τον οδηγό επιβράδυνση, η μέγιστη ανεκτή από τον οδηγό επιβράδυνση, η επιθυμητή πλευρική επιτάχυνση του οχήματος, η επιθυμητή ταχύτητα περιστροφής του τιμονιού. Για τις παραμέτρους αυτές επιλέγονται τιμές ώστε να βρεθεί ο καλύτερος συμβιβασμός μεταξύ των προτιμήσεων των οδηγών (Tideman *et al*, 2010).

Το γιατί η λειτουργικότητα των συστημάτων προειδοποίησης αυτής της μορφής δεν ανταποκρίνεται στις ανθρώπινες προσδοκίες παρουσιάζεται κατωτέρω με ένα απλό παράδειγμα. Έστω η απλή περίπτωση όπου το υπό μελέτη όχημα ακολουθεί ένα βραδύτερο προπορευόμενο όχημα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 20.



Εικόνα 20 : Γενική περίπτωση ακολουθίας προπορευομένου οχήματος

όπου :

v_1, a_1 : ταχύτητα και επιτάχυνση του υπό μελέτη οχήματος

v_{obj}, a_{obj} : ταχύτητα και επιτάχυνση του προπορευομένου οχήματος

$DIST_OBJ$: η απόσταση μεταξύ των οχημάτων

Η απόσταση S_1 που διανύει το υπό μελέτη όχημα και η απόσταση S_{obj} που διανύει το προπορευόμενο όχημα σε χρόνο t είναι :

$$S_1 = DIST_OBJ + 0,5 * a_1 t^2 + v_1 t + RT v_1 + SL$$

$$S_{obj} = 0,5 * a_{obj} t^2 + v_{obj} t$$

όπου:

RT: χρόνος αντίδρασης οδηγού

SL: ελάχιστη απόσταση ασφαλείας

Σε κάθε χρονική στιγμή θα πρέπει να ισχύει:

$$S_1 \leq S_{obj}$$

δηλαδή :

$$DIST_OBJ \geq 0,5 * (a_1 - a_{obj}) t^2 + (v_1 - v_{obj}) t + RT v_1 + SL$$

Εάν $a_1 - a_{obj} < 0$ η ανωτέρω εξίσωση έχει μέγιστο στο:

$$t_c = -(v_1 - v_{obj}) / 2 / (a_1 - a_{obj})$$

Αν $t_c < 0$, τότε τίθεται ίσο με 0.

Αν $a_{obj} < 0$, τότε το προπορευόμενο όχημα θα σταματήσει σε χρόνο:

$$t_{stop\ obj} = -v_{obj} / a_{obj}$$

Έστω $t_{min} = \min(t_c, t_{stop\ obj})$

$$\text{τότε : } DIST0 = 0,5 * (a_1 - a_{obj}) t_{min}^2 + (v_1 - v_{obj}) t_{min} + RT v_1 + SL$$

Ο χρόνος και η απόσταση έως την ακινητοποίηση του υπό μελέτη οχήματος είναι:

$$t_{stop\ 1} = -v_1 / a_1$$

$$DIST1 = -v_1^2 / 2a_1 + RT v_1 + SL$$

Η απόσταση DIST2 που θα διανύσει στον ίδιο χρόνο το προπορευόμενο όχημα είναι:

Αν $t_{stop\ obj} > t_{stop\ 1}$

$$DIST2 = v_{obj} t_{stop\ 1} + 0,5 * a_{obj} * t_{stop\ 1}^2$$

αλλιώς

$$DIST2 = -v_{obj}^2 / (2 a_{obj})$$

Η διαφορά τους είναι $DIST3 = DIST1 - DIST2$

Και η απόσταση μεταξύ των δύο οχημάτων θα πρέπει να είναι:

$$DIST_OBJ = \text{MAX}(DIST0, DIST3)$$

Θέτοντας κατάλληλες τιμές στο χρόνο αντίδρασης RT και στην επιτάχυνση του υπό μελέτη οχήματος a_1 , υπολογίζεται ένα κατώφλι απόστασης. Αν η πραγματική απόσταση των οχημάτων γίνει μικρότερη από το κατώφλι αυτό, τότε θα πρέπει να ενεργοποιείται το σύστημα προειδοποίησης για σύγκρουση. Χρησιμοποιώντας τις ανωτέρω εξισώσεις, με ταχύτητα του υπό μελέτη οχήματος $v_1 = 80$ km/h, χρόνο αντίδρασης $RT = 1.5$ s, επιβράδυνση του υπό μελέτη οχήματος $a = -2$ m/s² και απόσταση ασφαλείας $SL = 3$ m, το κατώφλι προειδοποίησης του συστήματος δίδεται στον ακόλουθο πίνακα.

Ταχύτητα προπορευομένου οχήματος (km/h)	Επιτάχυνση προπορευομένου οχήματος (m/sec ²)	Κατώφλι ενεργοποίησης συστήματος (m)	Αντίστοιχη Χρονική απόσταση (Headway) (m)	Αντίστοιχος χρόνος σύγκρουσης (TTC) (s)
0	0	159,79	7,19	7,19
20	4	59,48	2,68	3,57
20	2	71,06	3,20	4,26
20	0	105,78	4,76	6,35
20	-2	152,07	6,84	9,12
20	-4	155,93	7,02	9,36
20	-6	157,22	7,07	9,43
40	4	46,62	2,10	4,20
40	2	51,77	2,33	4,66
40	0	67,20	3,02	6,05
40	-2	128,93	5,80	11,60
40	-4	144,36	6,50	12,99
40	-6	149,50	6,73	13,46
60	4	38,91	1,75	7,00
60	2	40,19	1,81	7,23
60	0	44,05	1,98	7,93
60	-2	90,35	4,07	16,26
60	-4	125,07	5,63	22,51
60	-6	136,64	6,15	24,60
80	4	36,33	1,64	∞
80	2	36,33	1,64	∞
80	0	36,33	1,64	∞
80	-2	36,33	1,64	∞
80	-4	98,06	4,41	∞
80	-6	118,64	5,34	∞
120	4	36,33	1,64	3,27
120	2	36,33	1,64	3,27
120	0	36,33	1,64	3,27
120	-2	36,33	1,64	3,27
120	-4	36,33	1,64	3,27
120	-6	67,20	3,02	6,05

Πίνακας 3: Κατώφλι ενεργοποίησης για εμπρόσθια σύγκρουση με βάση νόμους κινηματικής

Είναι φανερό από τον ανωτέρω πίνακα ότι οι αποστάσεις, όπου το σύστημα θα έδινε προειδοποίηση στον οδηγό για πιθανή επιβράδυνση, είναι μεγάλες και μη σύμφωνες με την εκτίμηση κινδύνου ενός τυπικού οδηγού.

4.5 Αποδοχή συστημάτων προειδοποίησης

Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι η αποδοχή των συστημάτων προειδοποίησης από τους οδηγούς είναι μάλλον περιορισμένη.

Οι Lee και Peng (2005) αξιολόγησαν την απόδοση διαφορετικών αλγορίθμων προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης με προπορευόμενο όχημα που είχαν προτείνει

ερευνητές της Mazda (Doi *et al*, 1994), της Honda (Fujita *et al*, 1995), του Johns Hopkins University (Brunson *et al*, 2002) και της Jaguar (Barber και Clarke, 1998). Όλοι οι αλγόριθμοι υπολογίζουν ένα κατώφλι απόστασης βάσει της κίνησης του οχήματος και χαρακτηριστικών μεταβλητών του ανθρώπου οδηγού, όπως για παράδειγμα επιθυμητά όρια ταχύτητας, επιθυμητές επιταχύνσεις εξοπλισμένου και προπορευομένου οχήματος, χρόνος αντίδρασης. Όταν η μετρούμενη απόσταση είναι μικρότερη από το κατώφλι, ενεργοποιείται το σύστημα προειδοποίησης. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν μετρήσεις συμπεριφοράς 15 οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης, τις οποίες χώρισαν σε ασφαλείς και επικίνδυνες συνθήκες, και συνέκριναν την απόδοση των αλγορίθμων με τη συμπεριφορά των οδηγών θεωρώντας τις περιπτώσεις απότομης πέδησης ως περιπτώσεις όπου θα έπρεπε να έχει υπάρξει προειδοποίηση από το σύστημα. Η απόδοση κανενός από τους 4 αλγορίθμους δεν ήταν ικανοποιητική κυρίως λόγω του χαμηλού ποσοστού αληθώς θετικών συναγερμών που έδιδαν, το οποίο ήταν από 3,29% έως 41,08%. Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι για κάθε τέτοιο μη προσαρμοζόμενο σύστημα προειδοποίησης υπάρχει πάντα ασυμφωνία μεταξύ της εκτίμησης των οδηγών και της απόκρισης του συστήματος, ενώ μεγάλο πρόβλημα είναι η ελαχιστοποίηση των ψευδώς θετικών συναγερμών χωρίς σημαντική αύξηση του ποσοστού των μη εντοπισθέντων περιστατικών. Οι συγγραφείς καταλήγουν ότι το θέμα σχετίζεται με την ανθρώπινη αντίληψη, και ότι θα πρέπει ένα τέτοιο σύστημα να λαμβάνει υπ'όψιν τις διάφορες καταστάσεις οδήγησης και τα διαφορετικά ανθρώπινα χαρακτηριστικά.

Οι Alkim *et al* (2007) μελέτησαν την αποδοχή από τους οδηγούς ενός συστήματος αυτόνομης ρύθμισης ταχύτητας (ACC), ενός συστήματος προειδοποίησης για έξοδο από τη λωρίδα, ενός συστήματος προειδοποίησης εγγύτητας με το προπορευόμενο όχημα και ενός συστήματος τήρησης λωρίδας κυκλοφορίας. Η αποδοχή των συστημάτων προειδοποίησης δεν ήταν υψηλή και αυτό αποδόθηκε στην έλλειψη εμπιστοσύνης προς τα συστήματα λόγω του υψηλού αριθμού ψευδών προειδοποιήσεων όπως ανέφεραν οι οδηγοί.

Τα αποτελέσματα αξιολόγησης ενός συστήματος προειδοποίησης για εμπρόσθια σύγκρουση παρουσιάζονται επίσης από τους Najm *et al* (2006). Το σύστημα έδινε προειδοποίηση σε δύο επίπεδα κινδύνου, εάν η χρονική απόσταση headway με το προπορευόμενο όχημα ήταν μικρότερη από ένα συγκεκριμένο κατώφλι, το οποίο μπορούσε να ρυθμιστεί από 1 έως 2 s. Στην έρευνα συμμετείχαν 66 οδηγοί, οι οποίοι οδήγησαν εξοπλισμένα οχήματα για τέσσερις εβδομάδες, σα να ήταν δικά τους, χωρίς επίβλεψη ή περιορισμούς. Η αποδοχή του συστήματος δεν ήταν υψηλή, μόλις πάνω από το ¼ των οδηγών δήλωσαν ότι θα αγόραζαν το σύστημα. Περίπου 41% των οδηγών δήλωσαν ότι θα απενεργοποιούσαν το σύστημα αν αυτό ήταν δυνατό. Μετά το τέλος της οδήγησης, στους οδηγούς παρουσιάζονταν επιλεγμένα βίντεο της σκηνής εμπρός από το όχημά τους και του προσώπου τους, τη στιγμή που δινόταν προειδοποίηση από το σύστημα, και τους ζητήθηκε να χαρακτηρίσουν την προειδοποίηση ως «χρήσιμη» ή «μη χρήσιμη». 66% των προειδοποιήσεων χαρακτηρίστηκαν ως «μη χρήσιμες». Οι λόγοι που αναφέρθηκαν ήταν ότι οι οδηγοί είχαν ήδη ικανοποιητική επίγνωση της κατάστασης ή ότι η απόσταση με το προπορευόμενο όχημα ήταν ικανοποιητική.

Λόγω των προβλημάτων αυτών στην αποδοχή των συστημάτων προειδοποίησης όπως καταγράφηκαν από μελέτες αλλά και από την εμπειρία των ερευνητών, και οι οδηγίες σχεδίασης των συστημάτων άλλαξαν σημαντικά, όπως παρουσιάστηκε στις προηγούμενες παραγράφους, και οι ερευνητικές προσπάθειες στράφηκαν στην ανάπτυξη συστημάτων με στόχο την παροχή καλύτερης πληροφόρησης στον οδηγό, ώστε να αυξηθεί η επίγνωση της

κατάστασης από αυτόν, ενώ η εκτίμηση του κινδύνου επαφίεται πλέον στον ίδιο οδηγό.

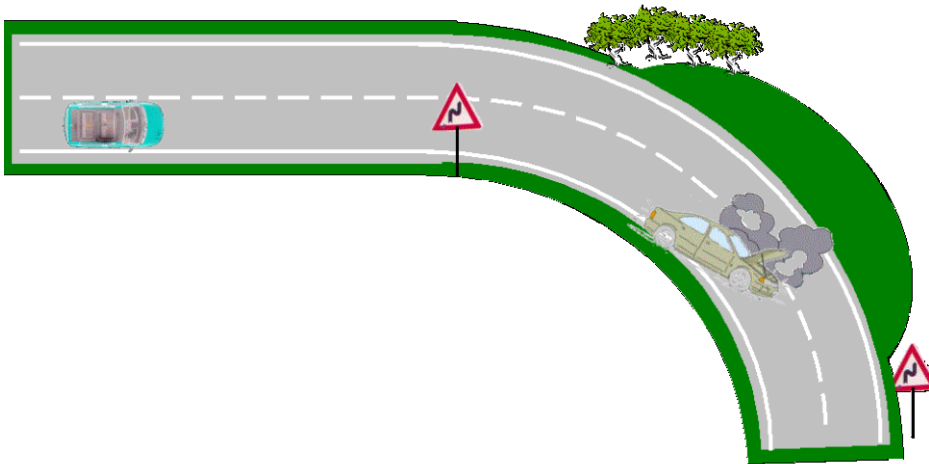
4.6 «Συνεργατικά» συστήματα υποστήριξης οδήγησης

Δεδομένων των περιορισμών στην εμβέλεια αντίληψης των αυτόνομων συστημάτων η έρευνα στη συνέχεια στράφηκε στην ανάπτυξη συνεργατικών συστημάτων υποστήριξης οδήγησης, όπως ονομάστηκαν. Η συνεργατικότητα έγκειται στην ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ συστημάτων επί των οχημάτων και συστημάτων επί της υποδομής, ώστε να δημιουργείται ένας εκτεταμένος χρονικά και χωρικά ορίζοντας, ένας εκτεταμένος χάρτης της κυκλοφοριακής κατάστασης και των συνθηκών, για τον έγκαιρο εντοπισμό επικινδύνων καταστάσεων. Στόχος είναι να μπορεί να πληροφορηθεί ο οδηγός νωρίτερα για έναν πιθανό κίνδυνο, ο οποίος μπορεί να είναι εκτός της εμβέλειας ενός αυτόνομου συστήματος, και να μπορέσει έτσι ο οδηγός να προβεί πιο έγκαιρα στις κατάλληλες ενέργειες για την αποφυγή του. Τα συνεργατικά συστήματα χρησιμοποιούν δεδομένα από πολλαπλές πηγές, όπως πολλαπλά οχήματα και υποδομή, ώστε να μπορούν να αναγνωρίσουν μια επικίνδυνη κατάσταση με μεγαλύτερη ακρίβεια, σε συντομότερο χρόνο και με μεγαλύτερη εμβέλεια. Όπως αναφέρθηκε, λόγω της μικρής αποδοχής των συστημάτων προειδοποίησης, στόχος τώρα είναι περισσότερο η καλύτερη πληροφόρηση του οδηγού, ώστε ο οδηγός να μπορεί να εκτιμήσει καλύτερα την κατάσταση, και να αποφασίσει ο ίδιος πώς να δράσει.



Εικόνα 21: Γραφική αναπαράσταση συνεργατικών συστημάτων επί οχημάτων

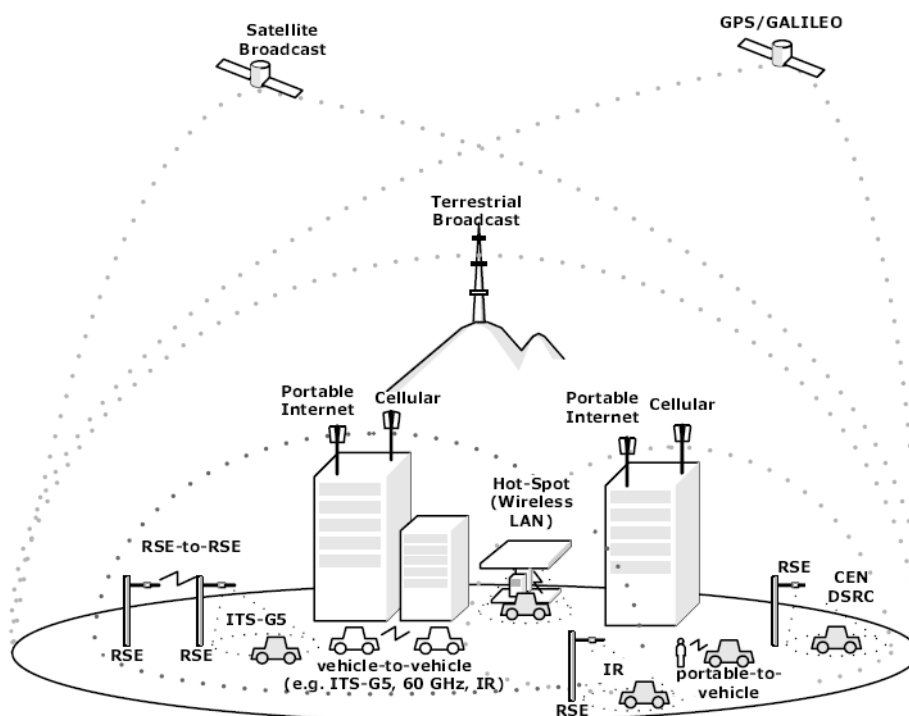
Ένα παράδειγμα επέκτασης του χωρικού ορίζοντα με χρήση συνεργατικών συστημάτων απεικονίζεται στην Εικόνα 22.



Εικόνα 22: Περίπτωση όπου ένα συνεργατικό σύστημα υπερτερεί σε σχέση με ένα αυτόνομο

Άλλες περιπτώσεις όπου τα συνεργατικά συστήματα προσφέρουν σαφή πλεονεκτήματα έναντι των αυτόνομων είναι η περίπτωση απότομης πέδησης κάποιου οχήματος, όπου για την αποφυγή πολλαπλής σύγκρουσης η πληροφορία αυτή θα μπορούσε να μεταδοθεί όχι μόνο στο αμέσως επόμενο όχημα αλλά σε πολλά ακόμη. Άλλο παράδειγμα είναι σε διασταυρώσεις, όπου οι πληροφορίες για ένα επερχόμενο όχημα μπορούν να μεταδίδονται σε όλα τα οχήματα που πλησιάζουν στη διασταύρωση.

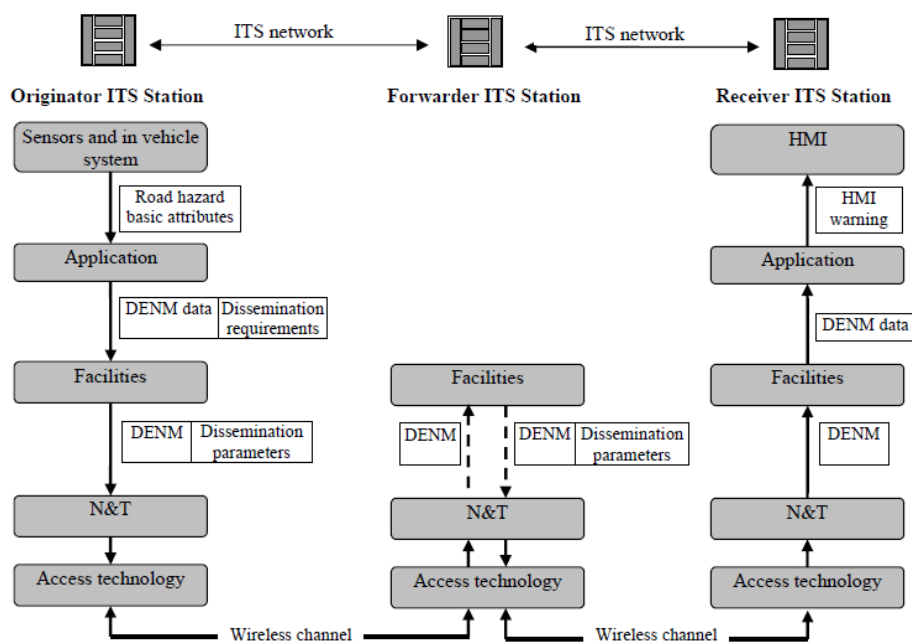
Ο οργανισμός European Telecommunications Standards Institute (ETSI) έχει εκδώσει το πρότυπο ETSI EN 302 665 V1.1.1 (2010-09) το οποίο καθορίζει την αρχιτεκτονική για να υλοποιηθεί το ακόλουθο σενάριο.



Εικόνα 23: Επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και υποδομής βάσει του προτύπου ETSI EN 302 665

Ο ίδιος οργανισμός ETSI με τη σειρά τεχνικών προδιαγραφών TC ITS TS 102 637 ορίζει ότι η ανταλλαγή πληροφοριών για τέτοιες εφαρμογές μεταξύ οχημάτων και υποδομής θα γίνεται

με τα πρωτόκολλα Cooperative Awareness Messages (CAM) και Decentralized Environmental Notification Messages (DENM). Τα μηνύματα CAM εκπέμπονται περιοδικά και περιλαμβάνουν βασικές πληροφορίες κατάστασης. Τα μηνύματα DENM εκπέμπονται μετά από συγκεκριμένα γεγονότα και περιέχουν ειδικές πληροφορίες προειδοποίησης. Τα γεγονότα που προβλέπονται αυτή τη στιγμή στις προδιαγραφές περιλαμβάνουν την απότομη επιβράδυνση κάποιου οχήματος, την ύπαρξη ακινητοποιημένου οχήματος στην οδό, κυκλοφοριακή συμφόρηση, έργα επί της οδού, παραβίαση σηματοδότη, κίνδυνο σύγκρουσης σε στροφή, διασταύρωση ή είσοδο σε οδό, άσχημες καιρικές συνθήκες και ολισθηρό οδόστρωμα. Ένα παράδειγμα ροής πληροφοριών κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων DENM σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του ETSI παρουσιάζεται στην Εικόνα 24 για την περίπτωση του κινδύνου επί της οδού.



Εικόνα 24: Ροή πληροφοριών μηνύματος DENM σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές ETSI TC ITS TS 102 637

4.7 Συστήματα αυτοματοποίησης οδήγησης

Σε μια παράλληλη προσπάθεια μείωσης των ατυχημάτων, τα τελευταία χρόνια η έρευνα έχει στραφεί και στα συστήματα αυτοματοποίησης της οδήγησης, με στόχο να προληφθούν τα ανθρώπινα λάθη που θεωρούνται αιτία για μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων. Στην προσέγγιση αυτή θεωρείται ότι η υποκατάσταση του οδηγού από το σύστημα αυτόματης οδήγησης θα μειώσει τα ατυχήματα, αν και δεν είναι λίγοι οι ερευνητές που προβληματίζονται για το κατά πόσο αυτό θα ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

Η σχετική έρευνα έχει έως σήμερα εστιαστεί σε αυτόνομα συστήματα βασιζόμενα σε αισθητήρες επί των οχημάτων. Από τις πρώτες εφαρμογές που μελετήθηκαν ήταν η ακολούθηση, όπου οχήματα οδηγούνται αυτόματα είτε σε ειδική οδό είτε ηλεκτρονικά συνδεδεμένα με ένα όχημα οδηγό το οποίο οδηγείται από άνθρωπο. Τα συστήματα αυτά εφαρμόστηκαν κυρίως σε αυτοκινητοδρόμους με μέγιστη ταχύτητα έως 85 χλμ. / ώρα. Τα συνδεδεμένα οχήματα ανά δύο διαθέτουν ένα αισθητήρα βίντεο που μετρά την απόστασή

τους, ένα σύστημα επικοινωνίας συνήθως στα 5.8 GHz και ένα σύστημα ελέγχου στο όχημα οδηγό. Ο οδηγός του πρώτου οχήματος επιβλέπει και όλα τα υπόλοιπα μέσω του συστήματος ελέγχου.



Εικόνα 25: Αυτοματοποιημένα οχήματα WesTrack στο Nevada Automotive Test Center

Στα πλαίσια ερευνητικών έργων έχουν μελετηθεί συστήματα τα οποία εστιάζουν σε υψηλής αυτοματοποίησης υποβοήθηση του οδηγού για αποφυγή ατυχημάτων. Το έργο HAVEit που συγχρηματοδοτήθηκε από το 7^ο ΠΠ της ΕΕ μελέτησε δύο περιπτώσεις, την οδήγηση σε μονότονες συνθήκες, όπου είναι πιθανό να εμφανιστούν περιπτώσεις απροσεξίας του οδηγού λόγω κόπωσης, και την περίπτωση οδήγησης σε συνθήκες συμφόρησης ή προσέγγισης σε σημείο όπου γίνονται έργα επί της οδού. Στα πλαίσια του έργου αναπτύχθηκε ένας Προσωρινός Αυτόματος Πιλότος (Temporary Auto Pilot) για την υποβοήθηση του οδηγού. Το έργο πρότεινε διάφορα επίπεδα αυτοματοποίησης της οδήγησης σε περιβάλλον αυτοκινητοδρόμου σε ταχύτητες έως 120 χλμ. / ώρα, πάντα υπό την πλήρη επίβλεψη και υπό τον πλήρη έλεγχο του οδηγού. Τα τέσσερα επίπεδα αυτοματοποίησης που προτάθηκαν είναι:

- Υψηλής αυτοματοποίησης οδήγηση: ο οδηγός δε χειρίζεται το σύστημα διεύθυνσης, αυτοματοποίηση διαμήκους και εγκάρσιου ελέγχου
- Ημι-αυτοματοποιημένη οδήγηση: ο οδηγός χειρίζεται το σύστημα διεύθυνσης, αυτοματοποίηση διαμήκους ελέγχου
- Υποβοηθούμενη οδήγηση: ο οδηγός χειρίζεται το σύστημα διεύθυνσης, υποβοηθούμενος εγκάρσιος έλεγχος
- Παρεμβατικές λειτουργίες ασφαλείας: ο οδηγός μπορεί να δώσει έναυσμα για πέδηση εκτάκτου ανάγκης

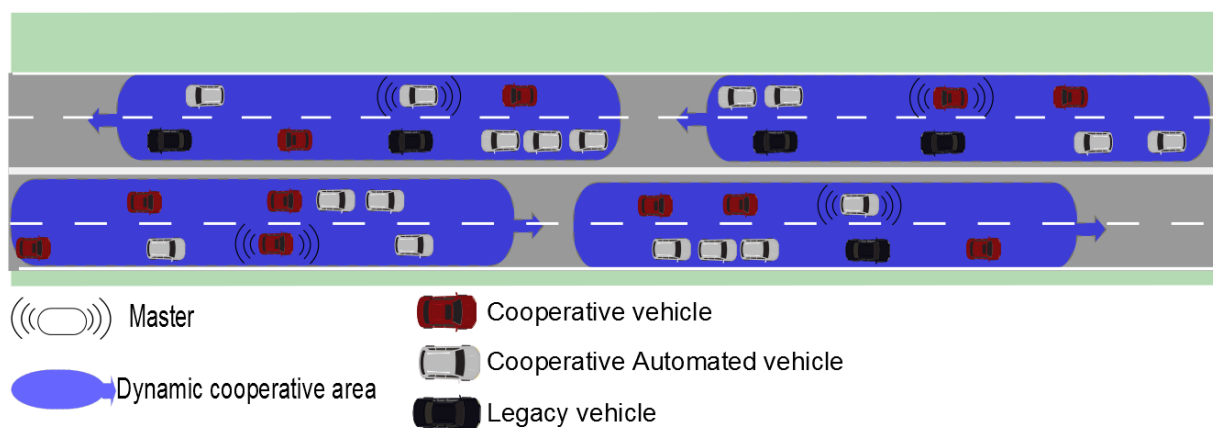
Το έργο HAVEit κατέληξε ότι στο μέλλον απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση της αξιοπιστίας του περιβαλλοντικού μοντέλου που δημιουργείται από τους αισθητήρες, ότι πρέπει να γίνει προσπάθεια σύντηξης δεδομένων από αυτόνομους αισθητήρες και από δεδομένα μέσω συνεργατικών τεχνολογιών, να μελετηθεί η περίπτωση ταυτόχρονης κυκλοφορίας αυτοματοποιημένων και μη οχημάτων, να είναι δυνατή η πρόβλεψη της συμπεριφοράς των μη αυτοματοποιημένων οχημάτων και να υπάρχει μια αξιόπιστη και στιβαρή στρατηγική οδήγησης για τα αυτοματοποιημένα οχήματα.

Πρωτότυπα πλήρως αυτοματοποιημένα οχήματα έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο ερευνητικών έργων, όπως CyberCars, CyberCars-2, EDICT, CyberMove, NetMobil, CityMobil, CityNetMobil, CATS, τα οποία συγχρηματοδοτήθηκαν από την ΕΕ. Τα πρωτότυπα αυτά είναι πλήρως αυτόνομα οχήματα που κινούνται σε μικρές ταχύτητες σε ειδικό περιβάλλον, δηλαδή όχι σε δημόσια οδό. Τα περισσότερα από τα πρωτότυπα αυτά χρησιμοποιούν τη μέθοδο

στενής ακολούθησης προπορευομένου οχήματος (platooning). Τα οχήματα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες ραντάρ, lidar ή όρασης για μέτρηση της απόστασης και της σχετικής ταχύτητας με το προπορευόμενο όχημα. Η πλευρική τοποθέτησή τους επί του οδοστρώματος επιτυγχάνεται είτε μέσω παρακολούθησης της υποδομής, δηλαδή των διαγραμμίσεων, ή ακολουθώντας το προπορευόμενο όχημα.

Ειδικότερα, το έργο Cybercars-2 εστίασε στην ανάπτυξη ενός κυβερνητικού συστήματος μεταφορών. Με χρήση συνεργατικών τεχνολογιών επικοινωνίας μεταξύ οχημάτων και μεταξύ οχημάτων και υποδομής, τα οχήματα μπορούσαν να εκτελούν συνεργατικούς ελιγμούς σε στενή απόσταση ενώ υπήρχε και συνεργατική διαχείριση της κυκλοφορίας από απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου. Η τελική επίδειξη πραγματοποιήθηκε στο La Rochelle, στη Γαλλία, το Σεπτέμβριο 2008, σε οκτώ κλειστές διαδρομές σε μια δημόσια πλατεία. Τα οχήματα επικοινωνούσαν μεταξύ τους και με τον κεντρικό σταθμό και αντάλλαζαν πληροφορίες ώστε να συνεργάζονται και να εκτελούν ελιγμούς παρόμοια με ανθρώπους – οδηγούς. Χρησιμοποιήθηκαν οχήματα που κινούνται πλήρως αυτόνομα και μπορούν να μεταφέρουν έως 2 άτομα με ταχύτητα έως 30 χλμ. / ώρα. Ο σχεδιαστής κίνησης του κάθε οχήματος ελέγχει την απόσταση των άλλων οχημάτων και όταν δύο οχήματα βρεθούν κοντά, το ένα όχημα επιβραδύνει και αφήνει το άλλο όχημα να συνεχίσει την πορεία του. Ένα κέντρο έλεγχε όλα τα μηνύματα θέσης και ταχύτητας που απέστειλαν τα οχήματα και σε περίπτωση προβλήματος, το εμπλεκόμενο όχημα ακινητοποιούνταν.

Το τρέχον ερευνητικό έργο AUTONET2030 το οποίο επίσης συγχρηματοδοτείται από το 7^ο ΠΠ της ΕΕ είναι το πρώτο που ασχολείται με την ανάπτυξη αλγορίθμων και συστημάτων για το συντονισμό της κίνησης στόλου αυτόματων οχημάτων, τα οποία θα επικοινωνούν μεταξύ τους με συνεργατικές τεχνολογίες και θα κινούνται σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας παράλληλα με συμβατικά οχήματα. Ένα πεδίο όπου εστιάζει το έργο είναι η διαπραγμάτευση των μελλοντικών ελιγμών των οχημάτων αυτών. Το όραμα του έργου απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα για κίνηση σε αυτοκινητόδρομο.



Εικόνα 26: Κυκλοφορία αυτόματα οδηγούμενων και συμβατικών οχημάτων σύμφωνα με το έργο AUTONET2030

Η αυτοματοποίηση στόλου οχημάτων μπορεί να βασίζεται είτε σε συστήματα κεντρικού ελέγχου, τα οποία παρέχουν υψηλή ασφάλεια, σταθερότητα και αποδοτικότητα, αλλά απαιτούν υψηλής ποιότητας πληροφορίες από τους αισθητήρες, είτε σε αποκεντρωμένα

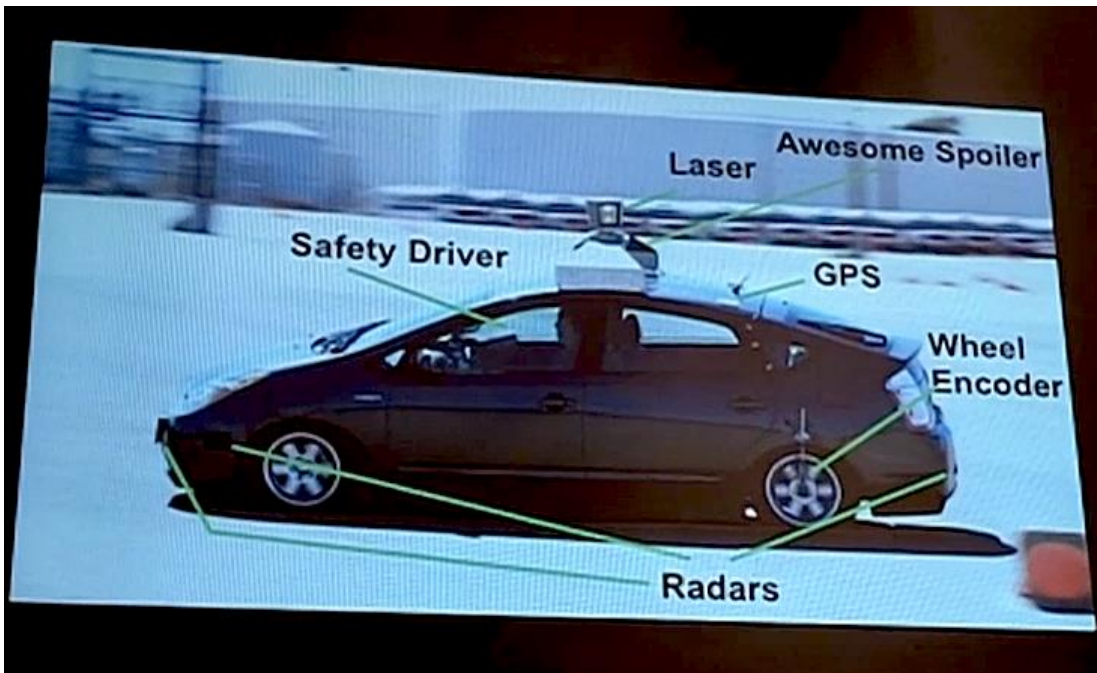
συστήματα ελέγχου, τα οποία δημιουργούν μειωμένο υπολογιστικό και επικοινωνιακό φόρτο, είναι ασφαλή έναντι αποτυχίας στο σύστημα επικοινωνιών και παρέχουν δυνατότητα επέκτασης.

Οι Mehani και de la Fortelle (2007) παρουσίασαν μια κεντρική μέθοδο προγραμματισμού τροχιών σε διασταύρωση με αλγόριθμους κράτησης. Η προσέγγιση των (Gregoire *et al*, 2012) είναι επίσης κεντρική και βασίζεται σε ιδέες σχεδίασης κίνησης όπως ο χώρος συντονισμού. Ο κεντρικός σχεδιασμός βασίζεται στην υπόθεση ότι θα λαμβάνονται έγκαιρα ακριβείς πληροφορίες από όλα τα εμπλεκόμενα συστήματα, η υπόθεση αυτή όμως δεν έχει επικυρωθεί σε πραγματικές συνθήκες.

Μια άλλη προσέγγιση της σχεδίασης των ελιγμών είναι με τεχνικές κατανεμημένης ρομποτικής, όπως οι αλγόριθμοι νοημοσύνης σμήνους (*swarm intelligence*), που αξιοποιεί πλήρως κατανεμημένες και κλιμακούμενες μεθόδους ελέγχου (Sahin, 2005) χρησιμοποιώντας την αυτο-οργάνωση ως κύριο μηχανισμό συντονισμού. Τα αυτο-οργανούμενα συστήματα ρομποτικής θεωρείται ότι είναι πιο στιβαρά σε αναταράξεις από τα συστήματα κεντρικού ελέγχου αλλά δεν εξασφαλίζουν την σε πραγματικό χρόνο αποτελεσματικότητα συντονισμού. Ισχυρές γραφηματικές κατανεμημένες μέθοδοι ελέγχου έχουν επίσης αναπτυχθεί για εφαρμογές ελέγχου αυτοματισμών για την αντιμετώπιση προβλημάτων των κατανεμημένων συστημάτων (Ji και Egerstedt, 2007; Olfati-Saber *et al*, 2007). Οι Gowal και Martinoli (2012) μελετούν κατανεμημένες αμοιβαίες στρατηγικές αποφυγής συγκρούσεων που έχουν επίγνωση των περιορισμών αίσθησης, ενεργοποίησης και υπολογιστικής δυναμικής των συστημάτων, οι οποίες όμως μέχρι σήμερα έχουν επικυρωθεί μόνο για μινιατούρες οχημάτων.

Όλα τα ανωτέρω βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο και δεν υπάρχουν αποτελέσματα από την εφαρμογή τους σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας.

Η μόνη αξιόλογη πρωτοβουλία κυκλοφορίας πλήρως αυτό-οδηγούμενων οχημάτων σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας είναι τα **Google Driverless Cars**. Σύμφωνα με δημοσιεύματα του Αυγούστου 2012 τα οχήματα αυτά έχουν διανύσει από το 2010 περισσότερα από 500.000 χιλιόμετρα χωρίς ατύχημα, με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση. Τα οχήματα αυτά κινούνται με το επίσημο όριο ταχύτητας και βασίζονται σε ένα αισθητήρα laser στην οροφή τους, που δημιουργεί μια τρισδιάστατη απεικόνιση του περιβάλλοντος, καθώς και σε πολύ λεπτομερείς και υψηλής ευκρίνειας ψηφιακούς χάρτες του οδικού δικτύου και του οδοστρώματος καθώς και όλων των αντικειμένων που συνυπάρχουν στην εικόνα.



Εικόνα 27: Οι αισθητήρες των Google Driverless Cars

Χαρακτηριστικά αναφέρει ένας από τους μηχανικούς της Google ότι «σε μια διασταύρωση τα οχήματα αυτά παραχωρούν την προτεραιότητα βάσει του Κ.Ο.Κ., αν όμως τα άλλα οχήματα δεν ανταποκριθούν, τότε το Google Car κινείται λίγο ώστε να δείξει την πρόθεσή του στους άλλους οδηγούς». Ο ίδιος σημειώνει ότι «αν δεν προγραμματιστεί αυτού του είδους η συμπεριφορά, θα ήταν αδύνατο για το ρομποτικό όχημα να κινηθεί στον πραγματικό κόσμο». Αυτή η παρατήρηση, βάσει της εμπειρίας της κυκλοφορίας αυτο-οδηγούμενων οχημάτων σε πραγματικές συνθήκες, καταδεικνύει πόσο σημαντικό είναι το φαινόμενο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών και ότι πρέπει πραγματικά να ενσωματωθεί στα ΣΥΑΟ, ώστε να είναι η λειτουργικότητά τους σύμφωνη με τις ανθρώπινες προσδοκίες και να μπορούν να ενσωματωθούν σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Ένας από τους τομείς που πρέπει να διερευνηθούν είναι η δυνατότητα τέτοιων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των πλήρως αυτοματοποιημένων οχημάτων, ώστε οι επιδόσεις τους να είναι παρόμοιες με εκείνες του ανθρώπου - οδηγού, παρά τις κατώτερες γνωστικές ικανότητες των υπολογιστών σε σχέση με τον άνθρωπο. Αυτό αποτελεί προαπαιτούμενο για τη δημιουργία της δημόσιας αποδοχής και εμπιστοσύνης που απαιτείται για την ευρεία εφαρμογή των οχημάτων αυτών.

Όπως αναφέρθηκε, υπάρχουν ερευνητές που προβληματίζονται για το κατά πόσον τα αυτοματοποιημένα οχήματα θα προάγουν την οδική ασφάλεια. Οι Sivak και Schoettle (2015) αναρωτιούνται αν θα μπορούν τα αυτο-οδηγούμενα οχήματα να αντισταθμίσουν τα ατυχήματα που προκαλούνται από άλλους μετέχοντες στην κυκλοφορία καθώς και από παράγοντες σχετικά με το όχημα, την οδό και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Επίσης διερεύνησαν αν μπορούν όλα τα σχετικά δεδομένα για τη λήψη μιας απόφασης να παρασχεθούν στο αυτο-οδηγούμενο όχημα και αν η υπολογιστική ταχύτητα, η συνεχής επαγρύπνηση και η μηδενική πιθανότητα διάσπασης της προσοχής του αυτο-οδηγούμενου οχήματος μπορούν να υποκαταστήσουν την προβλεπτική γνώση ενός έμπειρου οδηγού. Η μελέτη τους καταλήγει ότι ο προσδοκώμενος μηδενισμός των θανάτων σε τροχαία ατυχήματα από την αντικατάσταση των ανθρώπων οδηγών με αυτο-οδηγούμενα οχήματα είναι μη

ρεαλιστικός και ότι δεν πρέπει να θεωρείται αυτονόητο ότι ένα αυτο-οδηγούμενο όχημα θα μπορούσε ποτέ να κυκλοφορήσει με μεγαλύτερη ασφάλεια από ό,τι ένας έμπειρος, μεσήλικας οδηγός. Επίσης επισημαίνουν ότι κατά τη μακρά μεταβατική περίοδο, όπου θα συνυπάρχουν στην κυκλοφορία συμβατικά και αυτο-οδηγούμενα οχήματα, η οδική ασφάλεια μπορεί ακόμη και να μειωθεί, τουλάχιστον για τα συμβατικά οχήματα.

4.8 Προσπάθειες ανάπτυξης συστημάτων αναγνώρισης πρόθεσης οδηγού

Οι ερευνητές στην αυτοκινητοβιομηχανία ενδιαφέρθηκαν από παλιά να κατανοήσουν τη συμπεριφορά και την απόδοση και επίδοση των οδηγών, αφού αυτοί έχουν τον καίριο λόγο στην οδήγηση και άρα στην οδική ασφάλεια (Mourant και Donahue, 1974). Θεωρήθηκε ότι η αναγνώριση και κατανόηση της συμπεριφοράς οδήγησης θα καταστήσει δυνατή την καλύτερη κατανόηση της όλης κατάστασης οδήγησης.

Η κατανόηση της πρόθεσης του οδηγού σε πραγματικό χρόνο θεωρήθηκε από τους ερευνητές κρίσιμη για την ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης οδήγησης. Το σκεπτικό ήταν ότι τα ΣΥΑΟ πρέπει να λαμβάνουν κρίσιμες αποφάσεις σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, όπου ακόμη και χιλιοστά του δευτερολέπτου είναι σημαντικά για την αποφυγή ατυχήματος. Πολύτιμος χρόνος θα μπορούσε να εξοικονομηθεί αν τα συστήματα αυτά μπορούσαν να κατανοήσουν την πρόθεση των εμπλεκόμενων οδηγών και άρα να κάνουν έγκαιρη πρόβλεψη των προτιθέμενων ελιγμών και της πιθανότητας ατυχήματος. Επίσης, η έγκαιρη αναγνώριση της πρόθεσης θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμη για τη βελτίωση της απόδοσης των ΣΥΑΟ. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να καταστείλει το σύστημα προειδοποίησης εξόδου από τη λωρίδα και να ενεργοποιήσει το σύστημα υποβοήθησης αλλαγής λωρίδας, αν μπορούσε να αναγνωρίσει τότε ο οδηγός προτίθεται να αλλάξει λωρίδα και δεν εκφεύγει αυτής άθελά του.

Προς την κατεύθυνση αυτή έχουν διεξαχθεί κάποιες μελέτες αναγνώρισης πρόθεσης οδηγών βάσει παρατηρούμενων συμπεριφορών, αν και αφορούν σε συγκεκριμένους ελιγμούς και κυκλοφοριακές συνθήκες, και κυρίως αφορούν στην αναγνώριση πρόθεσης του οδηγού του εξοπλισμένου οχήματος, και όχι όλων των οδηγών που εμπλέκονται σε ένα ελιγμό. Οι Tijerina *et al* (2005) διαπίστωσαν ότι υπάρχει 65% έως 92% πιθανότητα ελέγχου του καθρέπτη από τον οδηγό πριν από μια αλλαγή λωρίδας. Σχετική μελέτη του οργανισμού NHTSA (Lee *et al*, 2004) ορίζει ότι αυτές οι οπτικές αναζητήσεις διαρκούν κατά μέσο όρο 1,1 δευτερόλεπτα. Οι Oliver και Pentland (2000) αναφέρουν ότι μπόρεσαν να διακρίνουν μεταξύ 7 διαφορετικών ελιγμών, τους οποίους αποσύνθεσαν σε ακολουθία δράσεων, με χρήση συνδεδεμένων κρυμμένων μοντέλων Markov. Οι Berndt *et al* (2008) χρησιμοποίησαν επίσης κρυμμένα μοντέλα Markov για την πρόβλεψη αλλαγών λωρίδας και στροφών. Άλλοι ερευνητές εστίασαν σε έναν μόνο ελιγμό, όπως η αλλαγή λωρίδας, και υιοθέτησαν παραδοσιακές τεχνικές μάθησης και αναγνώρισης προτύπων. Οι Kuge *et al* (2000) επίσης χρησιμοποίησαν κρυμμένο μοντέλο Markov που χρησιμοποιεί δυναμικές μετρήσεις από το όχημα για να διακρίνουν μεταξύ της κατάστασης τήρησης και αλλαγής λωρίδας. Οι Salvucci *et al* (2007) ενσωμάτωσαν δυναμικές παραμέτρους του οχήματος και στοιχεία της διαδρομής καθώς και πληροφορίες από ένα ραντάρ αυτόματης τήρησης πορείας σε ένα νοητικό μοντέλο του οδηγού για πρόβλεψη αλλαγής λωρίδας. Ερευνητές στο San Diego χρησιμοποίησαν διάλυσμα σχέσης για να προβλέψουν την πρόθεση του οδηγού να αλλάξει λωρίδα (McCall *et al*, 2007; Doshi και Trivedi, 2009), να φρενάρει (McCall και Trivedi, 2007) και να στρίψει (Cheng και Trivedi, 2006).

Στις μελέτες αυτές χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από διάφορους αισθητήρες και η πρόβλεψη βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στις μεθόδους οπτικής αναζήτησης, μέσω κίνησης των οφθαλμών και του κεφαλιού του οδηγού, που προηγούνται των ελιγμών. Η αναγνώριση της πρόθεσης βασικά στηρίζεται στην πρόβλεψη της μελλοντικής θέσης του οχήματος σε σύγκριση με τη γεωμετρία της οδού και χρησιμοποιώντας κάποιες συμπεριφορές του οδηγού που έχει βρεθεί ότι προηγούνται συγκεκριμένων ελιγμών, για παράδειγμα ο έλεγχος των καθρεπτών πριν την αλλαγή λωρίδας. Συνήθως τα συστήματα αυτά υπολογίζουν κάποια πιθανότητα να αρχίσει ο συγκεκριμένος ελιγμός εντός ενός μικρού χρονικού περιθωρίου.

Οι Morris *et al* (2011) παρουσίασαν ένα σύστημα πρόβλεψης πρόθεσης αλλαγής λωρίδας. Το σύστημα βασίζεται σε επεξεργασία δεδομένων από διάφορους αισθητήρες και εκπαιδεύει ένα ταξινομητή αλλαγής λωρίδας ο οποίος παράγει μια χρονοσειρά πιθανότητας πρόθεσης αλλαγής λωρίδας κάθε 33 ms. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι το σύστημά τους βασίζεται κυρίως σε μια κάμερα που παρακολουθεί τις κινήσεις του κεφαλιού του οδηγού και αναφέρουν ότι παρουσίασε ποσοστό επιτυχούς πρόβλεψης της πρόθεσης 80%, αλλά ότι υπήρχαν πολλές εσφαλμένες θετικές προβλέψεις που είναι ιδιαίτερα προβληματικές για οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο. Αυτές προέκυπταν επειδή υπήρχαν πολλές κυκλοφοριακές συνθήκες που έμοιαζαν με αλλαγή λωρίδας, όπως είσοδος και έξοδος σε αυτοκινητόδρομο, αλλά και προβλήματα στα δεδομένα των αισθητήρων και περιπτώσεις εκδήλωσης πρόθεσης του οδηγού όπου όμως δεν υλοποιήθηκε τελικά ο ελιγμός αλλαγής λωρίδας. Για παράδειγμα, ένα οδηγός μπορεί να στρίψει το κεφάλι και να ελέγξει προς τα πίσω να ετοιμάζεται για αλλαγή λωρίδας, αλλά τελικά να μην το κάνει. Η πρόθεση για ελιγμό υπήρξε αλλά ο ελιγμός δεν έγινε για κάποιο λόγο. Για να μπορέσει όμως να λειτουργήσει σωστά ένα σύστημα υποστήριξης θα πρέπει να είναι βέβαιο ότι ο ελιγμός θα ξεκινήσει και μάλιστα αρκετά δευτερόλεπτα πριν την έναρξή του.

Αντίστοιχες προσπάθειες αναγνώρισης πρόθεσης έχουν γίνει και στα πλαίσια ερευνητικών έργων. Για παράδειγμα στο ερευνητικό έργο INTERACTIVE (<http://interactive-ip.eu>) που χρηματοδοτήθηκε από το 7^ο ΠΠ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής αναπτύχθηκε ένα υποσύστημα υπολογισμού της μελλοντικής τροχιάς του εξοπλισμένου οχήματος με στόχο την έμμεση πρόβλεψη της πρόθεσης του οδηγού του λίγα δευτερόλεπτα πριν την έναρξη τυχόν ελιγμού. Το υποσύστημα αυτό χρησιμοποιεί δυναμικές παραμέτρους της κίνησης του οχήματος και τη γεωμετρία της οδού ώστε να υπολογίσει τη μελλοντική θέση του οχήματος την οποία εκφράζει σε διάνυσμα θέσης στις επόμενες χρονικές στιγμές.

Παρά τις προσπάθειες αυτές, γεγονός παραμένει ότι τα ΣΥΑΟ δεν μπορούν να αναγνωρίσουν σήμερα την πρόθεση του οδηγού. Όλες οι προσπάθειες που αναφέρθηκαν δε δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα που θα μπορούσαν να τύχουν ευρείας εφαρμογής και είναι προς το παρόν άγνωστη η απόδοσή τους σε πραγματικές συνθήκες. Επίσης, συνήθως τέτοια συστήματα αφορούν στην αναγνώριση πρόθεσης του οδηγού του εξοπλισμένου οχήματος και όχι στην πρόθεση των οδηγών των λοιπών οχημάτων, κάτι που είναι απαραίτητο για τον ορθό σχεδιασμό ενός κοινού σχεδίου κίνησης για περισσότερα του ενός οχήματα.

4.9 Τι λείπει στη σχεδίαση των συστημάτων

Όπως παρουσιάστηκε αναλυτικά, τα ΣΥΑΟ σήμερα σχεδιάζονται με βάση τους φυσικούς νόμους με την ενσωμάτωση διυποκειμενικών παραμέτρων. Τα συστήματα αυτά δεν

τυγχάνουν μεγάλης αποδοχής από τους οδηγούς, καθώς οι οδηγοί θεωρούν ότι οι προειδοποιήσεις τους δε συμφωνούν με τις δικές τους εκτιμήσεις και προσδοκίες. Σε μια τρέχουσα ερευνητική προσπάθεια συντονισμού μεικτού στόλου από αυτόματα οδηγούμενα οχήματα και συμβατικά οχήματα έχει εντοπισθεί η ανάγκη διαπραγμάτευσης των μελλοντικών ελιγμών μεταξύ των αυτόματων οχημάτων ή μεταξύ των αυτόματων οχημάτων και των οδηγών των συμβατικών οχημάτων. Είναι φανερό ότι το φαινόμενο των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων οδηγών πρέπει να μοντελοποιηθεί και να ενσωματωθεί στη σχεδίαση των ΣΥΑΟ, ώστε η λειτουργικότητά τους να συμφωνεί με την ανθρώπινη απόδοση σε αντίστοιχες συνθήκες και να ανταποκρίνεται στις ανθρώπινες προσδοκίες. Αυτό φαίνεται και στην επισήμανση του ειδικού της Google σχετικά με τα αυτο-οδηγούμενα οχήματά τους. Αυτή η διαπραγμάτευση ελιγμών είναι σήμερα δυνατή μέσω της χρήσης συνεργατικών τεχνολογιών, όπως καλούνται, δηλαδή τεχνολογιών και συστημάτων ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ οχημάτων και μεταξύ οχημάτων και υποδομής, ιδίως μετά την έκδοση του προτύπου αρχιτεκτονικής για την ανάπτυξη συνεργατικών ΣΥΑΟ του οργανισμού ETSI και τα καθορισθέντα από τον ίδιο οργανισμό πρωτόκολλα ανταλλαγής πληροφοριών.

Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι η λειτουργικότητα των ΣΥΑΟ δεν είναι σύμφωνη με τις ανθρώπινες προσδοκίες και εκτιμήσεις γιατί δεν εμπεριέχουν στη σχεδίασή τους το φαινόμενο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών. Αντίθετα αντιμετωπίζουν τα άλλα οχήματα ως άψυχες κινούμενες μάζες, οι οποίες θα συνεχίσουν να κινούνται με βάση τους φυσικούς νόμους, και δε συνεκτιμούν την πρόθεση του οδηγού τους, τον οποίο θεωρούν ως απροσπέλαστο για επικοινωνία και αλληλεπίδραση, ούτε λαμβάνουν υπόψιν ότι όταν υπάρχει σύγκρουση σχεδίων, γίνεται κάποια συνεννόηση οδηγών.

Σύμφωνα με τους Hutchins και Klausen (2000) το σημαντικό σε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα δεν είναι να αναπαραστήσει και να γνωστοποιήσει την κατάστασή του, αλλά το αν θα μπορεί να αλληλεπιδρά με τους χειριστές με τον τρόπο με τον οποίο αυτοί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Στα συστήματα αυτοματοποιημένης οδήγησης λείπει η προσομοίωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των οδηγών, ώστε η απόδοση των συστημάτων αυτών να προσομοιάζει τις ανθρώπινες επιδόσεις σε αντίστοιχες συνθήκες. Ειδικά τα συστήματα αυτοματοποιημένης οδήγησης πρέπει να αλληλεπιδρούν με τους οδηγούς με τον τρόπο με τον οποίο αυτοί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Για παράδειγμα, πολλά συστήματα προειδοποιούν για κίνδυνο σύγκρουσης κατά την αλλαγή λωρίδας χρησιμοποιώντας μια μεταβλητή την οποία ορίζουν ως «αποδεκτό κενό» και προσπαθούν με πειράματα και παρατηρήσεις αλλαγής λωρίδας να προσδιορίσουν μια τιμή για αυτό η οποία θα ικανοποιεί την πλειοψηφία των οδηγών. Όμως υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι οι οδηγοί δεν αλλάζουν λωρίδα εκτιμώντας απλά το κενό με το άλλο όχημα, αλλά κυρίως εκτιμώντας την πρόθεση του άλλου οδηγού να φρενάρει και να τους δημιουργήσει ικανοποιητικό κενό, ώστε να εκτελεστεί η αλλαγή λωρίδας. Αυτή ακριβώς η επικοινωνία πρόθεσης, αυτή η συνεννόηση μεταξύ οδηγών ή μεταξύ αυτόματων συστημάτων, πρέπει να μοντελοποιηθεί και να ενσωματωθεί στη σχεδίασή τους.

Πριν αρκετά χρόνια είχαν δημιουργηθεί μεγάλες προσδοκίες ότι θα μπορούσαν να σχεδιασθούν έμπειρα συστήματα, τα οποία θα υποκαθιστούσαν τους ανθρώπους στη λήψη κρίσιμων αποφάσεων, για παράδειγμα τους γιατρούς. Όπως έδειξε η πρακτική, ούτε τα συστήματα αυτά, αλλά ούτε και τα υψηλής αυτοματοποίησης συστήματα των αεροπλάνων, μπόρεσαν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο, αφού ο άνθρωπος είναι ανώτερος στην επίλυση

προβλημάτων. Τα αυτόματα συστήματα μπορούν μόνο να στηρίξουν τον άνθρωπο στη λήψη αποφάσεων, παρέχοντάς του καλύτερη πληροφόρηση. Άρα μάλλον δεν πρέπει να αναμένουμε ότι και τα συστήματα αυτοματοποιημένης οδήγησης θα μπορέσουν στο άμεσο μέλλον να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο οδηγό. Στην καλύτερη περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει πάντα ένας άνθρωπος ελεγκτής, έτοιμος να αναλάβει τον έλεγχο, αν αυτό χρειαστεί. Σε κάθε περίπτωση όμως, το αυτόματο σύστημα θα πρέπει να γνωστοποιεί την κατάστασή του και τις ενέργειες που αναλαμβάνει και ο άνθρωπος θα πρέπει να μπορεί πάντα να το υπερκεράσει. Για το σκοπό αυτό, η αλληλεπίδραση του συστήματος με το χειριστή αλλά και των συστημάτων μεταξύ τους αλλά και με τους άλλους οδηγούς θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις ανθρώπινες προσδοκίες.

Η εμπειρία δείχνει ότι η σχεδίαση των ΣΥΑΟ με βάση μόνο φυσικούς νόμους, ακόμη και με την ενσωμάτωση «αποδεκτών» τιμών για διαπροσωπικές παραμέτρους, είναι εγγενώς περιορισμένη και δεν μπορεί να αντικατοπτρίσει τον πλούτο των προσδοκιών των οδηγών σε κάθε περίπτωση. Η μοντελοποίηση και ενσωμάτωση των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών στη σχεδίαση των συστημάτων αυτών θα τα καταστήσει περισσότερο σύμφωνα με τις ανθρώπινες προσδοκίες και θα επιτρέψει έναν πιο ανθρωποκεντρικό συντονισμό πολλαπλών συστημάτων ή αυτόματων οχημάτων.

5. Η οδήγηση ως Συλλογική Δραστηριότητα και η ανάγκη επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών

5.1 Κοινωνικές έννοιες σχετικές με την οδήγηση

Περιγράφοντας το φαινόμενο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών, χρησιμοποιήθηκε αρκετά ο όρος «συνεργασία» οδηγών. Περαιτέρω, στις τρέχουσες ερευνητικές προσπάθειες για ανάπτυξη ΣΥΑΟ χρησιμοποιείται κατά κόρον ο όρος «συνεργατικά» συστήματα. Με τον όρο αυτό νοούνται συστήματα τα οποία επιτρέπουν την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ οχημάτων ή μεταξύ οχημάτων και υποδομής, με στόχο την καλύτερη αντίληψη της κυκλοφοριακής κατάστασης. Επιδιώκεται δηλαδή η ανάπτυξη συστημάτων τα οποία θα «συνεργάζονται» για την επίτευξη του κοινού στόχου σχεδιασμού τους, που συνήθως είναι η προώθηση της οδικής ασφάλειας, η αύξηση της κινητικότητας των ατόμων και αγαθών, η προστασία του περιβάλλοντος και η αύξηση της ικανοποίησης των οδηγών.

Η χρήση της οδού μπορεί πράγματι να θεωρηθεί ως μια συνεργατική δραστηριότητα. Μια σειρά από δράστες (actors), οδηγοί ή συστήματα αυτοματοποίησης, πρέπει να μοιράζονται έναν κοινό πόρο, την οδό, και για να το κάνουν αυτό πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν και να αλληλο-ρυθμίζουν τις ενέργειες και δράσεις τους για την αποφυγή διαταραχών της κυκλοφορίας και ατυχημάτων, άρα κατά μια έννοια πρέπει να συνεργαστούν. Για την αμοιβαία ρύθμιση και προγραμματισμό των δράσεών τους, οι χρήστες της οδού χρειάζεται συχνά να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους. Στα πλαίσια των αλληλοεπιδράσεων αυτών, οι οδηγοί πρέπει συχνά να προβλέπουν τις προθέσεις των άλλων χρηστών της οδού, ερμηνεύοντας τη συμπεριφορά τους. Δηλαδή, για να ρυθμίζουν και να σχεδιάζουν τις δράσεις τους και την κίνησή τους, οι οδηγοί πρέπει να καταλαβαίνουν την πρόθεση ο ένας του άλλου, πρέπει να επικοινωνούν τη δική τους πρόθεση και να ερμηνεύουν την πρόθεση των άλλων, και η ερμηνεία αυτή πρέπει να γίνεται με τον ίδιο τρόπο από όλους. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές, που έχουν σκοπό την επικοινωνία πρόθεσης, αποκαλούνται «επικοινωνιακές», και επειδή υπάρχει αμφότερη ερμηνεία πρόθεσης θεωρούνται ως «κοινωνικές» αλληλεπιδράσεις.

Από τα ανωτέρω, είναι φανερό ότι στο φαινόμενο των αλληλεπιδράσεων των οδηγών ενέχονται όροι όπως συνεργασία, συντονισμός και κοινωνική ή επικοινωνιακή αλληλεπίδραση. Στα επόμενα γίνεται αρχικά μια προσπάθεια διασαφήνισης των όρων αυτών, ώστε να κατανοηθεί καλύτερα το φαινόμενο.

5.2 Συντονισμός – Συνεργασία

Συντονισμός (Coordination) κατά τους Zalesny *et.al.* (1995) είναι η συμπληρωματική χρονική αλληλουχία συμπεριφορών μεταξύ μελών ομάδας για την επίτευξη του στόχου τους. Ο Klein (2001) ορίζει το συντονισμό ως την προσπάθεια από πολλούς φορείς να δράσουν ενορχηστρωμένα για την επίτευξη ενός κοινού στόχου, πραγματοποιώντας ένα σενάριο που όλοι καταλαβαίνουν. Και στους δύο ορισμούς αυτούς υπάρχει η συμπληρωματικότητα ή η ενορχήστρωση δράσεων ή συμπεριφορών και η επίτευξη κάποιου κοινού στόχου. Όμως, οι ορισμοί αυτοί δεν καλύπτουν περιπτώσεις όπου οι μετέχοντες δεν έχουν κοινό στόχο παρά μόνο το να συνεργαστούν για να επιτύχουν τους ατομικούς τους στόχους (Clancey, 2004), όπως μάλλον ισχύει για την περίπτωση της οδήγησης. Πράγματι, στην περίπτωση της οδήγησης το κοινό σενάριο είναι ελάχιστο και περιορίζεται μόνο σε ισχύοντες κανόνες και συμβάσεις, ενώ δεν υπάρχει κοινός στόχος εκτός από την ασφάλεια και αυτο-προστασία όλων

των μετεχόντων στην κυκλοφορία. Στην περίπτωση της οδήγησης, οι μετέχοντες σίγουρα δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ομάδα, αφού απλά δρουν ενορχηστρωμένα ώστε οι συναλλαγές τους, οι αλληλεπιδράσεις τους, να είναι ασφαλείς.

Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι το υπό μελέτη φαινόμενο των αλληλεπιδράσεων βρίσκεται σε ανώτερο επίπεδο συνείδησης από το συντονισμό, ο οποίος ίσως τις περισσότερες φορές συμβαίνει σε προ-συνειδητό επίπεδο. Ο λόγος είναι ότι η ενορχήστρωση δράσεων ή συμπεριφορών, που καλείται συντονισμός, γίνεται τις περισσότερες φορές σε μια ροή δράσεων, ασυνείδητα από τους μετέχοντες στη ροή. Το υπό μελέτη φαινόμενο των αλληλεπιδράσεων, αντίθετα, παρατηρείται συνήθως αφού ο μετέχων διακόψει προσωρινά την ομαλή ροή δράσεων και συνειδητά ξεκινήσει μια αλληλεπίδραση, αναμένοντας την αντίδραση των άλλων μετεχόντων πριν αποφασίσει να συνεχίσει τις δράσεις του.

Ειδικότερα, οι Warneken *et al* (2006) αναφέρουν ότι κατά τις συνεργατικές αλληλεπιδράσεις οι συμμετέχοντες δεν αντιδρούν απλά στις δράσεις των άλλων, αλλά πρέπει να καταλάβουν τις προθέσεις των άλλων και να τις ενσωματώσουν στις δικές τους προθέσεις και ότι τέτοιες αλληλεπιδράσεις περιλαμβάνουν έναν κοινό στόχο και αλληλοεξαρτώμενους ρόλους (κοινές προθέσεις) ως προς το στόχο. Πράγματι, στη βιβλιογραφία ο όρος «συνεργασία» (cooperation) χρησιμοποιείται περισσότερο από τον όρο «συντονισμός» για να περιγράψει δράσεις που γίνονται σε ανώτερο επίπεδο συνείδησης. Βέβαια, ο όρος «συνεργασία» απαντάται με διαφορετικό νόημα στα διάφορα επιστημονικά πεδία όπου μελετάται, ανάλογα με το στόχο και τη μέθοδο που χρησιμοποιείται σε κάθε έρευνα κάποιου συνεργατικού φαινομένου.

Για κάποιους ερευνητές η συνεργασία είναι αποτέλεσμα. Σύμφωνα με τους Dugatkin και Mesterton-Gibbons (1996) η συνεργασία είναι ένα αποτέλεσμα που, παρά τα πιθανά κόστη για μεμονωμένα άτομα, είναι «καλό» υπό κάποιο κατάλληλο πρίσμα για τα μέλη μιας ομάδας δύο ή περισσότερων ατόμων, και του οποίου η υλοποίηση απαιτεί συλλογική δράση. Ο Dugatkin (1997) ορίζει επίσης τη συνεργασία ως αποτέλεσμα, το οποίο, παρά τα πιθανά σχετικά κόστη για το μεμονωμένο άτομο, είναι «καλό» για τα μέλη μιας ομάδας και του οποίου η υλοποίηση απαιτεί συλλογική δράση. Οι Weingarten και Mechner (1966) αναφέρουν ότι η συνεργασία συμβαίνει όταν τα αποτελέσματα για κάθε μετέχοντα εξαρτώνται από τη συμπεριφορά του ίδιου του ατόμου αλλά και του συνεργάτη ή των συνεργατών του.

Για άλλους μελετητές, η συνεργασία είναι ένα είδος αλληλεπίδρασης που μπορεί να αναγνωριστεί από τη μορφή ή και το αποτέλεσμά της, για άλλους είναι μια στρατηγική (strategy) που χρησιμοποιείται από έναν συμμετέχοντα σε μια αλληλεπίδραση, και για άλλους είναι χαρακτηριστικό μιας μακροπρόθεσμης σχέσης. Οι Bowles & Gintis (2003) ορίζουν τη συνεργασία ως ατομική συμπεριφορά, που επιφέρει κόστος για το άτομο το οποίο συμμετέχει σε μια κοινή δραστηριότητα, η οποία προσδίδει οφέλη υπεράνω του κόστους (cost) για άλλα μέλη της ομάδας του. Οι Sachs *et al* (2004) αναφέρουν ότι οι συνεργατικές αλληλεπιδράσεις αποτελούνται από μία ή περισσότερες πράξεις, που επιφέρουν κόστος για ένα άτομο αλλά είναι επωφελείς για ένα ή περισσότερα άλλα άτομα. Ο Noë (2006) περιγράφει τη συνεργασία ως τις αλληλεπιδράσεις που κατά μέσο όρο έχουν ως αποτέλεσμα καθαρό όφελος (benefit) για όλους τους συμμετέχοντες και ορίζει τη συνεργατική επένδυση ως όλες τις δαπάνες συμπεριφοράς, μορφολογίας και φυσιολογίας που, κατά κανόνα, διευκολύνουν τη

συνεργασία. Οι Melis και Semmann (2010) ορίζουν τη συνεργασία με την ευρύτερη έννοιά της, ως σύνολο συμπεριφορών που παρέχουν όφελος σε ένα άλλο άτομο, το λήπτη (respondent), ή είναι επωφελείς τόσο για το δράστη όσο και για το λήπτη.

Οι Bshary και Bergmueller (2008) αναγνωρίζουν τη σύγχυση στη χρήση κοινής ορολογίας σχετικά με τη συνεργασία και προτείνουν μια ταξινόμηση των κοινωνικών συμπεριφορών και κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, ανάλογα με την επίδρασή τους στην άμεση μακροχρόνια αρμοστικότητα, δηλαδή τη γενετική καταλληλότητα, του δράστη και του λήπτη, και ανάλογα με την επίδρασή τους στα άμεσα ανταλλάγματα του δράστη και του λήπτη, όπως φαίνεται στους ακόλουθους πίνακες. Στην ορολογία τους, οι συγγραφείς κάνουν διάκριση μεταξύ συμπεριφοράς και υποκείμενης στρατηγικής. Στρατηγική είναι ο καθορισμός του τι θα πράξει ένα άτομο σε οποιαδήποτε κατάσταση αυτό μπορεί να βρεθεί (Maynard Smith, 1982) και μπορεί να διακριθεί σε γενετικά καθορισμένη στρατηγική και επίκτητη στρατηγική (τακτική). Σε αυτή την προσπάθειά τους να ξεκαθαρίσουν τη σχετική ορολογία, οι συγγραφείς χρησιμοποιούν τον όρο συνεργασία για να δηλώσουν μια κοινωνική αλληλεπίδραση.

Λήπτης Δράστης	+	-
+	Αμοιβαία επωφελής συμπεριφορά	Εγωιστική συμπεριφορά
-	Αλτρουιστική συμπεριφορά	Πεισματική συμπεριφορά

Πίνακας 4: Ταξινόμηση κοινωνικών συμπεριφορών με βάση την επίδρασή τους στη δια βίου άμεση αρμοστικότητα (direct fitness) του δράστη και του λήπτη (διατηρώντας τη συμπεριφορά του λήπτη σταθερή)

Παίκτης 2 Παίκτης 1	+	-
+	Συνεργασία (μεταξύ του ίδιου είδους) Αλληλοβοήθεια (μεταξύ διαφορετικών ειδών)	Αλτρουισμός (αποτέλεσμα λόγω αμοιβαίας συμφωνίας) Παρασιτισμός / θήρευση
-	Αλτρουισμός (αποτέλεσμα λόγω αμοιβαίας συμφωνίας) Παρασιτισμός / θήρευση	Ανταγωνισμός Πείσμα

Πίνακας 5: Ταξινόμηση κοινωνικών αλληλεπιδράσεων με βάση την επίδραση δύο παικτών (players) στη δια βίου άμεση αρμοστικότητα ο ένας του άλλου

Λήπτης Δράστης	+	-
+	Αυτοεξυπηρετούμενη αμοιβαία επωφελής συμπεριφορά	Εξαπάτηση
-	Επένδυση	Τιμωρία

Πίνακας 6: Ταξινόμηση κοινωνικών συμπεριφορών στο πλαίσιο της συνεργασίας με βάση την επίδρασή τους στην άμεση ανταπόδοση του δράστη και του λήπτη (διατηρώντας τη συμπεριφορά του λήπτη σταθερή)

Παίκτης 2 Παίκτης 1	+	-
+	Αμοιβαία συνεργασία	Εκμετάλλευση
-	Εκμετάλλευση	Αμοιβαία αποστασία

Πίνακας 7: Ταξινόμηση κοινωνικών αλληλεπιδράσεων στο πλαίσιο της συνεργασίας με βάση την επίδρασή τους στην άμεση ανταπόδοση του δράστη και του λήπτη

Από τα ανωτέρω βλέπουμε ότι η συνεργασία μπορεί να θεωρηθεί ως μια παρατηρούμενη

κοινωνική αλληλεπίδραση με θετικό αποτέλεσμα για καθέναν από τους εμπλεκόμενους στην αλληλεπίδραση. Άρα, όταν γίνεται λόγος για συνεργασία οδηγών ή για συνεργατικά συστήματα, μάλλον γίνεται λόγος σε μια κοινωνική αλληλεπίδραση. Στα επόμενα αναλύεται περισσότερο ο όρος κοινωνική συμπεριφορά και αλληλεπίδραση.

5.3 Συμπεριφορά, αλληλεπίδραση, κοινωνική αλληλεπίδραση

Σύμφωνα με τους Dewey και Bentley (1949) η συμπεριφορά πρέπει πάντα να θεωρείται ως αποτέλεσμα συναλλαγής. Δεν προκύπτει μόνο από τον οργανισμό στον οποίο παρατηρείται, ούτε είναι αποτέλεσμα μόνο του περιβάλλοντος, αλλά πάντα είναι μια κατάσταση του οργανισμού σε συνδυασμό με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται, στην οποία συμβάλλουν ισότιμα τόσο ο οργανισμός όσο και οι εξωτερικές οντότητες του περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με τον Rummel (1976) η συμπεριφορά είναι μια ευρεία έννοια, που παρατηρείται με διάφορες μορφές. Ο συγγραφέας ορίζει ως συμπεριφορά οποιαδήποτε δραστηριότητα ή έλλειψη δραστηριότητας ενός όντος, και τη διακρίνει σε:

Ανακλαστική (Reflex): Εδώ περιλαμβάνονται αιτιώδεις συμπεριφορές που είναι αποτέλεσμα κάποιου πρότερου διακριτού γεγονότος. Ως παράδειγμα αναφέρεται η αναπήδηση λόγω κάποιου δυνατού θορύβου.

Πράξη (Act): Νοείται η σκόπιμη συμπεριφορά που περιγράφει κάποια πρόθεση, σκοπό ή σχέδιο. Ως παράδειγμα αναφέρεται η διεξαγωγή εκστρατείας για εκλογή σε δημοτικό αξίωμα.

Δράση (Action): Νοείται η προτιθέμενη συμπεριφορά για την επίτευξη κάποιας πρόθεσης, σκοπού ή σχεδίου. Ως παράδειγμα αναφέρεται η εκφώνηση λόγων στα πλαίσια εκστρατείας για εκλογή σε δημοτικό αξίωμα.

Πρακτική (Practice): Νοείται η ορθολογική συμπεριφορά που ακολουθεί κανόνες, έθιμα, συνήθειες, τύπους ή τα χρηστά ήθη. Ως παράδειγμα αναφέρεται η ειλικρινής συμπεριφορά γιατί αυτό είναι το σωστό.

Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, κοινωνική συμπεριφορά είναι η συμπεριφορά που είναι προσανατολισμένη προς άλλα άτομα. Η κοινωνική συμπεριφορά αντιλαμβάνεται ένα άλλο άτομο ως έναν «εαυτό» αντιλαμβανόμενο, σκεπτόμενο, ηθικό, με προθέσεις και συμπεριφορά, λαμβάνει υπόψη το προτιθέμενο ή ορθολογικό νόημα του πεδίου έκφρασης του άλλου ατόμου, περιλαμβάνει προσδοκίες για τις πράξεις και δράσεις του άλλου ατόμου, και εκδηλώνει την πρόθεση να επικαλεσθεί στο άλλο άτομο ορισμένες εμπειρίες και προθέσεις. Αυτό που διαφοροποιεί την κοινωνική από τη μη κοινωνική συμπεριφορά είναι το εάν το συμπεριφερόμενο άτομο λαμβάνει υπόψη στις πράξεις, δράσεις ή πρακτικές του έναν άλλο «εαυτό», όπως περιγράφεται ανωτέρω.

Στο κοινωνικό επίπεδο λοιπόν, κοινωνική πράξη είναι κάθε πρόθεση, σχέδιο, σκοπός που λαμβάνει υπόψη και έναν άλλο «εαυτό». Η κοινωνική πράξη μπορεί να επηρεάζει τα συναισθήματα, τις προθέσεις ή τις πεποιθήσεις ενός άλλου «εαυτού», ή να αναγνωρίζει και να προβλέπει τις πράξεις, δράσεις ή πρακτικές ενός άλλου «εαυτού». Κοινωνικές δράσεις είναι αυτές που κατευθύνονται προς την επίτευξη μιας κοινωνικής πράξης. Εφόσον ο σκοπός τους είναι μια κοινωνική πράξη, οι δράσεις είναι κοινωνικές είτε ενέχουν άλλους «εαυτούς» είτε όχι. Κοινωνικές πρακτικές είναι οι κανόνες, τα έθιμα και οι συνήθειες που περιλαμβάνουν ή προβλέπουν τα συναισθήματα, τις σκέψεις ή τις προθέσεις ενός άλλου «εαυτού».

Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με τον Rummel (1976), υπάρχουν τρία συστατικά των

κοινωνικών πράξεων: οι **πράκτορες**, τα **μέσα** και το **νόημα**. Πράκτορας είναι ο δράστης, αυτός που συμπεριφέρεται, και αυτός που είναι το αντικείμενο της συμπεριφοράς. Μέσο είναι η φυσική κατάσταση, κίνηση ή δραστηριότητα των πρακτόρων που έχει νόημα για αυτούς. Τα νοήματα είναι κοινά ή δημόσια και ερμηνεύουν και καθορίζουν συγκεκριμένες συμπεριφορές. Το νόημα ενός συμπλέγματος συμπεριφορών συνθέτει ένα πεδίο έκφρασης, ένα σύνολο που ενοποιείται μέσω της αντίληψης των προθέσεων, των αιτιών ή των λόγων των συμπεριφορών. Παρόμοια σύμφωνα με τον Sorokin (1969), κάθε «διαδικασία εννοιώδους ανθρώπινης αλληλεπίδρασης υλοποιείται με τρεις συνιστώσες. Αυτές είναι (1) τα σκεπτόμενα, δρώντα και αντιδρώντα **ανθρώπινα όντα** ως υποκείμενα της αλληλεπίδρασης, (2) τα **νοήματα, αξίες και κανόνες** για χάρη των οποίων τα άτομα αλληλεπιδρούν, υλοποιώντας και ανταλλάσσοντας τέτοια νοήματα, αξίες και κανόνες κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής τους, και (3) **εμφανείς δράσεις και φαινόμενα** ως μέσα ή αγωγοί μέσω των οποίων τα άυλα νοήματα, αξίες και κανόνες αντικειμενοποιούνται και κοινωνικοποιούνται.» Σύμφωνα με τους δύο αυτούς συγγραφείς, κάθε κοινωνική πράξη εμπεριέχει την ανταλλαγή νοήματος.

Κοινωνικές αλληλεπιδράσεις είναι οι πράξεις, δράσεις ή πρακτικές δύο ή περισσότερων «εαυτών», αμοιβαία προσανατολισμένων ο ένας προς τον άλλο, δηλαδή οποιαδήποτε συμπεριφορά προσπαθεί να επηρεάσει ή να λάβει υπόψη τις υποκειμενικές εμπειρίες ή τις προθέσεις ενός άλλου «εαυτού» (Rummel, 1976). Αυτό σημαίνει ότι τα μέρη της κοινωνικής αλληλεπίδρασης θα πρέπει να έχουν αντιληφθεί το ένα το άλλο, να έχουν στο μυαλό τους το ένα το άλλο. Αυτό δεν σημαίνει κατ' ανάγκη να έχουν άμεση φυσική αλληλεπίδραση ή οπτική επαφή, αλλά να υπάρχει αμοιβαίος υποκειμενικός προσανατολισμός του ενός προς το άλλο. Κοινωνική αλληλεπίδραση υπάρχει και όταν δεν υπάρχει φυσική συμπεριφορά, για παράδειγμα στην περίπτωση δύο ατόμων που σκόπιμα αγνοεί το ένα το άλλο. Δεν υπάρχει κοινωνική αλληλεπίδραση όταν οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν ο ένας τον άλλον ως αντικείμενα, πράγματα, άλογα όντα, αντανάκλαστικές μηχανές ή ενδιάμεσους παραγωγούς φαινομένων αιτίου-αποτελέσματος.

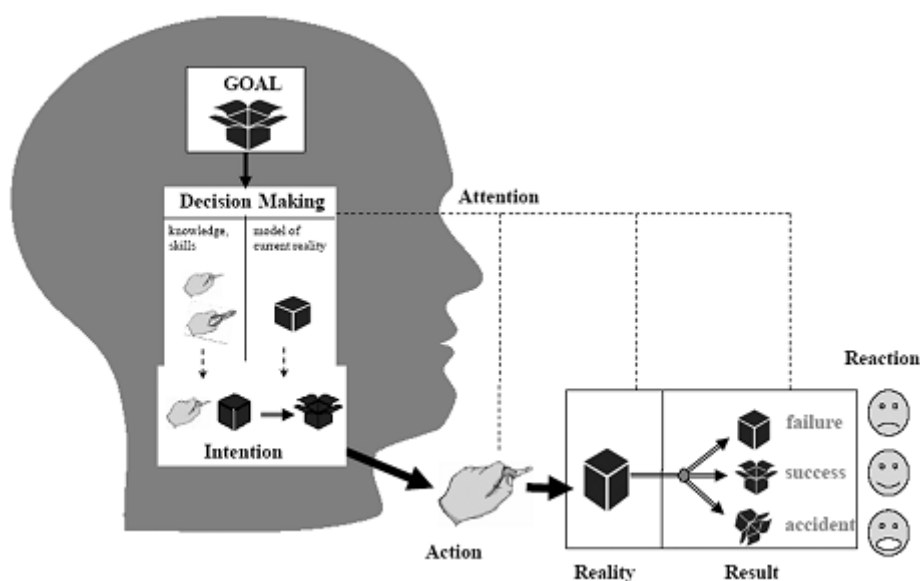
Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι η οδήγηση είναι σε πολλές περιπτώσεις κοινωνική δραστηριότητα, ότι οι οδηγοί μέσα στα οχήματά τους επιδεικνύουν κοινωνική συμπεριφορά, ότι παρατηρούν και ερμηνεύουν κοινωνική συμπεριφορά από τους άλλους μετέχοντες στην οδική κυκλοφορία, και ότι εμπλέκονται σε κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Υποστηρίζεται ότι σε πολλές περιπτώσεις οι οδηγοί δεν προβλέπουν την εξέλιξη της κατάστασης της κυκλοφορίας θεωρώντας τα λοιπά οχήματα ως απλές «κινούμενες μάζες», ως «άψυχες οντότητες», δηλαδή ως αντικείμενα, πράγματα, άλογα όντα, αντανάκλαστικές μηχανές ή ενδιάμεσους παραγωγούς φαινομένων αιτίου-αποτελέσματος, τα οποία είναι προγραμματισμένα να συνεχίσουν την κίνησή τους με βάση τους νόμους της φυσικής. Υποστηρίζεται ότι οι οδηγοί δεν προβλέπουν τη μελλοντική θέση των λοιπών οχημάτων με απλή μελλοντική προβολή του διανύσματος κίνησής τους. Αντίθετα, οι οδηγοί αντιμετωπίζουν τα άλλα οχήματα ως κοινωνικές μονάδες, ως «έμψυχους οχηματ-άνθρωπους», και σε μεγάλο βαθμό βασίζονται τις προσδοκίες τους για την εξέλιξη της σκηνής κυκλοφορίας από την παρατήρηση και την ερμηνεία της συμπεριφοράς αυτών των κοινωνικών μονάδων. Σύμφωνα με το γενικό ορισμό της κοινωνικής συμπεριφοράς του Rummel (1976), υποστηρίζεται ότι οι οδηγοί θεωρούν έναν «οχηματ-άνθρωπο» ως μια «αντιλαμβανόμενη, σκεπτόμενη, με ηθική, προθέσεις, και συμπεριφορά μονάδα, θεωρούν το σκόπιμο ή ορθολογικό νόημα του πεδίου έκφρασής της, ενσωματώνοντας προσδοκίες για τις δράσεις και πράξεις της και δηλώνοντας μια πρόθεση να επικαλούνται σε αυτήν ορισμένες εμπειρίες και προθέσεις». Έτσι κάθε αλληλεπίδραση μεταξύ περισσότερων οδηγών, οι οποίοι «αμοιβαία προσανατολίζονται ο

ένας προς τον άλλο, προσπαθώντας να επηρεάσουν ή να λάβουν υπ' όψιν τις υποκειμενικές εμπειρίες ή τις προθέσεις ο ένας του άλλου», είναι κοινωνική αλληλεπίδραση, σύμφωνα με το γενικό ορισμό του Rummel (1976).

5.4 Η ανθρώπινη Πρόθεση (Intent)

Στα πλαίσια των συζητήσεων για την κοινωνική συμπεριφορά και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις γίνεται συνεχής αναφορά στον όρο πρόθεση. Η ανθρώπινη πρόθεση είναι θεμελιώδους σημασίας για την κατανόηση του τι ακριβώς πράττει κάποιο άτομο κάθε στιγμή. Η ίδια ακριβώς φυσική κίνηση κάποιου δράστη μπορεί να ερμηνευθεί με πολλούς τρόπους από τους άλλους, για παράδειγμα μπορεί να θεωρηθεί ότι ο δράστης δίνει κάτι, το μοιράζεται, το δανείζει, το μετακινεί, το πετά, το επιστρέφει, το ανταλλάσσει, το πουλά, και η κάθε ερμηνεία εξαρτάται από τους σκοπούς και τις προθέσεις του δράστη (Tomasello *et al*, 2005).

Οι Tomasello *et al* (2005) προτείνουν ένα απλό μοντέλο για την ανθρώπινη εκ προθέσεως δράση βάσει των αρχών των συστημάτων ελέγχου. Στο μοντέλο αυτό ο στόχος, η δράση και η αντιληπτική παρακολούθηση θεωρούνται συστατικά ενός ευρύτερου προσαρμοστικού συστήματος, το οποίο ρυθμίζει τις αλληλεπιδράσεις του οργανισμού με το περιβάλλον. Το μοντέλο αυτό έχει τρία βασικά συστατικά: (1) μια τιμή αναφοράς ή το στόχο προς τον οποίο δρα το σύστημα, (2) την ικανότητα δράσης του συστήματος ώστε να αλλάξει το περιβάλλον, και (3) την ικανότητα αντίληψης του περιβάλλοντος ώστε να είναι γνωστό πότε η κατάσταση του περιβάλλοντος συμφωνεί με την τιμή αναφοράς. Το μοντέλο αυτό είναι αυτο-ρυθμιζόμενο λόγω της κυκλικής του οργάνωσης, ο στόχος καθορίζει τη δράση, η οποία αλλάζει την αντίληψη (ανατροφοδότηση), η οποία (σε σύγκριση με το στόχο) καθορίζει και πάλι τη δράση. Το μοντέλο απεικονίζεται στην Εικόνα 28 χρησιμοποιώντας ένα άτομο που θέλει να ανοίξει ένα κλειστό κουτί.



Εικόνα 28 : Μοντέλο της ανθρώπινης εκ προθέσεως δράσης. Στόχος είναι το ανοιχτό κουτί, η πραγματικότητα είναι το κλειστό κουτί. Ο δράστης επιλέγει ένα μέσο (σχέδιο), που παρουσιάζεται ως δράση με τα χέρια, το οποίο σχηματίζει μια πρόθεση. Η δράση προκαλεί ένα αποτέλεσμα, το οποίο οδηγεί σε αντίδραση του δράστη.

Οι συγγραφείς σχολιάζουν κάποιες θεωρητικές ασάφειες. Η λέξη «στόχος» μπορεί να αναφέρεται τόσο σε εξωτερικό στόχο, δηλαδή σε μια ορισμένη κατάσταση του περιβάλλοντος, όπως ένα ανοιχτό παράθυρο, όσο και σε εσωτερικό στόχο, δηλαδή σε μια εσωτερική οντότητα που καθοδηγεί τη συμπεριφορά του ατόμου, π.χ. μια νοητική αναπαράσταση της επιθυμητής κατάστασης, όπως ένα ανοιχτό κουτί. Για λόγους διάκρισης οι συγγραφείς καλούν τον εξωτερικό στόχο «επιθυμητό αποτέλεσμα».

Για τη διάκριση μεταξύ στόχου και πρόθεσης, οι συγγραφείς ορίζουν την πρόθεση ως το σχέδιο δράσεων που επιλέγει ο οργανισμός και στο οποίο δεσμεύεται για την επίτευξη ενός στόχου. Η πρόθεση λοιπόν περιλαμβάνει κατά τους συγγραφείς τα μέσα, το σχέδιο δράσης, και το στόχο. Το γεγονός ότι η πρόθεση περιλαμβάνει και το στόχο εξηγεί γιατί η ίδια ακριβώς δράση μπορεί να θεωρηθεί διαφορετική από άποψη σκοπιμότητας, για παράδειγμα, το κόψιμο ενός κουτιού ως δράση μπορεί να θεωρηθεί είτε «άνοιγμα του κουτιού» είτε «δημιουργία προσανάμματος» ανάλογα με το στόχο του δράστη. Έτσι, ο οργανισμός έχει ως στόχο «να γίνει το Χ» και την πρόθεση «να κάνει το Α» ώστε να πετύχει το στόχο αυτό.

Κατά την επιλογή μιας πορείας δράσεων, δηλαδή κατά τη λήψη απόφασης, ο οργανισμός συμβουλευεται τις αποθηκευμένες γνώσεις και δεξιότητες και το νοητικό μοντέλο της τρέχουσας πραγματικότητας, δηλαδή, τα θέματα που είναι «σχετικά» με το στόχο. Η δράση που επιλέγεται είναι «λογική» στο βαθμό που αυτή επιλέγεται με βάση τις γνώσεις και δεξιότητες του οργανισμού και το μοντέλο της τρέχουσας πραγματικότητας.

Από την άποψη του εξωτερικού παρατηρητή, η πρόθεση του οργανισμού συνήθως καταλήγει σε συγκεκριμένες συμπεριφορικές δράσεις, ενώ σχετική είναι η τρέχουσα πραγματικότητα και τυχόν πρόσθετοι περιορισμοί στο συγκεκριμένο. Μετά τη δράση επί της πραγματικότητας, η κατάσταση του κόσμου μεταβάλλεται ή όχι. Αυτή η μεταβολή είναι το αποτέλεσμα της δράσης, το οποίο είναι επίσης τυπικά παρατηρήσιμο.

Σημαντικό για την όλη διαδικασία είναι η αντιληπτική παρακολούθηση του οργανισμού καθ'όλη τη διάρκειά της (οι διακεκομμένες γραμμές στην εικόνα). Ο οργανισμός παρακολουθεί την κατάσταση για να δει (1) ποια είναι η τρέχουσα πραγματικότητα (πληροφορίες που χρησιμοποιεί συνεχώς), (2) αν εκτελέστηκε η προτιθέμενη δράση, και (3) το αποτέλεσμα που παρήγαγε η δράση.

Στην Εικόνα 28 χρησιμοποιείται η λέξη «προσοχή» και όχι «αντίληψη». Οι συγγραφείς το αιτιολογούν λέγοντας ότι ο οργανισμός δεν αντιλαμβάνεται τα πάντα, αλλά μάλλον προσέχει μόνο εκείνες τις πτυχές της κατάστασης που είναι σχετικές με το στόχο. Θεωρούν λοιπόν την προσοχή ως σκόπιμη αντίληψη, ως επιλεκτική προσοχή.

Οι συγγραφείς τονίζουν ότι με την επιλογή κάποιου σχεδίου δράσης ο οργανισμός πρέπει συνήθως να δημιουργήσει επίσης υπό-στόχους και σχέδιο δράσης σε χαμηλότερο επίπεδο. Αντίστροφα, υπάρχουν και στόχοι υψηλότερου επιπέδου, π.χ. γιατί θέλει το άτομο να ανοίξει το κουτί. Σε γενικές γραμμές αυτό που είναι στόχος, όταν παρατηρείται από χαμηλότερο επίπεδο, είναι μέσο όταν παρατηρείται από ανώτερο επίπεδο.

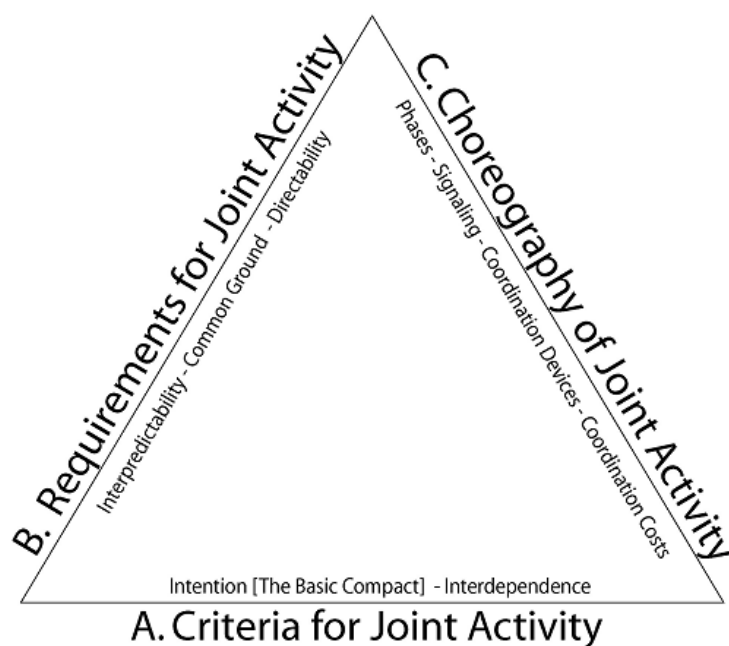
Επίσης, αναφέρουν ότι πολλές φορές στόχος μπορεί να είναι κάποια κίνηση ή δράση που δεν έχει παρατηρήσιμες επιδράσεις στο περιβάλλον ή μπορεί ο στόχος να περικλείει μια συγκεκριμένη δράση ή σε περίπτωση συνεργατικών δράσεων μπορεί ο στόχος να είναι κάτι να

γίνει μαζί με κάποιο άλλο άτομο.

Οι συλλογικές δράσεις και πρακτικές των ανθρώπων συχνά δομούνται από κοινά συμβολικά τεχνήματα (artefacts), όπως γλωσσολογικά σύμβολα και κοινωνικές δομές, που διευκολύνουν τη «μετάδοσή» τους από γενιά σε γενιά αυξάνοντας την περιπλοκότητά τους με το χρόνο. Η κατανόηση των εκ προθέσεως δράσεων και αντιλήψεων των άλλων δεν είναι από μόνη της αρκετή για να παραχθούν ανθρωπόμορφες κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες (Tomasello *et al*, 2005), χρειάζεται κάτι πρόσθετο, το οποίο οι συγγραφείς ονομάζουν «κατανεμημένη αποβλεπτικότητα» (shared intentionality). Οι ανθρώπινες αλληλεπιδράσεις απαιτούν όχι μόνο την κατανόηση των στόχων, προθέσεων και αντιλήψεων των άλλων ατόμων, αλλά επίσης επιπρόσθετα ένα κίνητρο για να μοιραστούν αυτά τα πράγματα σε αλληλεπίδραση με άλλους, και ίσως ειδικές μορφές διαλογικής γνωστικής αναπαράστασης για το σκοπό αυτό.

5.5 Η Συλλογική Δραστηριότητα (Joint Activity)

Μια άλλη συναφής έννοια, για την οποία έχει προταθεί ένα αναλυτικό μοντέλο από τους Klein *et al* (2005), είναι η έννοια της συλλογικής δραστηριότητας. Σύμφωνα με τον Clark (1996) μια συλλογική δραστηριότητα είναι ένα σύνολο συμπεριφορών που πραγματοποιούνται από μια ομάδα ανθρώπων που «συντονίζονται» ο ένας με τον άλλο. Η έννοια της συλλογικής δραστηριότητας και του συντονισμού είναι πράγματι συναφείς, οι άνθρωποι εμπλέκονται σε μια συλλογική δραστηριότητα όταν ενεργούν συνδυαστικά με άλλους για επιδίωξη ενός κοινού στόχου. Η συμμετοχή σε μια συλλογική δραστηριότητα απαιτεί από τους συμμετέχοντες να συντονίζονται, αφού κάποιες τουλάχιστον από τις δράσεις τους θα επηρεάζουν τις δραστηριότητες προς επίτευξη του στόχου των άλλων συμμετεχόντων. Το μοντέλο περιγραφής της συλλογικής δραστηριότητας των Klein *et al* (2005) παρουσιάζεται στην Εικόνα 29.



Εικόνα 29: Περιγραφή της Συλλογικής Δραστηριότητας (Klein *et al*, 2005)

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, τα βασικά κριτήρια που πρέπει να πληρεί μια συλλογική δραστηριότητα είναι ότι οι μετέχοντες πρέπει να έχουν την πρόθεση (intention) να εργαστούν από κοινού και η εργασία τους πρέπει να είναι αλληλοεξαρτώμενη (interdependent).

Κατά τους συγγραφείς η πρόθεση σχετικά με τη συλλογική δραστηριότητα εκφράζεται με μια Βασική Συμφωνία (Basic Contract), που συνιστά το επίπεδο δέσμευσης όλων των μετεχόντων να συντονιστούν. Η συμφωνία αυτή είναι συνήθως σιωπηρή και περιλαμβάνει τη δέσμευση για την έως ένα σημείο ευθυγράμμιση των στόχων τους. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι κάποιος από τους μετέχοντες μπορεί κάποτε να χαλαρώνουν κάποιους βραχυπρόθεσμους τοπικούς στόχους τους, ώστε να επιτευχθούν γενικότεροι και πιο μακροπρόθεσμοι στόχοι, κοινοί ή ατομικοί. Η Βασική Συμφωνία επίσης περιλαμβάνει τη δέσμευση να εντοπιστούν και να διορθωθούν όλες οι απώλειες Κοινού Νοητικού Υποβάθρου (Common Ground), όπως αναλύεται παρακάτω, που μπορεί να διαταράξουν τη συλλογική δραστηριότητα. Κατά τους συγγραφείς η Βασική Συμφωνία είναι διαρκώς ενισχυόμενη και ανανεούμενη. Οι υπευθύνότητες που δημιουργεί η Βασική Συμφωνία περιλαμβάνουν επίσης την ανακοίνωση στους άλλους μετέχοντες της παραλαβής σημάτων, τη μετάδοση κάποιου αποτελέσματος από την έννοια του σήματος πίσω στον εκπομπό του, και την ένδειξη προετοιμασίας για επακόλουθες δράσεις. Η Βασική Συμφωνία επίσης απαιτεί ότι αν κάποιος από τους μετέχοντες προτίθεται να σταματήσει να λαμβάνει μέρος στη συλλογική δραστηριότητα θα πρέπει να πληροφορήσει τους άλλους.

Η αλληλεξάρτηση κατά τον Clark (1996) σημαίνει ότι αυτό που κάνει ο μετέχων Α πρέπει να εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από αυτό που κάνει ο μετέχων Β, και αντίστροφα.

Κατά τους Klein *et al* (2005) για να υπάρχει αποτελεσματικός συντονισμός σε μια κοινή δραστηριότητα απαιτείται τα μέλη της ομάδας να είναι αλληλο-προβλέψιμα (interpredictable), να έχουν ικανοποιητικό Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο (Common Ground) και να μπορούν να κατευθύνουν το ένα το άλλο (directability).

Η αλληλο-προβλεψιμότητα είναι η ικανότητα πρόβλεψης των ενεργειών των άλλων μετεχόντων με ικανοποιητική ακρίβεια. Κάθε μετέχων είναι υπεύθυνος ώστε οι ενέργειές του να είναι ικανοποιητικά προβλέψιμες από τους άλλους.

Το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο (Common Ground) ορίζεται ως ο μηχανισμός με τον οποίο οι εμπλεκόμενοι σε μια συλλογική δραστηριότητα συντονίζουν τις δράσεις τους. Το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο περιλαμβάνει την αμοιβαία γνώση, τις πεποιθήσεις και τις παραδοχές που οι εμπλεκόμενοι στη συνεργατική διαδικασία πιστεύουν ότι μοιράζονται σχετικά με αυτή. Σύμφωνα με τους Clark και Brennan (1991) το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο αναφέρεται στη συναφή αμοιβαία γνώση, την αμοιβαία πίστη και τις αμοιβαίες υποθέσεις που υποστηρίζουν τις αλληλεξαρτώμενες ενέργειες σε κάποια συλλογική δραστηριότητα. Λόγω της ύπαρξης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου μπορούν οι άνθρωποι να χρησιμοποιούν συντεταγμένες μορφές επικοινωνίας και να είναι εύλογα πεπεισμένοι ότι ενδεχομένως αμφίσημα μηνύματα και σήματα θα γίνουν κατανοητά. Το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο μπορεί να επικοινωνείται λεκτικά ή μπορεί να αναπαριστάται μέσω δράσης. Το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο δε θεωρείται ως μια κατάσταση αλλά ως μια διαδικασία επικοινωνίας, ελέγχου, ενημέρωσης, προσαρμογής και επιδιόρθωσης της αμοιβαίας κατανόησης.

Κατά τον Clark (1991) το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο απαρτίζεται από: το αρχικό Κοινό

Νοητικό Υπόβαθρο, τα δημόσια γεγονότα έως την τρέχουσα χρονική στιγμή και την τρέχουσα κατάσταση της δραστηριότητας. Το αρχικό Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο περιλαμβάνει όλες τις σχετικές γνώσεις και την πρότερη ιστορία που οι μετέχοντες συνεισφέρουν στη συλλογική δραστηριότητα, όχι μόνο την κοινή γενική γνώση του κόσμου αλλά και όλες τις συμβάσεις που γνωρίζουν ότι συνδέονται με τη συγκεκριμένη συλλογική τους εργασία. Τα δημόσια γεγονότα αφορούν στη γνώση του ιστορικού των γεγονότων, δηλαδή στις δραστηριότητες στις οποίες έχουν εμπλακεί οι μετέχοντες στα πλαίσια της συλλογικής δραστηριότητας έως την τρέχουσα χρονική στιγμή. Η συνεχιζόμενη κοινή εργασία παρέχει σε κάθε μετέχοντα περισσότερες πληροφορίες για τους άλλους, για την εξέλιξη συγκεκριμένων καταστάσεων, για τη διαπραγμάτευση του νοήματος πραγμάτων και γεγονότων. Η τρέχουσα κατάσταση της δραστηριότητας παρέχει νύξεις για να καταστεί δυνατή η πρόβλεψη των επόμενων ενεργειών και η διαμόρφωση κατάλληλων μορφών συντονισμού. Η φυσική «σκηνή» που παρέχεται από την τρέχουσα κατάσταση χρησιμεύει ως ένα είδος συσσωρευμένων καταγραφών παρελθουσών δραστηριοτήτων και συχνά καθιστά εξέχον τι είναι το πιο κρίσιμο στοιχείο στη σκηνή για την περαιτέρω εξέλιξη της δραστηριότητας. Σημειώνεται ότι κάποιες φορές οι μετέχοντες μπορεί να θεωρήσουν εσφαλμένα ότι βλέπουν το ίδιο πράγμα και το ερμηνεύουν με τον ίδιο τρόπο (Koschmann *et al*, 2001). Σύμφωνα με τους Christoffersen και Woods (2002) η «παρατηρησιμότητα» είναι πολύ σημαντική για τον αποτελεσματικό συντονισμό και είναι η προϋπόθεση για την εδραίωση του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου.

Κατά τους Klein *et al* (2005) οι πιο σημαντικοί τύποι αμοιβαίας γνώσης, πεποιθήσεων και υποθέσεων σχετίζονται με:

- τους ρόλους και λειτουργίες κάθε μετέχοντα
- τις ρουτίνες που μπορεί να εκτελεί η ομάδα
- τις δεξιότητες και ικανότητες κάθε μετέχοντα
- τους στόχους των μετεχόντων, συμπεριλαμβανομένης της δέσμευσής τους για την επιτυχία της δραστηριότητας της ομάδας
- τη «στάση» κάθε μετέχοντα (π.χ. η αντίληψή του για χρονική πίεση, το επίπεδο κόπωσης και οι ανταγωνιστικές προτεραιότητες).

Σύμφωνα με τον Clark (1996) το p είναι Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο για τα μέλη του συνόλου G αν και μόνο εάν:

1. τα μέλη του G γνωρίζουν το p
2. τα μέλη του G γνωρίζουν ότι τα μέλη του G γνωρίζουν το p
3. τα μέλη του G γνωρίζουν ότι τα μέλη του G γνωρίζουν ότι τα μέλη του G γνωρίζουν το p

Το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο δεν είναι στατικό αλλά συσσωρεύεται καθώς δύο άτομα συμμετέχουν σε μια συλλογική δραστηριότητα. Οι Clark και Brennan (1991) υποστηρίζουν ότι η συνεργασία, επικοινωνία και «όλες οι συλλογικές δράσεις εδραιώνονται σε ένα Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο και τη συσώρευσή του». Αυτό το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο επικαιροποιείται συνεχώς μέσω μιας διαδικασίας που καλούν «εδραίωση» (grounding), δηλαδή μιας συλλογικής διαδικασίας μέσω της οποίας οι συμμετέχοντες προσπαθούν να αποκτήσουν μια αμοιβαία πεποίθηση. Η κατανόηση, δηλαδή η αμοιβαία πεποίθηση δεν μπορεί ποτέ να είναι τέλεια, δηλαδή οι συμμετέχοντες δεν μπορούν να έχουν ακριβώς ίδιες πεποιθήσεις αλλά αρκεί να πιστεύουν αμοιβαία ότι έχουν καταλάβει τι εννοούν, βάσει ενός κριτηρίου ικανοποιητικού για τους τρέχοντες σκοπούς τους. Σύμφωνα με τους συγγραφείς η εδραίωση σχηματίζεται μέσα από δύο παράγοντες, το σκοπό, αυτό που δύο άτομα

προσπαθούν να επιτύχουν στην επικοινωνία τους, και το μέσο επικοινωνίας, δηλαδή τις διατιθέμενες στο μέσο τεχνικές για επίτευξη του στόχου και στο κόστος χρήσης τους.

Οι Clark και Wilkes-Gibbs (1986) αναφέρουν ότι το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο είναι προϋπόθεση της επιτυχούς συνεργασίας, αφού βοηθά τους συνεργάτες να γνωρίζουν τι πληροφορίες χρειάζονται οι συνεργάτες τους, πώς να παρουσιάσουν τις πληροφορίες ώστε να είναι κατανοητές, και αν οι εταίροι έχουν ερμηνεύσει τις πληροφορίες σωστά. Στην έναρξη μιας αλληλεπίδρασης πάντα οι συνεργάτες μοιράζονται κάποιο Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο. Αυτό επαυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, καθώς οι μετέχοντες μοιράζονται κοινές εμπειρίες, αλλά μπορεί επίσης να διαταραχθεί από παράγοντες όπως η ύπαρξη και άντληση πληροφοριών από διαφορετικά φυσικά συγκείμενα.

Τέλος, η «κατευθυνσιμότητα» σύμφωνα με τους Christoffersen και Woods (2002) είναι πολύ σημαντική για την ανθεκτικότητα της ομάδας και την αλληλεξάρτηση των ενεργειών των μετεχόντων. Αν ο τρόπος που ένας μετέχων εκτελεί μια εργασία δεν έχει καμία επίδραση στον άλλο, τότε δεν υφίσταται συντονισμός τους. Η κατευθυνσιμότητα αφορά σε σκόπιμες προσπάθειες τροποποίησης των ενεργειών των άλλων μετεχόντων, καθώς αλλάζουν οι συνθήκες και οι προτεραιότητες.

Σχετικά με την εκτέλεση της συλλογικής δραστηριότητας, σύμφωνα με τον Clark (1996) μια συλλογική δραστηριότητα συντίθεται από μικρές φάσεις (phases) συντονισμού, καθεμιά από τις οποίες είναι μια συλλογική δράση με είσοδο, σώμα και έξοδο. Ο συντονισμός σε μια συλλογική δραστηριότητα επιτυγχάνεται σε μια φάση κάθε φορά. Οι φάσεις συχνά δεν είναι επίσημα οριοθετημένες ή προδιαγεγραμμένες, ενώ η είσοδος και η έξοδος από μια φάση μπορεί να είναι δύσκολο να συντονιστεί.

Η εκτέλεση της συλλογικής δραστηριότητας εξαρτάται επίσης από τον τρόπο με τον οποίο οι μετέχοντες σηματοδοτούν (signaling) ο ένας στον άλλο τη μετάβαση εντός και μεταξύ φάσεων. Οι μετέχοντες σηματοδοτούν τις προθέσεις τους, τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν και τις επιθυμίες τους για ανακατεύθυνση του τρόπου εκτέλεσης της εργασίας.

Η σηματοδοσία είναι αποτελεσματική μόνο αν οι άλλοι συμμετέχοντες παρατηρήσουν τα σήματα. Σύμφωνα με τον Clark (1996) η συντονισμένη συνομιλία εξαρτάται από τον τρόπο που οι συμμετέχοντες διαχειρίζονται τη δική τους προσοχή και την προσοχή των άλλων. Άρα, για τη συλλογική δραστηριότητα είναι πολύ σημαντική η κατεύθυνση της προσοχής των άλλων συμμετεχόντων στα κατάλληλα σήματα. Σχετική είναι και η κρίση του κατά πόσον μπορούν να διακοπούν οι άλλοι μετέχοντες και το ποιο είναι το πιο κατάλληλο μέσο μετάδοσης του σήματος, αφού απρόσεκτη σηματοδότηση μπορεί να υποβαθμίσει τις επιδόσεις και να προκληθούν ακόμη και ατυχήματα.

Σύμφωνα με τον Clark (1996) η συλλογική δραστηριότητα διαμορφώνεται με τη χρήση συσκευών συντονισμού (coordination devices), οι οποίες περιλαμβάνουν ποικίλους μηχανισμούς σηματοδότησης και σε συνδυασμό με την Κοινή Συμφωνία αυξάνουν την αλληλοπροβλεψιμότητα μεταξύ των μερών. Τέτοιες συσκευές συντονισμού μπορεί να είναι:

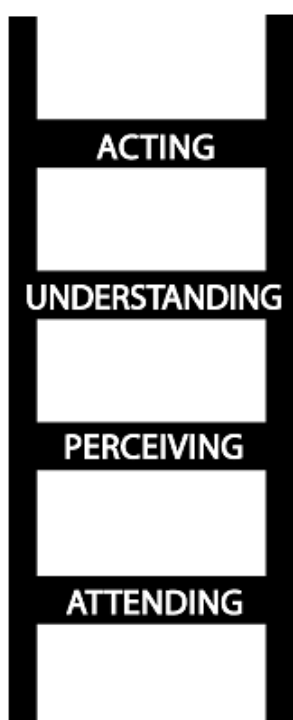
Συμφωνία: Τα μέρη μπορούν να επικοινωνούν ρητά τις προθέσεις τους και να επεξεργάζονται στοιχεία του συντονισμού. Εδώ περιλαμβάνεται η γλώσσα και άλλες μορφές σηματοδότησης που έχουν κοινό νόημα για τους συμμετέχοντες, όπως σήματα, χειρονομίες και οθόνες.

Σύμβαση: Εδώ περιλαμβάνονται κανόνες και κανονισμοί ή και άτυποι κώδικες συμπεριφοράς και πρακτικές εργασίας. Ο συντονισμός λόγω σύμβασης εξαρτάται από δομές έξω από ένα συγκεκριμένο επεισόδιο της συλλογικής δραστηριότητας.

Προηγούμενο: Ο συντονισμός αυτός είναι παρόμοιος με το συντονισμό λόγω Σύμβασης με τη διαφορά ότι οι κανόνες και οι προσδοκίες αναπτύσσονται στο πλαίσιο της εν εξελίξει εμπειρίας της συλλογικής δραστηριότητας. Καθώς εξελίσσεται η διαδικασία, οι αποφάσεις σχετικά με την ονομασία και την ερμηνεία των πραγμάτων, τα πρότυπα αποδεκτής συμπεριφοράς και ποιότητας τείνουν να υιοθετούνται ως συσκευές συντονισμού για το υπόλοιπο της δραστηριότητας.

Περίοπτο: Αυτό αφορά στο πώς η συνεχιζόμενη εργασία οργανώνει το χώρο εργασίας, ώστε η επόμενη δράση να αναδεικνύεται μεταξύ των πολλών δράσεων που θα μπορούσαν θεωρητικά να επιλεγούν. Ο συντονισμός αυτός απαιτεί ελάχιστη έκδηλη επικοινωνία και είναι ο κύριος τρόπος συντονισμού σε ιδιαίτερα εξασκημένες ομάδες με μεγάλη ιστορία συνεργασίας.

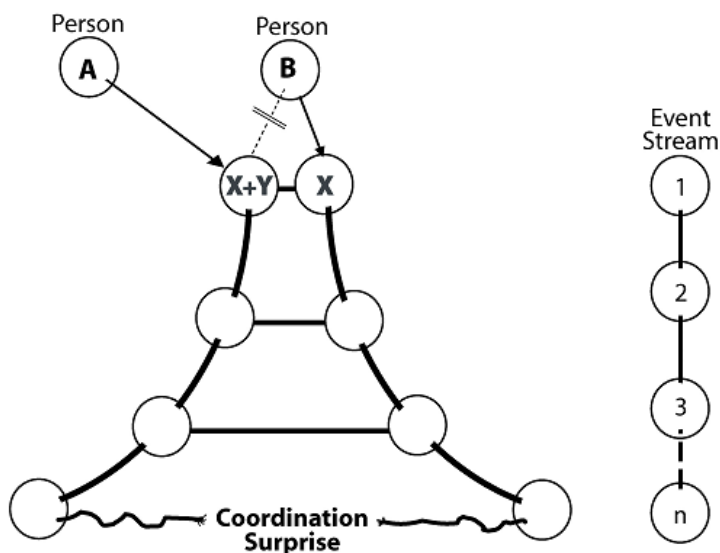
Σύμφωνα με τον Clark (1996) τα διαδοχικά στάδια σε μια αλληλεπίδραση συζήτησης απεικονίζονται ως μια κλίμακα στην Εικόνα 30. Για να μπορέσει η αποστολή ενός μηνύματος σε κάθε επίπεδο να προάγει τη συλλογική δραστηριότητα, θα πρέπει ο λήπτης να το προσέξει, να αντιληφθεί το περιεχόμενό του, να το κατανοήσει και να δράσει ανάλογα.



Εικόνα 30: Κλίμακα Συλλογικής Ενέργειας (Clark, 1996)

Οι Klein *et al* (2005) επισημαίνουν ότι είναι δυνατόν να καταρρεύσει το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο. Αυτό συμβαίνει όταν ένας μετέχων εκφεύγει από τη συλλογική δραστηριότητα, ενώ οι λοιποί εξακολουθούν να πιστεύουν ότι η Βασική Συμφωνία ισχύει ακόμη. Οι καταρρεύσεις στο Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο είναι συχνές. Μεταξύ των αιτιών κατάρρευσης οι συγγραφείς αναφέρουν την έλλειψη εμπειρίας, τη διάθεση διαφορετικών δεδομένων σε διαφορετικούς μετέχοντες, τις διαφορές στάσης μεταξύ των μετεχόντων, την ξαφνική απώλεια επικοινωνίας μεταξύ των μετεχόντων, την αποτυχία παρακολούθησης

επιβεβαιώσεων λήψης μηνυμάτων και τη σύγχυση για το ποιος μετέχων γνωρίζει τι. Ο τελευταίος τύπος κατάρρευσης θεωρείται από τους συγγραφείς ως θεμελιώδης κατάρρευση και απεικονίζεται στην Εικόνα 31. Το άτομο A υποθέτει ότι το άτομο B ξέρει το στοιχείο «X», ενώ το άτομο B δεν έχει αυτή την πληροφορία. Κατά την εξέλιξη των γεγονότων, το άτομο A ερμηνεύει τις πεποιθήσεις και τις ενέργειες του B με έναν τρόπο που αποκλίνει από τις πραγματικές πεποιθήσεις και την αιτιολογία ενεργειών του ατόμου B. Η απόκλιση αυξάνει συνεχώς, μέχρι που τα άτομα αντιμετωπίζουν μια έκπληξη συντονισμού.



Εικόνα 31: Θεμελιώδης κατάρρευση του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου (Klein *et al*, 2005)

Υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι η οδήγηση μπορεί να θεωρηθεί ως συλλογική δραστηριότητα σύμφωνα με το μοντέλο των Klein *et al* (2005) και ότι η ανάγκη επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων ανακύπτει, όταν κάποιος οδηγός χρειαστεί να επιβεβαιώσει το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο, χρειαστεί δηλαδή να βεβαιωθεί ότι μοιράζεται την ίδια αμοιβαία γνώση, πεποιθήσεις και παραδοχές με τους λοιπούς εμπλεκόμενους, ώστε να μπορέσουν να σχεδιάσουν από κοινού – να συντονίσουν - τις μελλοντικές δράσεις τους.

5.6 Θεώρηση της οδήγησης ως συλλογικής δραστηριότητας

Η οδήγηση θεωρείται ως η ενορχηστρωμένη δράση μιας ομάδας τελείως άγνωστων μεταξύ τους ανθρώπων που με κανέναν τρόπο δε σχηματίζουν μια ομάδα, όμως καταφέρνουν να ενορχηστρώνουν τις ενέργειές τους πολύ αποτελεσματικά. Η οδήγηση θεωρείται ότι έχει ιδιαιτερότητες όσον αφορά στο συντονισμό μεταξύ των ατόμων (Feltovich *et al*, 2004). Πράγματι, κατά την οδήγηση οι οδηγοί βασίζονται συχνά σε αλληλεπίδραση για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα με άγνωστα άτομα, για παράδειγμα όταν οδηγούν σε υψηλές ταχύτητες ή όταν πρέπει να στρίψουν αριστερά, ενώ υπάρχουν επερχόμενα οχήματα, ή όταν στιγμιαία κοιτούν αλλού ενώ ακολουθούν ένα προπορευόμενο όχημα πιστεύοντας ότι ο οδηγός του δε θα φρενάρει απροσδόκητα. Άλλο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της ενορχήστρωσης δράσης κατά την οδήγηση είναι ότι οι οδηγοί δεν μπορούν να βασιστούν σε προσωπικά καθιερωμένα προηγούμενα περιστατικά, άρα υπάρχει σε μεγάλο βαθμό τοπικός έλεγχος, αφού εκτός από εξαιρετικές περιστάσεις δεν υπάρχει καθοδήγηση της κυκλοφορίας. Ειδικά η αλληλοπροβλεψιμότητα είναι ζωτικής σημασίας για την οδική ασφάλεια. Κατά τον Norman

(1992) η οδήγηση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σηματοδότηση. Οι οδηγοί παρέχουν συνεχώς νύξεις που βοηθούν την αλληλοπροβλεψιμότητα μεταξύ τους, οι κυριότερες από τις οποίες είναι σήματα για να δείξουν πρόθεση στροφής ή αλλαγής λωρίδας ή επιβράδυνσης μέσω των φώτων πέδησης. Για παράδειγμα, εάν κάποιος οδηγός αντιληφθεί ένα πρόβλημα μπροστά του, μπορεί να φρενάρει λίγο ώστε να προειδοποιηθεί ο οδηγός του ακολουθούντος οχήματος και έτσι να μειωθεί η πιθανότητα ατυχήματος.

Σύμφωνα με το μοντέλο των Klein *et al* (2005) τα κριτήρια για να είναι μια δραστηριότητα συλλογική είναι να έχουν οι μετέχοντες κοινή πρόθεση, η οποία εκφράζεται με μια Βασική Συμφωνία, και πρέπει οι δράσεις τους να είναι αλληλοεξαρτώμενες. Σχετικά με την κοινή πρόθεση, για την οδήγηση δεν υπάρχει κοινός στόχος, αφού κάθε οδηγός έχει το δικό του στόχο, που είναι η άφιξη στο δικό του προορισμό ακολουθώντας την προτιμώμενη από αυτόν διαδρομή και οδηγώντας με τον προτιμώμενο από αυτόν τρόπο. Άρα ο κάθε οδηγός επιδιώκει ένα συγκεκριμένο ίδιο στόχο. Παρόλα αυτά, αφού οι οδηγοί μοιράζονται και χρησιμοποιούν από κοινού το οδικό δίκτυο, μπορεί να θεωρηθεί ότι δημιουργείται και ένας παράλληλος κοινός στόχος για τη συλλογική δραστηριότητα της οδήγησης, που είναι η προάσπιση της ασφάλειας όλων των εμπλεκομένων και η αποφυγή ατυχημάτων. Ως επιπρόσθετος κοινός στόχος για τη συλλογική δραστηριότητα της οδήγησης μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ο σεβασμός των άλλων οδηγών, δηλαδή η κοινή συμφωνία ότι όλοι οι οδηγοί πρέπει να διαμοιράζονται και να χρησιμοποιούν ταυτόχρονα κοινούς πόρους, το οδικό δίκτυο, και πρέπει να επιτύχουν κατά το δυνατόν ανενόχλητοι και με το βέλτιστο για αυτούς τρόπο τον ίδιο στόχο τους.

Πράγματι, υπάρχει Βασική Συμφωνία για την οδήγηση που συνιστά το επίπεδο δέσμευσης όλων των μετεχόντων να συντονιστούν, όπως απαιτεί το μοντέλο των Klein *et al* (2005). Το πιο σημαντικό νομικό κείμενο σχετικά με την οδήγηση είναι ο Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.), και αυτός μπορεί να θεωρηθεί ως η ρητή Βασική Συμφωνία της οδήγησης. Στον πρόλογο του Κ.Ο.Κ. αναγράφεται ότι: «... αποτελεί το πιο σημαντικό νομικό κείμενο σχετικά με την ασφαλή και εύρυθμη κυκλοφορία στους δρόμους. Η καλή γνώση και η τήρηση των διατάξεών του είναι απαραίτητη όχι μόνο για τους οδηγούς, αλλά και για όλους τους χρήστες των οδών, αφού η ασφάλεια επηρεάζεται από τη συμπεριφορά όλων μας». Από το απόσπασμα αυτό συνάγεται πράγματι ότι ο κύριος στόχος της Βασικής Συμφωνίας για την οδήγηση είναι η ασφαλής και εύρυθμη κυκλοφορία στους δρόμους για όλους τους χρήστες των οδών. Άρα ο κύριος όρος της συμφωνίας αυτής είναι η προστασία της ασφάλειας όλων των εμπλεκομένων στην κυκλοφορία. Δευτερεύοντες όροι της συμφωνίας μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η διασφάλιση της απρόσκοπτης χρήσης του οδικού δικτύου από κάθε συμμετέχοντα και η μη παρεμπόδιση των συμμετεχόντων στην κυκλοφορία από την επίτευξη του ίδιου στόχου εκάστου, δηλαδή της άφιξης στον επιθυμητό προορισμό με τον επιθυμητό τρόπο.

Οι απαιτήσεις από μια κοινή δραστηριότητα κατά τους Klein *et al* (2005) είναι η αλληλοπροβλεψιμότητα των μετεχόντων, η ύπαρξη Κοινού Νοητικού Υποβάθρου και η αλληλοκατευθυνσιμότητα.

Ο Κ.Ο.Κ. περιγράφει όλους τους ρητούς κανόνες που σύμφωνα με τους Klein *et al* (2005) αποτελούν μέρος του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου για τη συλλογική δραστηριότητα της οδήγησης. Σύμφωνα με αυτόν οι οδηγοί πρέπει να οδηγούν επί της οδού, εντός της λωρίδας κυκλοφορίας, να τηρούν αποστάσεις ασφαλείας από τα άλλα οχήματα, να προειδοποιούν για

τους ελιγμούς τους με χρήση των φώτων του οχήματος, να σέβονται τη σήμανση επί του οδοστρώματος και τα σήματα κυκλοφορίας. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Κ.Ο.Κ. οι οδηγοί υποχρεούνται να συμμορφώνονται αμέσως με τις υποδείξεις και σήματα που δίνουν οι τροχονόμοι όταν ρυθμίζουν την κυκλοφορία, με τις πινακίδες σήμανσης και την οριζόντια σήμανση των οδών, δηλαδή τις σημάσεις των οδοστρωμάτων με διαγραμμίσεις ή σύμβολα, και με τις ενδείξεις των φωτεινών σηματοδοτών ρύθμισης της κυκλοφορίας. Σύμφωνα με το άρθρο 12 του Κ.Ο.Κ.: «Αυτοί που χρησιμοποιούν τις οδούς πρέπει να αποφεύγουν οποιαδήποτε συμπεριφορά που είναι ενδεχόμενο να εκθέσει σε κίνδυνο ή να παρεμβάλλει εμπόδια στην κυκλοφορία, να εκθέσει σε κίνδυνο πρόσωπα ή ζώα ή να προκαλέσει ζημιές σε δημόσιες ή ιδιωτικές περιουσίες. Οι οδηγοί υποχρεούνται να οδηγούν με σύνεση και με διαρκώς τεταμένη την προσοχή, να επιδεικνύουν ιδιαίτερη προσοχή στα παιδιά, στους υπερήλικες, στα Άτομα με Αναπηρίες (ΑμεΑ) και γενικώς στα πρόσωπα που χρειάζονται βοήθεια και να μην προκαλούν γενικά με τη συμπεριφορά τους τρόμο, ανησυχία ή παρενόχληση στους λοιπούς χρήστες των οδών, στους παρόδιους ή στους κατοικούντες πλησίον αυτών». Επίσης: «Οι οδηγοί οχημάτων οφείλουν να συμπεριφέρονται με ευγένεια στους πεζούς και στους άλλους οδηγούς» και «Απαγορεύεται η οδήγηση οδικών οχημάτων για επίδειξη ικανότητας, εντυπωσιασμό, ανταγωνισμό ή τέλεση αυτοσχέδιων αγώνων». Το άρθρο 17 του Κ.Ο.Κ. θέτει συγκεκριμένους κανόνες για την προσπέραση και την κυκλοφορία σε στοίχους. Κάποιοι γενικοί κανόνες αναφέρουν ότι:

«Ο οδηγός επιτρέπεται να προσπεράσει προπορευόμενο όχημα μόνο εφόσον μπορεί να το κάνει χωρίς κίνδυνο ή παρακώλυση της κυκλοφορίας και εφόσον προειδοποιήσει έγκαιρα γι' αυτό».

«Οδηγός που αντιλαμβάνεται ότι άλλος οδηγός προτίθεται να τον προσπεράσει, υποχρεούται να κινείται πλησίον του δεξιού άκρου του οδοστρώματος και να μην επιταχύνει την κίνησή του. Ο οδηγός βραδέως κινούμενου ή ογκώδους οχήματος, του οποίου δεν είναι ευχερές και ασφαλές το προσπέρασμα, λόγω της στενότητας ή της κατάστασης του οδοστρώματος, σε συνδυασμό με την πυκνότητα της αντιθέτως ερχόμενης κυκλοφορίας, υποχρεούται να μειώνει την ταχύτητά του και να πλησιάζει κατά το δυνατόν, στο δεξιό άκρο του οδοστρώματος, για να διευκολύνει το προσπέρασμα από οχήματα που ακολουθούν».

«Στις περιπτώσεις κίνησης των οχημάτων σε παράλληλες σειρές (στοίχους), οι οδηγοί των βραδυπορούντων οχημάτων υποχρεούνται να κινούν αυτά στη δεξιά λωρίδα του οδοστρώματος».

Το άρθρο 19 θέτει κανόνες για την ταχύτητα των οχημάτων και αναφέρει ότι:

«Ο οδηγός επιβάλλεται να ρυθμίζει την ταχύτητα του οχήματός του λαμβάνων συνεχώς υπόψιν του τις επικρατούσες συνθήκες, ιδιαίτερα δε τη διαμόρφωση του εδάφους, την κατάσταση και τα χαρακτηριστικά της οδού, την κατάσταση και το φορτίο του οχήματός του, τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες κυκλοφορίας, κατά τρόπον ώστε να είναι σε θέση να διακόψει την πορεία του οχήματός του μπροστά από οποιοδήποτε εμπόδιο που μπορεί να προβλεφθεί και το οποίο βρίσκεται στο ορατό από αυτόν μπροστινό τμήμα της οδού. Υποχρεούται επίσης να μειώνει την ταχύτητα του οχήματός του και, σε περίπτωση ανάγκης, να διακόπτει την πορεία του, όταν οι περιστάσεις το επιβάλλουν».

«Ο οδηγός οχήματος υποχρεούται να μην παρεμποδίζει την ομαλή πορεία άλλων οχημάτων κινούμενος με ασυνήθη βραδύτητα, χωρίς αποχρώντα λόγο».

«Απαγορεύεται στους οδηγούς οχημάτων να συναγωνίζονται μεταξύ τους στην ταχύτητα».

«Ο οδηγός οχήματος, το οποίο κινείται πίσω από άλλο, υποχρεούται να τηρεί αρκετή απόσταση για την αποφυγή σύγκρουσης αν, το προ αυτού κινούμενο όχημα, μειώσει ξαφνικά

την ταχύτητά του ή διακόψει την πορεία του».

Το άρθρο 20 ορίζει τα όρια ταχύτητας. Το άρθρο 21 θέτει κανόνες για τους ελιγμούς των οχημάτων και αναφέρει ότι:

«Ο οδηγός που προτίθεται να εκτελέσει ελιγμό, οφείλει προηγουμένως να βεβαιωθεί ότι μπορεί να το πράξει χωρίς κίνδυνο ή παρακώλυση των λοιπών χρηστών της οδού, οι οποίοι κινούνται πίσω, μπροστά ή πλάι του, ή ετοιμάζονται να τον προσπεράσουν, λαμβάνοντας υπόψιν τη θέση, την κατεύθυνση και την ταχύτητά τους».

«Πριν από κάθε ελιγμό, ο οδηγός υποχρεούται να καταστήσει έγκαιρα γνωστή την πρόθεσή του αυτή, χρησιμοποιώντας για το σκοπό αυτόν τους δείκτες κατεύθυνσης, αν δε αυτοί δεν λειτουργούν, υποχρεούται να δώσει σήματα με το χέρι».

«Η προειδοποίηση που δίνεται με τους δείκτες κατεύθυνσης επιβάλλεται να συνεχίζεται σε όλη τη διάρκεια του ελιγμού και να παύει όταν ολοκληρωθεί ο ελιγμός».

Το άρθρο 23 θέτει κανόνες για περιπτώσεις αλλαγής κατεύθυνσης ενώ το άρθρο 24 για επιβράδυνση και αναφέρει:

«Απαγορεύεται η απότομη τροχοπέδηση, εκτός αν την επιβάλλουν λόγοι ασφάλειας».

«Με εξαίρεση την περίπτωση που η μείωση της ταχύτητας γίνεται για την αποτροπή επικείμενου κινδύνου, ο οδηγός μπορεί να επιβραδύνει σε σημαντικό βαθμό την κίνηση του οχήματός του, μόνο αν αυτό δεν δημιουργεί κίνδυνο ή δεν προκαλεί δυσχέρεια στους άλλους οδηγούς και μετά προηγούμενη πάντοτε σαφή και έγκαιρη προειδοποίηση. Η προειδοποίηση δίνεται με τα φώτα πέδησης ή φωτεινού συναγερμού του οχήματος ή με το χέρι».

Το άρθρο 26 αναφέρεται σε ισόπεδους οδικούς κόμβους και υποχρέωση παραχώρησης προτεραιότητας και το άρθρο 29 σε κανόνες για την κίνηση οχημάτων σε αυτοκινητόδρομους, οδούς ταχείας κυκλοφορίας και σήραγγες. Τα άρθρα 35 και 36 περιέχουν κανόνες για τη χρήση των φώτων των οχημάτων.

Όμως, και αυτοί οι ρητοί κανόνες του Κ.Ο.Κ., ακόμη και από τη διατύπωσή τους, δεν μπορούν να προδιαγράψουν πλήρως κάθε δυνατή εξέλιξη της κυκλοφοριακής κατάστασης, και αφήνουν περιθώρια στους οδηγούς για δικές τους ερμηνείες της κυκλοφοριακής κατάστασης. Πράγματι, το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο δεν απαρτίζεται μόνο από το αρχικό Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο (μέρος του οποίου είναι οι κανόνες του Κ.Ο.Κ.) αλλά και από τα δημόσια γεγονότα έως την τρέχουσα χρονική στιγμή και από την τρέχουσα κατάσταση της δραστηριότητας.

Εκτός από τους ρητούς κανόνες που περιέχονται στον Κ.Ο.Κ., το Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο για την οδήγηση βασίζεται και σε κοινά αποδεκτές συμβάσεις, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν από χώρα σε χώρα ή από περιοχή σε περιοχή, κάποιες από τις οποίες μπορεί να παραποιούν ελαφρά και τους ίδιους τους κανόνες του Κ.Ο.Κ. Για παράδειγμα, οι οδηγοί συνήθως δε σέβονται απόλυτα τα όρια ταχύτητας, αφού τα όρια αυτά είναι υπολογισμένα βάσει των δυσμενέστερων συνθηκών. Επίσης, είναι συνήθης η παραβίαση της σταθερής διαγράμμισης που υποδεικνύει την απαγόρευση προσπέρασης. Πολλοί οδηγοί επίσης αμελούν να προειδοποιήσουν για αλλαγή διεύθυνσης του οχήματός τους με χρήση των φώτων.

Επίσης, μπορεί να υπάρξουν περιπτώσεις όπου οι οδηγοί πρέπει να ξεφύγουν από τη Βασική Συμφωνία, όπως για παράδειγμα οι οδηγοί οχημάτων εκτάκτου ανάγκης, οι οποίοι με τη σειρά τους προειδοποιούν τους άλλους οδηγούς ότι προσωρινά οι ενέργειες τους δεν είναι

τόσο προβλέψιμες και ότι δε δεσμεύονται από τη Βασική Συμφωνία.

5.7 Η ανάγκη για επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών

Σύμφωνα με τους Klein *et al* (2005) η κατάρρευση του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου σε μια συλλογική δραστηριότητα είναι συχνή, και μπορεί να οφείλεται σε έλλειψη εμπειρίας, διάθεση διαφορετικών δεδομένων σε διαφορετικούς μετέχοντες, διαφορές στάσης μεταξύ των μετεχόντων, ξαφνική απώλεια επικοινωνίας μεταξύ των μετεχόντων, αποτυχία παρακολούθησης επιβεβαιώσεων λήψης μηνυμάτων και σύγχυση για το ποιος μετέχων γνωρίζει τι. Ειδικά για την οδήγηση, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι η κατάρρευση του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου μπορεί να γίνεται αντιληπτή από νύξεις όπως αποκλίσεις από συνήθειες ή κανόνες που σχετίζονται με την ασφάλεια όλων, όπως ακολουθήση σε μικρή απόσταση, απότομη αλλαγή λωρίδας σε μικρή απόσταση από άλλο όχημα ή η μη χρήση των κατάλληλων σημάτων.

Κίνδυνος κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου στην οδήγηση μπορεί να προκύψει, όταν δεν είναι ξεκάθαρο ότι οι μετέχοντες έχουν κοινή κατανόηση της κατάστασης, όταν δεν είναι σίγουροι για το τι θα γίνει στη συνέχεια. Για παράδειγμα, όταν ένα προπορευόμενο όχημα φρενάρει, είναι σαφές ότι το ακολουθούν όχημα πρέπει επίσης να φρενάρει, ώστε να τηρηθεί απόσταση ασφαλείας και να μη συμβεί ατύχημα. Στην περίπτωση όμως που ένας οδηγός επιθυμεί να αλλάξει λωρίδα ενώ στη διπλανή λωρίδα υπάρχει συνεχής ροή οχημάτων, δεν είναι απολύτως προφανές, και δεν υπάρχει μια καθολικά αποδεκτή και συμφωνημένη πρακτική του τι πρέπει να γίνει, παρά τους κανόνες του Κ.Ο.Κ. Σύμφωνα με τον Κ.Ο.Κ., ο οδηγός οχήματος στη διπλανή λωρίδα πρέπει να επιβραδύνει, ώστε να μπορέσει ο οδηγός που το επιθυμεί να αλλάξει λωρίδα. Όμως, εδώ εισέρχεται και η ερμηνεία και η προσωπικότητα του κάθε οδηγού. Δηλαδή, παρά τις οδηγίες του Κ.Ο.Κ., μπορεί ο οδηγός στην παράπλευρη λωρίδα να μη θελήσει να αφήσει τον άλλο οδηγό να εισέλθει μπροστά στο όχημά του, πιθανώς σκεφτόμενος ότι θα καθυστερήσει ή θα ενοχληθεί με κάποιον άλλο τρόπο. Επίσης, δεν υπάρχει κάποιο σαφές όριο απόστασης ή χρονικού διακένου μεταξύ των δύο οχημάτων, μετά το οποίο ο οδηγός του οχήματος στην παράπλευρη λωρίδα πρέπει μάλλον να φρενάρει, ενώ υπεισέρχονται και εκτιμήσεις πρόθεσης των οδηγών και πρόβλεψης τροχιάς των οχημάτων. Δεν υπάρχουν ξεκάθαροι τέτοιοι κανόνες ή κοινά αποδεκτή πρακτική για μια τέτοια περίπτωση, εκτός από τη γενική οδηγία του Κ.Ο.Κ. ότι πρέπει να τηρούνται αποστάσεις ασφαλείας και να μην παρεμποδίζεται ο οδηγός που επιθυμεί να αλλάξει λωρίδα. Σε μια τέτοια περίπτωση λοιπόν, όπου υπάρχει σύγκρουση σχεδίων πορείας των εμπλεκόμενων οδηγών, προκύπτει κίνδυνος κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου, αφού υπάρχει σύγκρουση των σχεδίων των εμπλεκόμενων οδηγών, αυτοί δεν είναι σίγουροι ότι έχουν κοινή κατανόηση της κατάστασης, δεν είναι σίγουροι ποιος θα κάνει τι και πότε. Στις περιπτώσεις αυτές λοιπόν, πρέπει οι οδηγοί να συνεννοηθούν, να επικοινωνήσουν την πρόθεσή τους, ώστε να βεβαιωθούν ότι έχουν κοινή κατανόηση και να συμφωνηθεί το κοινό τους μελλοντικό σχέδιο δράσης.

Συνήθεις περιπτώσεις κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου στην οδήγηση οφείλονται σε αδυναμία εκτίμησης ή σε λανθασμένες εκτιμήσεις της πρόθεσης των άλλων οδηγών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ένας οδηγός Α που επιθυμεί να αλλάξει λωρίδα και εκτιμά ότι ο οδηγός Β στην παράπλευρη λωρίδα έχει καταλάβει την πρόθεσή του και προτίθεται να διευκολύνει την αλλαγή, ενώ στην πραγματικότητα ο οδηγός Β δεν προτίθεται

να κάνει κάτι τέτοιο. Ο οδηγός Α ξεκινά τον ελιγμό και τα δύο οχήματα εμπλέκονται σε μια επικίνδυνη κατάσταση με απρόβλεπτη εξέλιξη. Ο λόγος για τον οποίο ο οδηγός Β δεν προτίθεται να διευκολύνει την αλλαγή μπορεί να είναι είτε ότι δεν αντιλήφθηκε την πρόθεση του οδηγού Α είτε ότι δεν την ερμήνευσε σωστά. Η κατάρρευση σε αυτήν την περίπτωση δηλαδή μπορεί να οφείλεται σε μη αντίληψη από τον οδηγό Β της πρόθεσης του Α ή σε παρερμηνεία της.

Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι σε περιπτώσεις όπου προκύπτει κίνδυνος κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υπόβαθρου, όταν οι οδηγοί είναι αβέβαιοι ως προς την πρόθεση των άλλων, οι οδηγοί συνειδητά επιδιώκουν να επικαιροποιούν και να ανασκευάζουν το Κοινό τους Νοητικό Υπόβαθρο, προσπαθώντας να αλληλεπιδράσουν με τους άλλους οδηγούς, έτσι ώστε να επικοινωνήσουν την πρόθεση κίνησής τους και να συμφωνήσουν σε ένα ασφαλές μελλοντικό σχέδιο κίνησης. Αφού αυτές οι αλληλεπιδράσεις είναι προσανατολισμένες προς κοινωνικές μονάδες, είναι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Αυτές οι σκόπιμες κοινωνικές αλληλεπιδράσεις ονομάζονται στην παρούσα επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, που απαρτίζονται από στοιχειώδεις επικοινωνιακές πράξεις.

6. Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάστηκαν κάποια παραδείγματα του υπό μελέτη φαινομένου των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων πρόθεσης των οδηγών, τα οποία είναι αρκετά συχνά στην καθημερινότητα όλων. Για την περιγραφή τους χρησιμοποιήθηκαν εκφράσεις όπως «αίτημα αλλαγής λωρίδας» και «αποδοχή αιτήματος», ενώ ήταν πολύ εύκολο και φαινόταν φυσικό το να αναπαρασταθούν οι αλληλεπιδράσεις αυτές με τη μορφή συζήτησης μεταξύ των εμπλεκόμενων οδηγών, παρόλο που δεν υπάρχει γλωσσική επικοινωνία μεταξύ τους.

Στα επόμενα αναλύεται πώς μια συμπεριφορά που μπορεί ο παρατηρητής να περιγράψει με σημασιολογικούς όρους μπορεί να θεωρηθεί ως γλωσσική συμπεριφορά, αναλύονται οι διαφορετικές πράξεις που περιέχονται σε μια επικοινωνιακή πράξη, παρουσιάζεται πώς η θεωρία γλωσσικών πράξεων εφαρμόζεται σε γλωσσικές συμπεριφορές που δε βασίζονται σε γλωσσικά εκφωνήματα αλλά σε μη γλωσσικές πράξεις και τέλος προτείνεται το Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών (ΓΜΕΑΟ).

6.1 Γλωσσική συμπεριφορά μεταξύ κοινωνικών μονάδων

Οι πρωτοπόροι ερευνητές στον τομέα της Νευροβιολογίας, Humberto Maturana και Francisco Varela, στο ριζοσπαστικό βιβλίο τους «Το Δέντρο της Γνώσης» (Maturana και Varela, 1998) περιγράφουν αρχικά τον τρόπο λειτουργίας των μονοκύτταρων οργανισμών και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους και συνεχίζουν με τον ίδιο τρόπο στην περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του νευρικού συστήματος των πολυκύτταρων οργανισμών και των αλληλεπιδράσεων πολυκύτταρων οργανισμών μεταξύ τους και τέλος των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων.

Στην προσπάθειά τους να ορίσουν την έννοια του «έμβιου» προτείνουν, βάσει της μελέτης ενός απλού κυττάρου, την «αυτοποιητική μονάδα». Θεωρούν ότι «έμβιο» είναι ένα σύστημα του οποίου το μοναδικό προϊόν της οργάνωσης είναι αυτό το ίδιο, δηλαδή δεν υπάρχει διάκριση μεταξύ παραγωγού και προϊόντος. Ακριβέστερα, ορίζουν ότι αυτοποιητικό σύστημα είναι ένα δίκτυο διαδικασιών παραγωγής συστατικών που μέσω αλληλεπιδράσεων και μετασηματισμών αναγεννά το δίκτυο των διαδικασιών που τα παρήγαγε και το δομούν ως μια μονάδα στο χώρο καθορίζοντας το τοπολογικό πεδίο πραγματοποίησής του ως τέτοιο δίκτυο. Το είναι (ύπαρξη) και το πράττειν (δραστηριότητα) μιας αυτοποιητικής μονάδας είναι αδιαχώριστα και σε αυτό συνίσταται η ιδιαιτερότητα της οργάνωσής τους. Ο παρατηρητής διακρίνει μεν το έμβιο ον και το περιβάλλον του ως ανεξάρτητες δομές από λειτουργική άποψη, όμως ανάμεσά τους υπάρχει μια αναγκαία δομική συναρμογή, διαφορετικά η μονάδα εξαφανίζεται. Ένας τέτοιος οργανισμός εξελίσσεται έτσι ώστε οι δραστηριότητές του να είναι αρμοστά συζευγμένες με το περιβάλλον του. Η δομή του δηλαδή πρέπει να αλλάζει ώστε να δημιουργεί κατάλληλες αλλαγές κατάστασης πυροδοτούμενες από συγκεκριμένες διαταρακτικές αλλαγές στο μέσο, αλλιώς ο οργανισμός θα αποσυντεθεί. Στο πλαίσιο των αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν ανάμεσα στο έμβιο ον και το περιβάλλον του, μία διαταραχή του περιβάλλοντος δεν καθορίζει αυτή καθ' αυτή, με γραμμικό αιτιώδη τρόπο, τις συνέπειες που θα έχει στο έμβιο ον. Αντίθετα, είναι η δομή του όντος που καθορίζει ποιες μεταβολές θα επέλθουν σε αυτό εξαιτίας της συγκεκριμένης διαταραχής.

Προχωρώντας στους πολυκύτταρους οργανισμούς, οι συγγραφείς θεωρούν ότι το νευρικό σύστημα των οργανισμών δεν έχει εισόδους και εξόδους, αλλά με παρόμοιο τρόπο με την απλή αυτοποιητική μονάδα, διαταράσσεται από δομικές αλλαγές του ιδίου του συστήματος.

Οι διαταραχές δεν καθορίζουν τι συμβαίνει στο νευρικό σύστημα, αλλά πυροδοτούν αλλαγές κατάστασης αυτού. Η διαδοχή καταστάσεων του νευρικού συστήματος γεννάται από σχέσεις στη νευρωνική δραστηριότητα όπως αυτή καθορίζεται από τη δομή του νευρικού συστήματος, η οποία έχει προκύψει ιστορικά. Είναι η δομή του διαταρασσόμενου συστήματος η οποία καθορίζει ποιες δομικές αλλαγές του περιβάλλοντος μπορούν να το διαταράξουν. Η διάδραση του οργανισμού με το περιβάλλον γίνεται μέσω όλου του νευρικού συστήματος, δεν έχει τη μορφή χαρτογράφησης του περιβάλλοντος, οι αλλαγές πυροδοτούνται από αλλαγές στο μέσο αλλά δεν είναι αναπαραστάσεις του περιβάλλοντος. Και πάλι η αντιστοίχιση μεταξύ δομικών αλλαγών και αλληλουχίας γεγονότων είναι ιστορική και όχι δομική.

Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση του νευρικού συστήματος, η ανθρώπινη αντίληψη θεωρείται ως φίλτρο χαρτογράφησης της πραγματικότητας αλλά είναι η ίδια η αντίληψη γεννήτορας φαινομένων και πρέπει να μελετάται εκ των έσω. Η μάθηση δεν είναι η συσσώρευση αναπαραστάσεων του περιβάλλοντος, αλλά είναι ο μετασχηματισμός συμπεριφοράς του οργανισμού μέσω συνεχούς αλλαγής στη δυνατότητα του νευρικού συστήματος να το συνθέτει. Ο αναστοχασμός δεν είναι η αόριστη κατακράτηση μιας δομικής σταθεράς που αναπαριστά μια μονάδα, αλλά η λειτουργική ικανότητα ενός συστήματος να δημιουργεί μια συμπεριφορά που ικανοποιεί τις επαναλαμβανόμενες απαιτήσεις σε συγκεκριμένες επαναλαμβανόμενες συνθήκες. Η νόηση (cognition) δεν είναι η επεξεργασία πληροφοριών, αλλά η νοητική δραστηριότητα καθορίζεται από το υποκείμενο φαινόμενο της αυτοποίησης.

Με παρόμοιο τρόπο, σε ακόμη υψηλότερο επίπεδο οργάνωσης, ως νοητικό σύστημα ορίζεται αυτό που η οργάνωσή του καθορίζει ένα πεδίο αλληλεπιδράσεων στο οποίο μπορεί το σύστημα αυτό να δρα για τη διατήρησή του. Στην περίπτωση αυτή, νόηση είναι η δράση ή η συμπεριφορά του συστήματος μέσα στο πεδίο αυτό. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η νόηση δεν είναι ο χειρισμός γνώσεων σε έναν αντικειμενικό κόσμο και η διάνοια δεν είναι η ορθολογιστική επίλυση προβλημάτων σύμφωνα με ευρετικές διαδικασίες. Άρα, τα ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα ορθολογιστικής επίλυσης προβλημάτων δεν αντανακλούν το πώς πραγματικά καθορίζονται οι δράσεις των οργανισμών.

Όταν ένα αυτοποιητικό σύστημα εμπλέκεται σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του, παρατηρείται μία δομική συναρμογή, μία αλληλεπίδραση ανάμεσα στη δομή του συστήματος και τη δομή του περιβάλλοντος, το οποίο μπορεί να είναι και κάποιο άλλο σύστημα. Όσο διαρκεί αυτή η αλληλεπίδραση, περιβάλλον και μονάδα ενεργούν ως αμοιβαίες πηγές διαταραχών και πυροδοτούν αμφίδρομες μεταβολές της κατάστασής τους. Αυτή η διαδικασία καλείται από τους συγγραφείς «δομική σύζευξη» (structural coupling). Η ιστορία των επαναλαμβανόμενων αλληλεπιδράσεων μεταξύ οργανισμών ή μεταξύ οργανισμών και περιβάλλοντος είναι αυτή που οδηγεί σε δομική συμβατότητα μεταξύ τους.

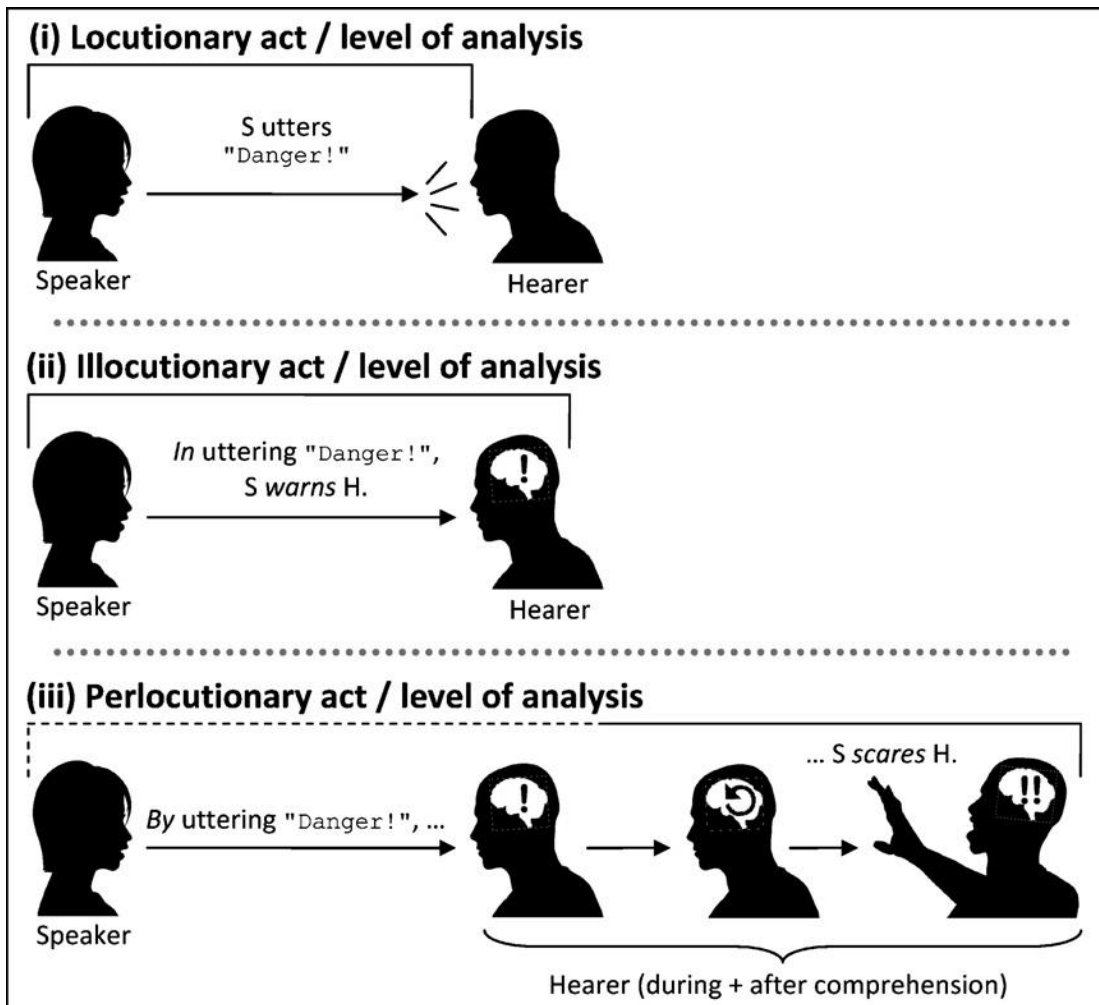
Συντονισμός συμπεριφοράς μεταξύ ανεξάρτητων οργανισμών συμβαίνει μέσω κάθε είδους αλληλεπίδρασης. Συναινετικά πεδία καλούνται από τους συγγραφείς τα συμπλεγμένα μοτίβα συμπεριφοράς αλληλεπιδρώντων οργανισμών, καθένας εκ των οποίων υπόκειται σε μια διαδικασία δομικής σύζευξης λόγω των διαταραχών που προκαλούνται από τους άλλους οργανισμούς. Κατά τη δομική σύζευξη δύο οργανισμών, το νευρικό σύστημα δημιουργεί νέα, ανώτερα φαινόμενα, όπως η γλώσσα και η αυτοσυνείδηση.

Σύμφωνα με τους συγγραφείς τα ανθρώπινα όντα συμμετέχουν σε δομικές συζεύξεις τρίτης τάξεως, τις κοινωνικές συζεύξεις (social couplings). Η κοινωνική σύζευξη προκύπτει από τις επαναλαμβανόμενες αλληλεπιδράσεις οργανισμών. Σύμφωνα με τους ίδιους, επικοινωνία είναι οι συντονισμένες συμπεριφορές που πυροδοτούνται αμοιβαία μεταξύ των μελών μιας κοινωνικής ενότητας. Οι παρατηρητές ορίζουν ως επικοινωνιακές αυτές τις συμπεριφορές που συμβαίνουν σε κοινωνικές συζεύξεις και ως επικοινωνία αυτό το συντονισμό συμπεριφοράς που παρατηρούν ως αποτέλεσμα. Από την οπτική γωνία του παρατηρητή, υπάρχει πάντα ασάφεια σε μια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση, αφού το φαινόμενο της επικοινωνίας δεν εξαρτάται από το τι μεταδίδεται αλλά από το τι συμβαίνει στο άτομο που τη δέχεται. Μια τέτοια συμπεριφορά μπορεί να περιγραφεί από τον παρατηρητή με σημασιολογικούς όρους, σαν αυτό που καθορίζει την πορεία της αλληλεπίδρασης να ήταν το νόημα και όχι η δυναμική της δομικής σύζευξης των αλληλεπιδρώντων οργανισμών. Κάθε επίκτητη (οντογενετική) επικοινωνιακή συμπεριφορά είναι ένας γλωσσικός τομέας, γιατί αυτές οι συμπεριφορές αποτελούν τη βάση για τη γλώσσα. Οι συγγραφείς καλούν γλωσσική μια οντογενετική επικοινωνιακή συμπεριφορά, μια συμπεριφορά που προκύπτει σε μια οντογενετική δομική σύζευξη μεταξύ οργανισμών, την οποία ένας παρατηρητής μπορεί να περιγράψει με σημασιολογικούς όρους. Κάθε επίκτητη επικοινωνιακή συμπεριφορά, όπως είναι και η οδήγηση μέσα σε κυκλοφορία, είναι γλωσσική συμπεριφορά και δημιουργεί ένα γλωσσικό τομέα αλληλεπιδράσεων. Τέλος, η κοινωνική δράση είναι ένα δίκτυο γλωσσικών πράξεων.

Η θεωρία αυτή ταιριάζει με τη θεώρηση ότι οι αλληλεπιδράσεις των οδηγών δε βασίζονται σε συνειδητές αποφάσεις τους, δηλαδή σε αναπαραστάσεις της πραγματικότητας και αξιολόγηση εναλλακτικών τρόπων δράσης, αλλά ότι είναι αποτέλεσμα της δομικής κοινωνικής σύζευξης των οδηγών, όπως έχει προκύψει από τις διαχρονικές αλληλεπιδράσεις τους. Αφού το φαινόμενο των αλληλεπιδράσεων οδηγών είναι μια συμπεριφορά που μπορεί να περιγραφεί από τον παρατηρητή με σημασιολογικούς όρους, μπορεί να θεωρηθεί γλωσσική συμπεριφορά, παρόλο που δε βασίζεται σε γλωσσικά εκφωνήματα, και άρα η συμπεριφορά αυτή δημιουργεί ένα γλωσσολογικό πεδίο. Άρα μπορεί η συμπεριφορά αυτή να μοντελοποιηθεί με ένα γλωσσολογικό μοντέλο, για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε η θεωρία γλωσσικών πράξεων (Austin, 1962; Searle, 1975).

6.2 Η θεωρία γλωσσικών πράξεων

Ο Austin (1962, σελ. 6) υποστηρίζει ότι «το να λες κάτι είναι να κάνεις κάτι». Θεωρεί ότι κάθε εκφώνημα είναι ταυτόχρονα διαφορετικά είδη πράξεων. Αυτό που ο ομιλητής λέει είναι η λεκτική πράξη (locutionary act), δηλαδή το να προφέρει μια συγκεκριμένη πρόταση με συγκεκριμένη έννοια (sense) και αναφορά (reference). Ο ομιλητής ταυτόχρονα επιτελεί μια προσλεκτική πράξη (illocutionary act), δηλαδή μεταδίδει μια συγκεκριμένη ισχύ (force) με αυτό που λέει, για παράδειγμα μπορεί η ίδια πρόταση να είναι ευγενικό αίτημα, διαταγή, πληροφόρηση ή προειδοποίηση. Επιπρόσθετα, ο ομιλητής μπορεί επίσης να επιτελεί μια απολεκτική πράξη, που είναι το επιφερόμενο αποτέλεσμα από τη λεκτική και προσλεκτική πράξη στα αισθήματα, στις σκέψεις ή στις πράξεις του ακροατή, για παράδειγμα να πείσει το συνομιλητή να κάνει κάτι (Austin 1962, σελ. 8). Η λεκτική και, κυρίως, η προσλεκτική πράξη συνδέονται άμεσα με την πρόθεση του ομιλητή, ενώ το αποτέλεσμα της απολεκτικής πράξης δεν εμπίπτει στον έλεγχό του. Αναγκαίος όρος για την κατανόηση ενός εκφωνήματος είναι να αναγνωρίσει ο ακροατής την προσλεκτική ισχύ του βάσει των συνθηκών επιτυχίας που αυτή προϋποθέτει.



Εικόνα 32: Τα τρία συστατικά μιας γλωσσικής πράξης κατά τον Austin (Reich, 2011)

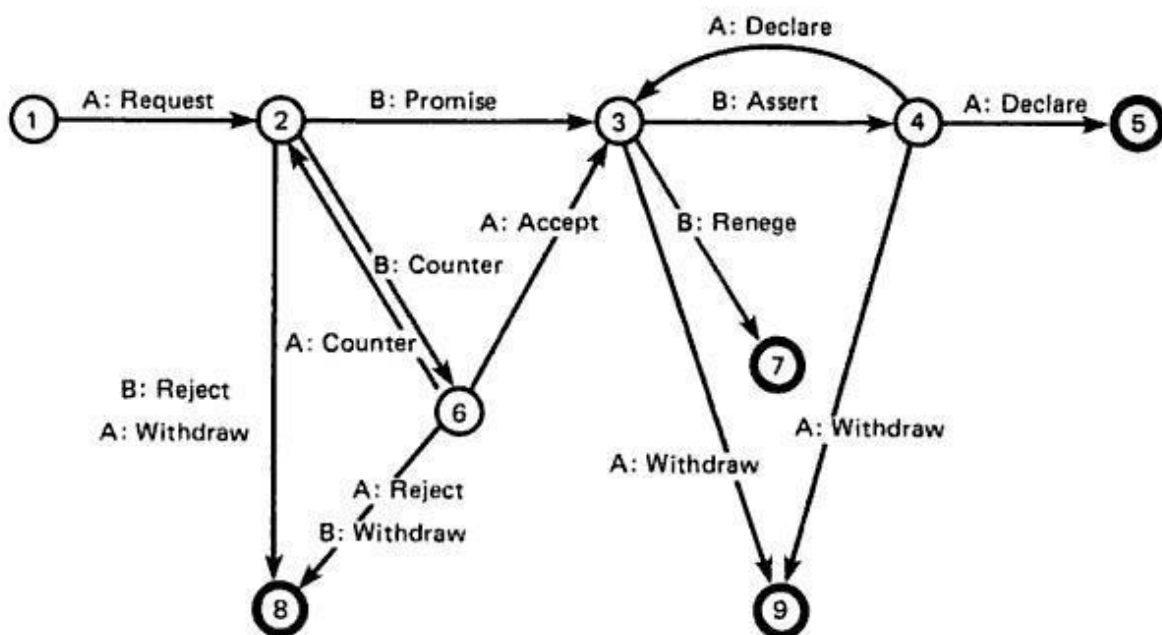
Περαιτέρω, ο Searle (1975) πρότεινε την ακόλουθη κατάταξη των προσλεκτικών γλωσσικών πράξεων:

- 1) Βεβαιωτικά (assertives). Σκοπός είναι να δεσμεύσουν τον ομιλητή στην αλήθεια της πρότασης. Παραδείγματα σχετικών ρημάτων: υποθέτω, δηλώνω, συμπεραίνω, ισχυρίζομαι.
- 2) Κατευθυντικά (directives). Συνίστανται στην προσπάθεια του ομιλητή να κάνει τον ακροατή να προχωρήσει σε μια πράξη, π.χ. αιτήματα, διαταγές, συμβουλές. Παραδείγματα ρημάτων: ζητώ, διατάζω, συμβουλεύω, επιτρέπω, προσκαλώ.
- 3) Δεσμευτικά (commissives). Σκοπός τους είναι να δεσμεύσουν τον ομιλητή στην τέλεση μιας μελλοντικής ενέργειας, π.χ. υποσχέσεις, όρκοι.
- 4) Εκφραστικά (expressives). Εκφράζουν τα συναισθήματα και τη στάση του ομιλητή σχετικά με την πρόταση, π.χ. συγχαρητήρια, δικαιολογίες και ευχαριστίες. Παραδείγματα: ευχαριστώ, συγχαίρω, συλλυπούμαι, καλωσορίζω.
- 5) Κηρυκτικά (declaratives). Αφορούν σε πράξεις που αλλάζουν την πραγματικότητα σε συμφωνία με την πρόταση της δήλωσης. Παραδείγματα: «Σε διορίζω πρόεδρο», «Παραιτούμαι», «Απολύεσαι», «Ονομάζω αυτό το πλοίο θωρηκτό Missouri».

Σύμφωνα με τους Winograd και Flores (1986) οι κανονικότητες στη χρήση της γλώσσας που αναπτύσσονται λόγω της αμοιβαίας σύζευξης μεταξύ των ομιλητών δε βρίσκονται στις

ατομικές γλωσσικές πράξεις ή σε μια ρητή συμφωνία για τα νοήματά τους, αλλά στο πεδίο της συζήτησης, δηλαδή στο πώς συσχετίζονται μεταξύ τους οι διαδοχικές γλωσσικές πράξεις, το οποίο είναι ένα σχετικό και ιστορικό πεδίο. Στην

Εικόνα 33 οι συγγραφείς παρουσιάζουν μια συζήτηση για δράση, όπου ανταλλάσσονται «Κατευθυντικά» και «Δεσμευτικά». Η συζήτηση ξεκινά με μια αίτηση από τον ομιλητή A, μετά από την οποία υπάρχουν πέντε εναλλακτικές: ο B μπορεί να την αποδεχτεί υποσχόμενος ότι θα την ικανοποιήσει, ο B μπορεί να την απορρίψει, ο B μπορεί να κάνει μια εναλλακτική πρόταση, ο A μπορεί να αποσύρει την αίτησή του πριν την απόκριση του B, ο A μπορεί να τροποποιήσει την αίτησή του. Κάθε δράση οδηγεί σε μια διαφορετική κατάσταση με το δικό της χώρο πιθανοτήτων. Αν ο A δηλώσει ικανοποιημένος, η συζήτηση λήγει επιτυχώς (κατάσταση 5), αν δηλώσει μη ικανοποιημένος η συζήτηση επιστρέφει στην κατάσταση 3. Σε κάθε σημείο της συζήτησης υπάρχει ένα μικρό σύνολο δυνατών δράσεων, το οποίο εξαρτάται από το ιστορικό της συζήτησης. Υπάρχουν επίσης δράσεις οι οποίες δεν είναι ρητές, δηλαδή μπορούν να γίνουν αντιληπτές χωρίς να συνοδεύονται από πραγματική ομιλία. Η πιθανή διαφορετική ερμηνεία κάποιας δράσης από τους δύο συζητητές μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση της συζήτησης, Μόνο οι καταστάσεις 5, 8 και 9 είναι καταστάσεις ολοκλήρωσης, όπου δηλαδή δεν μπορούν να αναληφθούν επόμενες δράσεις. Όλες οι άλλες καταστάσεις αναπαριστούν μια ανολοκλήρωτη συζήτηση.

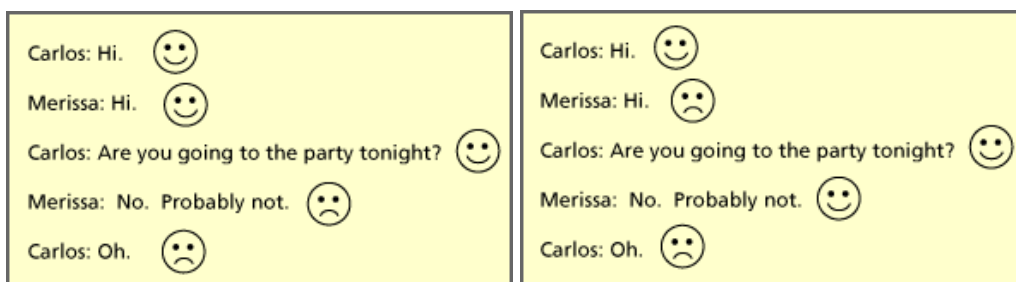


Εικόνα 33: Η βασική συζήτηση για δράση (Winograd και Flores, 1986)

6.3 Μη γλωσσικές συμπεριφορές

Τα τελευταία χρόνια οι ερευνητές μελετούν τα φαινόμενα της μη λεκτικής επικοινωνίας (Mehrabian, 1972), όμως εστιάζοντας σε ανθρώπινη συμπεριφορά. Έτσι, μελετούν την επικοινωνία που επιτυγχάνεται μέσω εκφράσεων προσώπου, χειρονομιών, στάσης σώματος, κινήσεων του σώματος και των ποδιών αλλά και με ειδικά φωνητικά φαινόμενα, όπως εύρος συχνότητας και έντασης φωνής, λάθη ή παύσεις στην ομιλία, ρυθμό και διάρκεια ομιλίας. Για παράδειγμα, το αν ο ομιλητής χαμογελά ή είναι συνοφρυωμένος, ενώ λέει κάτι, μπορεί να αλλάξει τελείως το νόημα των εκφωνημάτων που ανταλλάσσονται, όπως φαίνεται στην

Εικόνα 34.



Εικόνα 34: Η σημαντικότητα της μη λεκτικής επικοινωνίας στο νόημα των εκφωνημάτων

Στο διάλογο αριστερά, οι δύο συνομιλητές φαίνονται χαρούμενοι που συνομιλούν, ο Κάρλος αναμένει με χαρά το πάρτι, η Μερίσσα είναι απογοητευμένη επειδή θα πάει και ο Κάρλος επίσης. Στο διάλογο δεξιά, η Μερίσσα δε φαίνεται χαρούμενη που συνομιλεί με τον Κάρλος ούτε φαίνεται στενοχωρημένη επειδή δε θα πάει στο πάρτι. Ο παρατηρητής δεν μπορεί να είναι 100% σίγουρος για τα συμπεράσματα αυτά, αλλά όταν οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται μια έκφραση που την ερμηνεύουν ως χαμόγελο ή συνοφρύωμα, συνήθως συνάγουν ότι υπάρχει μια συγκεκριμένη κατάσταση στο μυαλό του αποστολέα.

Σε αντίθεση με τη λεκτική επικοινωνία δεν υπάρχουν σαφείς κανόνες κωδικοποίησης για μη λεκτικές συμπεριφορές (Mehrabian, 1972) και δεν έχει προταθεί κάποιο μοντέλο ή κάποια θεωρία για τέτοιες μη λεκτικές πράξεις. Πάντως, αναγνωρίζεται η περιπλοκότητα της κωδικοποίησής τους αλλά και η σημαντικότητά τους στην αλληλεπίδραση των ανθρώπων και η μεγάλη ισχύς τους ως επικοινωνιακά μέσα.

Είναι φανερό ότι οι μη λεκτικές επικοινωνιακές πράξεις επίσης μεταφέρουν έννοια (sense) και αναφορά (reference), μπορεί να έχουν ποικίλη ισχύ και μπορεί να επιφέρουν κάποιες συνέπειες, παρόμοια με τις λεκτικές πράξεις και τη θεωρία του Austin. Το αρχικό σύγγραμμα του Austin (1962) εκτείνεται και πέρα από τα λεκτικά εκφωνήματα και σε άλλες μορφές πραγματικών πράξεων. Συγκεκριμένα, αναφέρει ότι σε πάμπολλες περιπτώσεις είναι δυνατόν να επιτελεσθεί μια πράξη ακριβώς του ίδιου είδους, όχι προφέροντας λέξεις, γραπτά ή προφορικά, αλλά με κάποιο άλλο τρόπο, για παράδειγμα μπορεί κάποιος να στοιχηματίσει κάτι εισάγοντας ένα χαρτονόμισμα σε μια αυτόματη μηχανή αντί να προφέρει την πρόταση «Στοιχηματίζω 10 ευρώ» (ibid, σελ. 8). Σε άλλο σημείο, ο Austin συμπεραίνει και πάλι ότι κάποια συγκεκριμένη δράση μπορεί να επιτελεσθεί και με άλλους τρόπους εκτός από ένα εκφώνημα (ibid, σελ. 9). Επίσης, αναφέρει ότι οι προσλεκτικές πράξεις είναι συμβατικές πράξεις, ενώ οι απολεκτικές πράξεις είναι μη συμβατικές, και ότι πράξεις και των δύο αυτών τύπων μπορούν να επιτελεσθούν, ή ακριβέστερα πράξεις καλούμενες με το ίδιο όνομα (για παράδειγμα πράξεις ισοδύναμες με την προσλεκτική πράξη της προειδοποίησης ή με την απολεκτική πράξη της πειθούς) μπορεί να επιφερθούν μη λεκτικά (ibid, σελ. 120). Και στην περίπτωση αυτή όμως, για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο όρος προσλεκτική πράξη, για παράδειγμα προειδοποίηση, θα πρέπει να είναι μια συμβατική μη λεκτική πράξη. Και άλλοι στοχαστές που έχουν ασχοληθεί με μη λεκτικές πράξεις αναφέρουν ότι «οι μη λεκτικές πράξεις είναι από μόνες τους τρόποι δράσης» (Heeschen *et al*, 1980, σελ.141).

Πράγματι λοιπόν, φαίνεται ότι η επικοινωνία για δράση μπορεί να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε μη λεκτικές νύξεις, σε συνδυασμό με το συγκεκριμένο συγκείμενο που μοιράζονται τα εμπλεκόμενα μέρη. Έτσι, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι οι επικοινωνιακές

πράξεις των οδηγών, που είναι ως επί το πλείστον μη λεκτικές, μπορούν να μοντελοποιηθούν με τη λεκτική / προσλεκτική / απολεκτική τυπολογία του Austin. Στόχος δεν ήταν να μοντελοποιηθούν οι «λεκτικές» πράξεις των οδηγών, αυτές δηλαδή που μεταφέρουν την έννοια (sense) και την αναφορά (reference), αφού αυτές είναι πολυάριθμες και μπορεί να διαφέρουν μεταξύ πολιτισμών και χωρών. Στόχος ήταν να μοντελοποιηθεί η «προσλεκτική» πράξη, δηλαδή η μεταδιδόμενη ισχύς των πράξεων, και η διαδοχή τους με τη μορφή συζήτησης, ώστε να μπορεί η αντίστοιχη «συνεννόηση» των οδηγών να ενσωματωθεί σε ΣΥΑΟ.

Στο κεφάλαιο 2 αναφέρθηκε ότι οι παρατηρητές θεώρησαν ως σημαίνουσες πρόθεση προσπέρασης τις εξής νύξεις από τους «οχηματ-ανθρώπους», το οπτικό σήμα, τη χρήση των φώτων διεύθυνσης, την οδήγηση σε μικρή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και την εγκάρσια μετατόπιση του οχήματος προς την κεντρική διαγράμμιση της οδού. Αυτές λοιπόν είναι κάποιες από τις μη λεκτικές πράξεις των «οχηματ-ανθρώπων» που χρησιμοποιήθηκαν για ερμηνεία πρόθεσής τους στη συγκεκριμένη ανάλυση. Δεν είναι σίγουρο ότι αυτές οι πράξεις έγιναν πάντα από τους εκπομπούς με στόχο την επικοινωνία πρόθεσής τους, όμως κάποιες φορές η επικοινωνία πρόθεσης ήταν σκόπιμη. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι παρατηρητές, και ίσως και οι λήπτες, ερμήνευσαν πρόθεση από τις πράξεις αυτές, ερμήνευσαν μια «προσλεκτική πράξη».

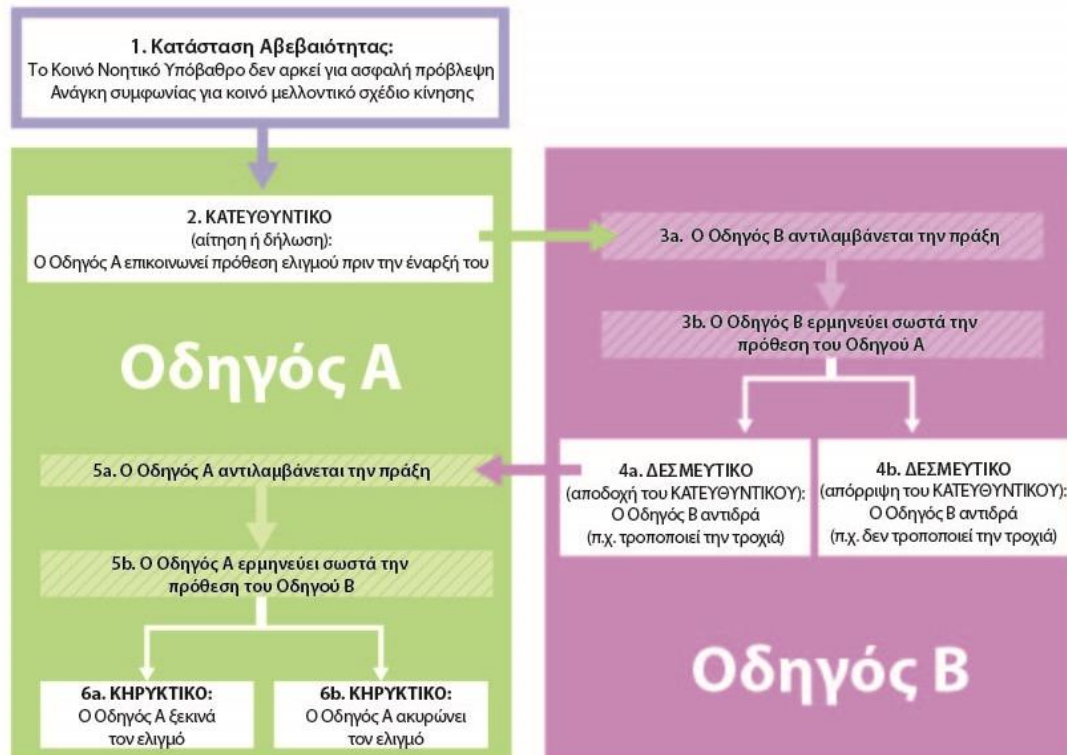
6.4 Το Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών (ΓΜΕΑΟ)

Όπως αναφέρθηκε, οι υπό μελέτη επικοινωνιακές πράξεις των οδηγών είναι κάτι περισσότερο από κοινός συντονισμός δράσεων, που θεωρείται ότι συμβαίνει σε προσυνειδητό επίπεδο. Το φαινόμενο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων που μελετάται στην παρούσα διατριβή συμβαίνει σε συνειδητό επίπεδο. Μπορεί να θεωρηθεί ως η σκόπιμη επικοινωνία πρόθεσης από κάποιον οδηγό προς τους υπολοίπους, για να ανακοινώσει την πρόθεσή του, τον προτιθέμενο ελιγμό, σαφώς πριν η δράση του ξεκινήσει. Στο πλαίσιο αυτό, πολλές φορές ο οδηγός εκτελεί μια επικοινωνιακή πράξη σαφώς πριν την έναρξη του προτιθέμενου ελιγμού, συνήθως όταν δεν αισθάνεται σίγουρος ότι όλοι οι εμπλεκόμενοι οδηγοί έχουν κοινή κατανόηση της κατάστασης. Με αυτή την πράξη ο οδηγός δηλώνει την πρόθεσή του, έτσι ώστε οι άλλοι οδηγοί να ενημερωθούν για το σχέδιό του και να διευκολύνουν ενδεχομένως τον προτιθέμενο ελιγμό. Ο οδηγός πολλές φορές δεν ξεκινά τον ελιγμό πριν βεβαιωθεί ότι οι άλλοι οδηγοί έχουν αντιληφθεί την πρόθεσή του, και έχουν αναδιαμορφώσει τα δικά τους σχέδια κίνησης και με βάση την πρόθεση αυτή. Η επικοινωνία αυτή της πρόθεσης μπορεί να έχει την προσλεκτική ισχύ «αιτήματος» από τον οδηγό προς τους άλλους οδηγούς, να μην παρέμβουν στον προτιθέμενο ελιγμό ή ακόμη και να τον διευκολύνουν. Εάν αυτό το «αίτημα» γίνει αντιληπτό και ερμηνευτεί σωστά από τους άλλους οδηγούς, τότε αυτοί μπορεί να αντιδράσουν, προσαρμόζοντας τη μελλοντική κίνηση των οχημάτων τους ή όχι. Αν αποκριθούν και αντιδράσουν, για παράδειγμα διευκολύνοντας τον ελιγμό, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ότι αποδέχτηκαν το «αίτημα», τότε αυτή η πράξη είναι μια ολοκληρωμένη επικοινωνιακή αλληλεπίδραση.

Σύμφωνα με όλα τα ανωτέρω, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών μπορούν να μοντελοποιηθούν χρησιμοποιώντας τη λεκτική / προσλεκτική / απολεκτική τυπολογία του Austin. Σε αυτές τις

αλληλεπιδράσεις, μια επικοινωνιακή πράξη σπάνια εκφράζεται μέσω κάποιου εκφωνήματος. Αντίθετα, συνήθως μεταφέρεται και συνάγεται μέσω φυσικών δράσεων ενός «οχηματ-ανθρώπου» σε μια πολύ συγκεκριμένη κυκλοφοριακή κατάσταση, δηλαδή σε ειδικές περιστάσεις σύμφωνα με την ορολογία του Austin. Κάθε τέτοια επικοινωνιακή πράξη περιλαμβάνει τρεις τύπους πράξεων, μια «λεκτική», μια προσλεκτική και μια απολεκτική πράξη. Η «λεκτική» πράξη μεταδίδει (conveys) την έννοια (sense) και την αναφορά (reference) κατά τον Austin. Τέτοια πράξη μπορεί να είναι η χρήση της κόρνας, το οπτικό σήμα, η πλευρική μετατόπιση του οχήματος προς την κεντρική διαγράμμιση ή η σκόπιμη ακολούθηση του προπορευομένου σε μικρή απόσταση. Η προσλεκτική πράξη μεταδίδει (conveys) μια ορισμένη ισχύ, για παράδειγμα «αίτημα» στον άλλο «οχηματ-άνθρωπο» να ελευθερώσει τη λωρίδα ή «απειλή» ώστε να τον πείσει να αλλάξει λωρίδα. Η απολεκτική πράξη είναι η πράξη που γίνεται λόγω της επικοινωνιακής πράξης, για παράδειγμα ο προπορευόμενος «οχηματ-άνθρωπος» διευκολύνει την προσπέραση ή ελευθερώνει τη λωρίδα. Οι πιθανές διαφορετικές «λεκτικές» πράξεις των επικοινωνιακών αυτών πράξεων, δηλαδή οι πιθανές διαφορετικές φυσικές δράσεις των «οχηματ-ανθρώπων» σε κάθε δυνατή διαφορετική κυκλοφοριακή κατάσταση, είναι πρακτικά απεριόριστες. Αυτό, ωστόσο, δεν αποτελεί πρόβλημα στην επικοινωνία, γιατί κάθε φορά, η έννοια (sense) και η αναφορά (reference) εξάγονται από την κατάσταση και μοιράζονται μεταξύ των οδηγών μέσω του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου. Αντίθετα, οι πιθανές δυνατές προσλεκτικές πράξεις, δηλαδή η εκάστοτε ισχύς της πράξης, είναι μάλλον περιορισμένες, και επιδέχονται ανάλυση και μοντελοποίηση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μια αλληλουχία προσλεκτικών πράξεων στις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών μπορεί να μοντελοποιηθεί ως μια «Συζήτηση», στην οποία οι οδηγοί χρησιμοποιούν και ερμηνεύουν ορισμένες επικοινωνιακές πράξεις ή νύξεις στο προσλεκτικό επίπεδο ως «Κατευθυντικά», για παράδειγμα «αιτήσεις» ή «διαταγές», και άλλες πράξεις ως «Δεσμευτικά», για παράδειγμα «αποδοχές» ή «απορρίψεις» των «Κατευθυντικών». Λαμβάνοντας υπ'όψιν τις ιδιαιτερότητες του περιβάλλοντος οδήγησης, αναμένεται ότι οι προσλεκτικές ερμηνείες των πράξεων θα ανήκουν κυρίως στις κατηγορίες των «Κατευθυντικών» ή των «Δεσμευτικών». Για παράδειγμα, η επικοινωνιακή αλληλεπίδραση σε μια αριστερή στροφή με επερχόμενα οχήματα μπορεί να μοντελοποιηθεί ως συζήτηση χρησιμοποιώντας ένα γλωσσικά εμπνευσμένο μοντέλο ως ακολούθως. Ο Οδηγός Α υποβάλλει «Κατευθυντικό» για την αριστερή στροφή προς τον επερχόμενο οδηγό Β, ενεργοποιώντας το φλας, και δεν ξεκινά τον ελιγμό πριν βεβαιωθεί ότι ο οδηγός Β γνωρίζει και έχει αποκριθεί σε αυτό το «Κατευθυντικό». Ο Οδηγός Β, έχοντας αντιληφθεί και ερμηνεύσει σωστά το «Κατευθυντικό» του Οδηγού Α, το «αποδέχεται» και η αποδοχή του σηματοδοτείται με το εξής «Δεσμευτικό», ο Οδηγός Β κάνει οπτικό σήμα και επιβραδύνει το όχημά του. Η ίδια επικοινωνιακή πράξη του Α, δηλαδή η ενεργοποίηση του φλας, μπορεί να ερμηνευθεί είτε ως «αίτημα» ή ως «διαταγή», αλλά αυτό δεν είναι σημαντικό, εφόσον ερμηνεύεται ορθά ως «Κατευθυντικό». Ο Οδηγός Α, ερμηνεύοντας σωστά το «Δεσμευτικό» «αποδοχής» του Οδηγού Β, εκπέμπει ένα «Κυρুকτικό», ξεκινώντας τον ελιγμό. Η Εικόνα 35 απεικονίζει ένα γλωσσολογικό μοντέλο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων των οδηγών (ΓΜΕΑΟ).



Εικόνα 35 : Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών (ΓΜΕΑΟ)

Το προτεινόμενο ΓΜΕΑΟ μπορεί να αναπαραστήσει περιπτώσεις επιτυχών και ανεπιτυχών επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων μεταξύ οδηγών. Μια ανεπιτυχής επικοινωνιακή αλληλεπίδραση μπορεί να οφείλεται σε εσφαλμένη αντίληψη ή εσφαλμένη ερμηνεία κάποιας επικοινωνιακής πράξης. Μην έχοντας αντιληφθεί ή έχοντας παρερμηνεύσει μια εναρκτήρια επικοινωνιακή πράξη, κάποιος οδηγός μπορεί να αντιδράσει βάσει αυτής της παρερμηνείας και να προκαλέσει κατάρρευση του επικοινωνιακού κύκλου.

Το ανωτέρω μοντέλο περιγράφει και τις περιπτώσεις όπου κάποιος οδηγός επικοινωνεί σκόπιμα με τους άλλους οδηγούς, δηλώνοντας την πρόθεσή του για ελιγμό, με στόχο να τους επηρεάσει.

6.5 «Λεκτικές» πράξεις των οδηγών

Όσον αφορά τις μη-γλωσσικές «λεκτικές» πράξεις σε μια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση οδηγών, η επικοινωνία πρόθεσης μεταξύ των οδηγών μπορεί να διαμεσολαβείται από διάφορες, τυπικές και άτυπες, επικοινωνιακές πράξεις ή νύξεις. Τυπικές επικοινωνιακές πράξεις είναι αυτές που ορίζονται επίσημα ως τέτοιες, για παράδειγμα στον Κ.Ο.Κ., και εδώ περιλαμβάνονται η χρήση των φλας, το οπτικό σήμα και άλλες. Άτυπες επικοινωνιακές πράξεις είναι αυτές που ερμηνεύονται ως τέτοιες λόγω προηγούμενων εμπειριών των οδηγών και κοινωνικών κανόνων. Παραδείγματα άτυπων πράξεων είναι τα νεύματα με το κεφάλι ή το χέρι, αλλά και η στενή ακολουθία του προπορευόμενου οχήματος, το οποίο μπορεί να ερμηνευθεί ως δήλωση πρόθεσης προσπέρασης.

Γενικότερα, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι ένας χρήστης του οδικού δικτύου συλλέγει πληροφορίες από δύο επίπεδα, για να αναγνωρίσει την πρόθεση των άλλων

χρηστών του οδικού δικτύου και να προβλέψει τη μελλοντική κίνησή τους. Αρχικά συλλέγει όλες τις επικοινωνιακές πράξεις που εκπέμπονται άμεσα από τον άνθρωπο-οδηγό. Οι πράξεις αυτές είναι ρητές, είτε τυπικές, βάσει κανόνων, είτε άτυπες, όπως γνέψιμο, κινήσεις των χεριών. Αυτό είναι το κοινωνικό επίπεδο. Επίσης ερμηνεύει πρόθεση των άλλων «οχηματ-ανθρώπων» σημασιοδοτώντας (signifying) το ιστορικό κίνησής τους. Παρακολουθεί την πρότερη κίνηση των «οχηματ-ανθρώπων» στο δρόμο και τη γενική εικόνα της κυκλοφορίας, και βάσει εμπειρίας του αναγνωρίζει την πρόθεση των κοινωνικών αυτών μονάδων και προβλέπει τη μελλοντική κίνησή τους. Αυτό είναι το φυσικό επίπεδο. Η κίνηση των οχημάτων βέβαια είναι αποτέλεσμα του χειρισμού τους από τον οδηγό τους, αλλά επειδή τα οχήματα περιορίζονται κινητικά από τους φυσικούς νόμους, επειδή κάποια κίνησή τους είναι δυνατόν να μην είναι αποτέλεσμα επιθυμητού χειρισμού από τον οδηγό τους, επειδή εξωτερικά και από μακρινές αποστάσεις δεν έχουμε άμεση οπτική επαφή με τον οδηγό αλλά βλέπουμε ένα κινούμενο όχημα, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι αυτό το επίπεδο είναι διαφορετικό από το κοινωνικό, όπου ερχόμαστε σε επαφή άμεσα με ένα ανθρώπινο ον. Η πρότερη κίνηση των «οχηματ-ανθρώπων» που χρησιμοποιείται για αναγνώριση πρόθεσής τους μπορεί να είναι σιωπηρή πράξη, δηλαδή αν και μπορεί να μην εκπέμπεται από κάποιον οδηγό συνειδητά για δήλωση της πρόθεσής του, οι υπόλοιποι τη χρησιμοποιούν για να αναγνωρίσουν την πρόθεσή του βάσει της προηγούμενης εμπειρίας τους. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις ρητών τέτοιων πράξεων, όταν κάποιος οδηγός συνειδητά χρησιμοποιεί την κίνησή του οχήματός του για δήλωση της πρόθεσής του. Τέτοιο παράδειγμα είναι όταν ένας οδηγός ακολουθεί σε πολύ κοντινή απόσταση το προπορευόμενο όχημα, προσπαθώντας να αναγκάσει τον προπορευόμενο οδηγό να αλλάξει λωρίδα και να την απελευθερώσει.

Συνοψίζοντας, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι υπάρχουν δύο επίπεδα από τα οποία ένας οδηγός συλλέγει πληροφορίες για να αναγνωρίσει την πρόθεση των άλλων «οχηματ-ανθρώπων»:

- Το κοινωνικό επίπεδο, το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο των ρητών, εκ προθέσεως επικοινωνιακών πράξεων που εκπέμπονται από έναν οδηγό, έτσι ώστε να επικοινωνήσει την πρόθεσή του σε άλλους χρήστες του οδικού δικτύου.

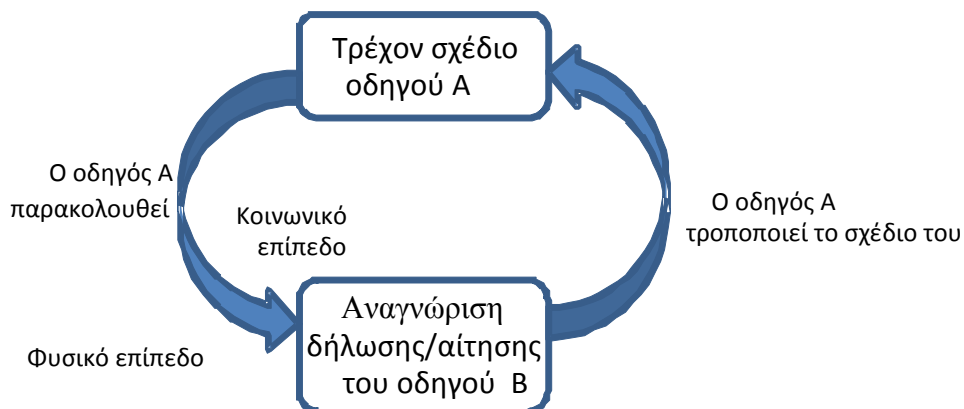
- Το φυσικό επίπεδο, το οποίο περιλαμβάνει επικοινωνιακές πράξεις που εκπέμπονται εκ προθέσεως ή νύξεις που ερμηνεύονται ως πρόθεση οδηγού, βάσει της πρότερης κίνησης «οχηματ-ανθρώπου» επί της οδού.

	Φυσικό επίπεδο	Κοινωνικό επίπεδο
Ρητή επικοινωνιακή πράξη (τυπική ή άτυπη)	X	X
Σιωπηρή επικοινωνιακή πράξη ή νύξη	X	

Πίνακας 8: Τύποι επικοινωνιακών πράξεων ανά επίπεδο παρατηρήσεων

Ένας οδηγός ερμηνεύει την πρόθεση των λοιπών «οχηματ-ανθρώπων» συνδυάζοντας πράξεις και νύξεις τόσο από το κοινωνικό όσο και από το φυσικό επίπεδο, ρητές και σιωπηρές (implicit). Αν υπάρχει ασυμφωνία μεταξύ της ερμηνείας διαφορετικών πράξεων ή νύξεων, ο οδηγός προσπαθεί να βρει μια ερμηνεία που να τις συνδυάζει όλες.

Με βάση τις πληροφορίες που συλλέγει ένας οδηγός Α από το φυσικό επίπεδο, δηλαδή το φυσικό επίπεδο κίνησης των οχημάτων, αλλά και από το κοινωνικό επίπεδο, ερμηνεύει κάποια συμπεριφορά του οδηγού Β ως δήλωση πρόθεσης για ελιγμό. Σε τέτοια περίπτωση αποφασίζει ή όχι για την τροποποίηση του δικού του αρχικού σχεδίου κίνησης, ώστε να συνεργαστεί ή όχι με τον οδηγό Β.



Εικόνα 36 : Ο βρόχος αίτησης – απόκρισης συνεργασίας

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο γλωσσικός τομέας επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών ενέχει αβεβαιότητα, αφού:

- Η κατανόηση της κατάστασης εξαρτάται από το υπόβαθρο κάθε οδηγού και άρα δεν είναι δεδομένη, οπότε είναι αβέβαιο ότι θα είναι κοινή για όλους τους εμπλεκόμενους οδηγούς.
- Οι τυπικοί και, κυρίως, οι άτυποι κανόνες που ισχύουν διαφέρουν ανά περίπτωση. Οι άτυποι κανόνες μπορεί να ισχύουν μόνο για συγκεκριμένο συγκείμενο ή για συγκεκριμένη κατηγορία ατόμων.
- Οι οδηγοί αντιλαμβάνονται την πρόθεση των άλλων χρηστών του οδικού δικτύου ερμηνεύοντας τις πράξεις τους ως νύξεις κάποιου υποκείμενου σχεδίου. Όμως μια μεμονωμένη ενέργεια μπορεί να ερμηνευθεί ως έκφραση πολλών διαφορετικών σχεδίων.

7. Εμπειρική επαλήθευση του ΓΜΕΑΟ

7.1 Στόχος της επαλήθευσης

Όπως παρουσιάστηκε στα προηγούμενα, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών είναι συχνό φαινόμενο το οποίο φαίνεται να έχει ιδιαίτερη σημασία για την αποδοτικότητα της κυκλοφορίας αλλά και την οδική ασφάλεια και ότι είναι χρήσιμο να μοντελοποιηθούν. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι οι οδηγοί βιώνουν σε πολλές περιπτώσεις την οδήγηση ως κοινωνική δραστηριότητα, εμπλεκόμενοι σε κοινωνικές αλληλεπιδράσεις με τις λοιπές κοινωνικές μονάδες που συμμετέχουν στη δραστηριότητα αυτή, τους «οχηματ-ανθρώπους», παρατηρώντας και ερμηνεύοντας κοινωνική συμπεριφορά από αυτές τις μονάδες. Θεωρούν δηλαδή τους λοιπούς «οχηματ-ανθρώπους», όχι ως άψυχες μονάδες προγραμματισμένες να συνεχίσουν να κινούνται βάσει των φυσικών νόμων και των φυσικών περιορισμών της οδού, αλλά ως άτομα-εαυτούς με δική τους συμπεριφορά και προθέσεις, τους οποίους μπορούν αν θέλουν ακόμη και να επηρεάσουν ώστε να μεταβάλλουν τη μελλοντική κίνησή τους. Υποστηρίζεται ακόμη ότι οι υπό μελέτη επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, που λαμβάνουν χώρα στο συνειδητό επίπεδο, αναδύονται σε περιπτώσεις όπου οι οδηγοί είναι αβέβαιοι ως προς την πρόθεση των άλλων, οπότε υπάρχει κίνδυνος κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου. Στις περιπτώσεις αυτές οι οδηγοί χρειάζεται να βεβαιωθούν ότι μοιράζονται την ίδια αμοιβαία γνώση, πεποιθήσεις και παραδοχές με τους λοιπούς εμπλεκόμενους, ώστε να μπορέσουν να συντονίσουν τις μελλοντικές δράσεις τους. Για το σκοπό αυτό, οι οδηγοί συνειδητά επιδιώκουν να επικαιροποιούν και να ανασκευάζουν το Κοινό τους Νοητικό Υπόβαθρο, εμπλεκόμενοι σε επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις με τους άλλους «οχηματ-ανθρώπους». Τέλος, προτάθηκε ένα γλωσσολογικό μοντέλο για τη μοντελοποίηση των διαδοχικών προσλεκτικών πράξεων που απαρτίζουν τις αλληλεπιδράσεις αυτές με τη μορφή «συζήτησης», το οποίο υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι είναι χρήσιμο να ενσωματωθεί σε ΣΥΑΟ, ώστε να είναι η λειτουργικότητά τους περισσότερο σύμφωνη με τις ανθρώπινες εκτιμήσεις και προσδοκίες.

Για την εμπειρική επιβεβαίωση των ανωτέρω σχεδιάστηκε μια μελέτη για τη συλλογή παρατηρήσεων τέτοιων φαινομένων σε συνθήκες πραγματικής κυκλοφορίας. Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι της μελέτης ήταν: i) να επιβεβαιωθεί κατά πόσον οι οδηγοί προβλέπουν την εξέλιξη της κυκλοφοριακής κατάστασης παρατηρώντας και ερμηνεύοντας κοινωνική συμπεριφορά από κοινωνικές μονάδες, τους «οχηματ-ανθρώπους», ii) να προσδιορισθούν οι συνθήκες υπό τις οποίες αναδύονται οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών και τα είδη των επικοινωνιακών πράξεων που οι οδηγοί χρησιμοποιούν για να επικοινωνήσουν τη δική τους και να προβλέψουν την πρόθεση των άλλων, και iii) να διερευνηθεί εμπειρικά η καταλληλότητα και επάρκεια του ΓΜΕΑΟ για την αναπαράσταση της δυναμικής αυτής της επικοινωνίας μεταξύ των οδηγών.

7.2 Μέθοδος

Επιλέχθηκε οι παρατηρήσεις να συλλεχθούν στην περιφερειακή οδό Υμηττού, μια οδό με τουλάχιστον δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και κεντρικό διαχωριστικό. Η κυκλοφορία είναι αρκετά πυκνή στη συγκεκριμένη οδό, οπότε αναμενόταν να είναι συχνή η εμφάνιση επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών, για παράδειγμα σε περιπτώσεις αλλαγής λωρίδας. Η διαδρομή ήταν πάντα η ίδια με συνολικό μήκος περίπου 15 km. Οι

συμμετέχοντες ξεκινούσαν από την έξοδο της Πολυτεχνειούπολης επί της Λεωφόρου Κατεχάκη με κατεύθυνση προς Άλιμο, έφταναν έως την πρώτη πλατεία της Ηλιούπολης και στη συνέχεια ακολουθούσαν η ίδια διαδρομή αντίστροφα για την επιστροφή. Κατά μήκος της διαδρομής υπάρχουν κάποιοι σηματοδότες, παρόλα αυτά αναπτύσσονται υψηλές ταχύτητες, σε κάποια σημεία έως και πάνω από 100 km/h.

Για να είναι παρόμοιες οι περιβαλλοντικές και κυκλοφοριακές συνθήκες, οι παρατηρήσεις συλλέχθηκαν κατά τις πρωινές ώρες, εκτός ωρών αιχμής, μεταξύ 10:00 και 15:00, ώστε να υπάρχει μέτρια πυκνότητα κυκλοφορίας και καλός φωτισμός. Οι παρατηρήσεις συλλέχθηκαν πάντα σε καλές καιρικές συνθήκες.

7.3 Διαδικασία

Πριν την έναρξη της κάθε διαδρομής δίδονταν συγκεκριμένες οδηγίες στους συμμετέχοντες. Θα έπρεπε οι οδηγοί να οδηγούν το αυτοκίνητό τους όπως θα οδηγούσαν κανονικά, ενώ ταυτόχρονα θα έπρεπε να διατυπώνουν μεγαλόφωνα κάθε παρατήρησή τους στην περιρρέουσα κυκλοφορία καθώς και τυχόν δράσεις που θα αναλάμβαναν οι ίδιοι ως αποτέλεσμα τέτοιων παρατηρήσεων. Με τον τρόπο αυτό αναμενόταν ότι οι συμμετέχοντες οδηγοί θα λεκτικοποιούσαν τις νοητικές δραστηριότητές τους σχετικά με την αλληλεπίδρασή τους με τους λοιπούς οδηγούς, την πρόβλεψη πρόθεσης των λοιπών οδηγών και τη διαδοχή πράξεων σε κάθε επικοινωνιακή αλληλεπίδραση με άλλους οδηγούς όπου τυχόν θα εμπλέκονταν.

Εφόσον οι αλληλεπιδράσεις αυτές συμβαίνουν σαφώς σε συνειδητό επίπεδο και όχι αυτοματοποιημένα από τους οδηγούς στο υποσυνείδητο επίπεδο, θεωρούνται, κατ' αρχήν, δεκτικές ανάλυσης μέσω της μεθόδου παράλληλου σχολιασμού (*running commentary*). Η μέθοδος του παράλληλου λεκτικού πρωτόκολλου (*concurrent verbal protocol*) είναι μια αποδεκτή μέθοδος καταγραφής της διαδικασίας της ανθρώπινης σκέψης (Ericsson και Simon, 1993) και παρόμοιες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί σε αρκετές μελέτες οδήγησης (Walker *et al*, 2008; Banks *et al*, 2014). Πιο συγκεκριμένα, προηγούμενες μελέτες (Villame, 2004) έχουν δείξει ότι η μέθοδος παράλληλου σχολιασμού (*think aloud*), αν και επιβάλλει πρόσθετες νοητικές απαιτήσεις στον οδηγό, είναι μια μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη των μη-αυτοματοποιημένων συνιστωσών του οδηγικού καθήκοντος. Αν και κάποιοι υποστηρίζουν ότι οι καταγραφές που παρέχουν οι μέθοδοι παράλληλου σχολιασμού μπορεί να παραμένουν ατελείς, εντούτοις υποστηρίζεται ότι θα πρέπει να προτιμώνται έναντι των μεθόδων αναδρομικού σχολιασμού, ιδιαίτερα για εργασίες μακράς διάρκειας, γιατί οι τελευταίες αυτές μέθοδοι παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα παραλείψεων. Οι παράλληλες λεκτικοποιήσεις φαίνεται να παρέχουν μια πιο ολοκληρωμένη και πιο πλούσια αναπαράσταση της νόησης σε πραγματικό χρόνο (Banks *et al*, 2014). Επιπλέον, καταγράφουν έναν πλούτο πληροφοριών που είναι απρόσιτες με χρήση καθαρά ποσοτικών δεδομένων (*ibid*). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή, όπως εφαρμόστηκε στην παρούσα μελέτη, δεν μπορεί να καταγράψει τον ακριβή αριθμό επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων που πραγματικά συνέβησαν, δεδομένου ότι καταγράφει μόνο εκείνες που λεκτικοποιήθηκαν από τους συμμετέχοντες. Η ανάλυση καταγραφών βίντεο από τη μελέτη υποδηλώνει ότι υπήρξαν πολλές περιπτώσεις αλληλεπιδράσεων με οδηγούς που δε λεκτικοποιήθηκαν από τους συμμετέχοντες. Παρόλα αυτά, η μέθοδος παράλληλου σχολιασμού που χρησιμοποιήθηκε παρείχε μια επίγνωση της νοητικής συμπεριφοράς των οδηγών πριν τη λήψη απόφασης, που δε θα ήταν διαθέσιμη εάν η μελέτη βασιζόταν μόνο σε ανάλυση καταγραφών βίντεο. Η

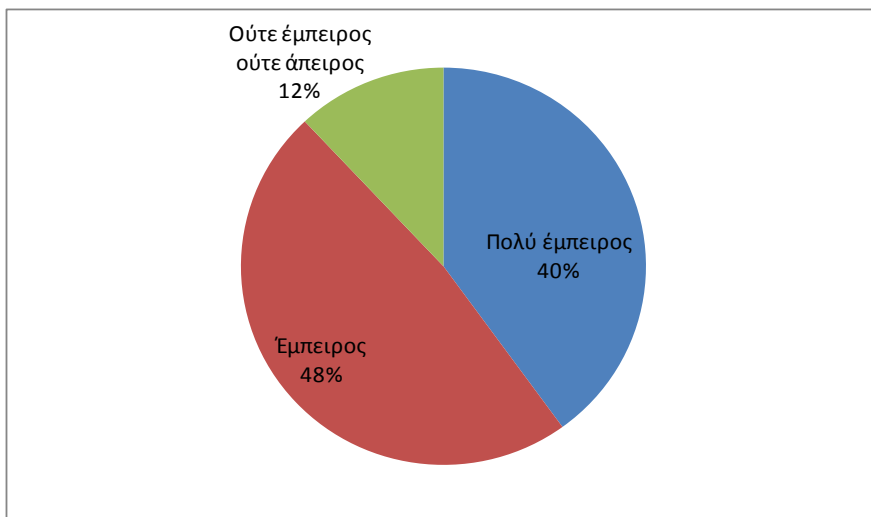
μέθοδος κατέγραψε ένα σημαντικό αριθμό περιπτώσεων όπου οι οδηγοί εστίαζαν την προσοχή τους σε κοινωνική συμπεριφορά, όπου περιέγραψαν ρητά πώς προέβλεπαν την πρόθεση των άλλων καθώς και λεκτικοποιήσεις επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων.

Κατά τη διάρκεια της διαδρομής ένας παρατηρητής βρισκόταν καθισμένος στη θέση του συνοδηγού και κατέγραφε με δύο βιντεοκάμερες τη σκηνή εμπρός και πίσω από το αυτοκίνητο. Οι κάμερες ηχογραφούσαν επίσης το σχολιασμό του οδηγού. Ο παρατηρητής ήταν σιωπηλός και δεν συζητούσε ποτέ διαλογικά με τον οδηγό, με εξαίρεση κάποια έκδηλα περιστατικά αλληλεπίδρασης τα οποία έμειναν ασχολίαστα από τον οδηγό. Σε τέτοιες περιπτώσεις και μόνο, ο παρατηρητής έκανε κάποια σχετική ερώτηση στον οδηγό με στόχο να διαπιστωθεί αν αυτός είχε αντιληφθεί το περιστατικό ή όχι και να κατανοηθεί, αν ήταν δυνατό, γιατί δεν το σχολίασε. Μία παρόμοια τεχνική συνιστάται και από τους Banks *et al* (2014), έτσι ώστε να αποκαλυφθούν και να μελετηθούν κρίσιμα γεγονότα. Οι συμμετέχοντες οδηγοί μπορούσαν απρόσκοπτα να οδηγούν και παράλληλα να σχολιάζουν μεγαλόφωνα κατά το μεγαλύτερο διάστημα. Όμως, σε κάποια περιστατικά αυξημένου κινδύνου λόγω των κυκλοφοριακών συνθηκών υπήρξαν περιπτώσεις όπου ακόμα και άτομα που μιλούσαν πολύ άνετα σταμάτησαν να μιλούν, προφανώς για να επικεντρωθούν πλήρως στο οδηγικό καθήκον, το οποίο εκείνες τις στιγμές απαιτούσε μεγαλύτερη προσπάθεια από αυτούς.

7.4 Οι συμμετέχοντες οδηγοί

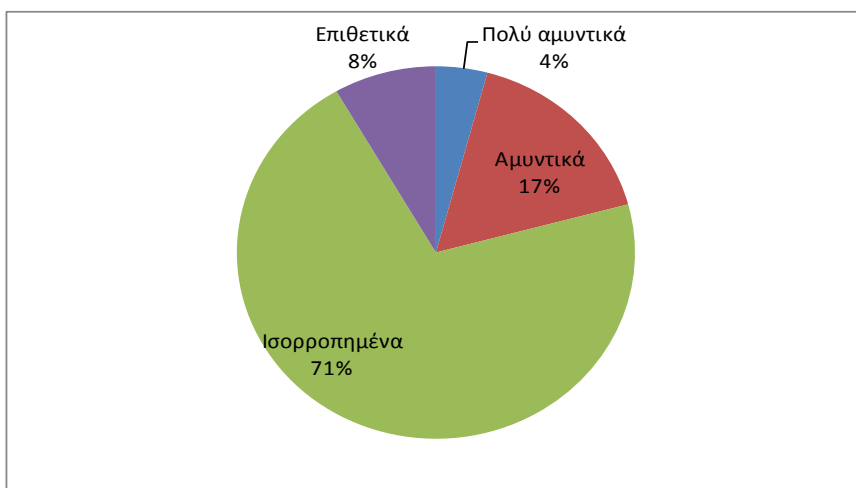
Το κριτήριο επιλογής οδηγών για συμμετοχή στις παρατηρήσεις ήταν η εμπειρία τους, δηλαδή έπρεπε οι συμμετέχοντες οδηγοί να οδηγούν συστηματικά, κατά μέσο όρο πάνω από 10.000 χιλιόμετρα ετησίως κατά δήλωσή τους, και να είναι κάτοχοι άδειας οδήγησης για τουλάχιστον 3 χρόνια. Αναλύθηκαν οι παρατηρήσεις από 25 έμπειρους οδηγούς, 17 άνδρες και 8 γυναίκες. Η ηλικία των συμμετεχόντων κυμαινόταν από 26 έως 80 ετών, με μέσο όρο τα 57 έτη. Οι συμμετέχοντες οδηγοί κατείχαν άδεια οδήγησης από 6 έως 58 έτη, με μέσο όρο 32,6 έτη. Οι οδηγοί δήλωσαν ότι κατά μέσο όρο ανά έτος οδηγούν από 10.000 έως 40.000 km, με μέσο όρο 15.400 km. Κατά μέσο όρο δήλωσαν ότι οδηγούν 62% της απόστασης σε αστικό περιβάλλον, 17% σε επαρχιακό δίκτυο, 28% σε αυτοκινητόδρομους και 4% σε άλλες οδούς.

10 από τους συμμετέχοντες οδηγούς δήλωσαν ότι θεωρούν τον εαυτό τους «πολύ έμπειρο» οδηγό, 12 ότι τον θεωρούν «έμπειρο» οδηγό και 3 ότι δεν τον θεωρούν «ούτε έμπειρο ούτε άπειρο».



Εικόνα 37: Εκτιμήσεις των συμμετεχόντων ως προς την οδηγική τους εμπειρία

Σχετικά με τον τρόπο οδήγησης, 1 οδηγός απάντησε ότι οδηγεί «πολύ αμυντικά», 4 ότι οδηγούν «αμυντικά», 17 ότι οδηγούν «ισορροπημένα» και 2 ότι οδηγούν «επιθετικά», ενώ κανείς δεν απάντησε ότι θεωρεί την οδήγησή του «πολύ επιθετική».



Εικόνα 38: Εκτιμήσεις των συμμετεχόντων ως προς τον τρόπο οδήγησής τους

Μόνο 4 από τους 25 συμμετέχοντες οδηγούς δήλωσαν ότι ως οδηγοί έχουν εμπλακεί σε ατύχημα στο οποίο ήταν υπεύθυνοι την τελευταία τριετία. Και τα 4 ατυχήματα αναφέρθηκε ότι συνέβησαν σε αστικό δίκτυο, τα 2 είχαν ως αποτέλεσμα ελαφρές και τα 2 σοβαρές υλικές ζημιές.

Συμπεραίνεται ότι το δείγμα αποτελούνταν από έμπειρους και ενεργούς οδηγούς και αντιπροσώπευε ικανοποιητικά και τα δύο φύλα, καθώς και διάφορους τρόπους οδήγησης.

Η διάρκεια καθεμιάς από τις 25 διαδρομές κυμάνθηκε από 13,2 έως 23 λεπτά, με μέσο όρο 16,8 λεπτά.

7.5 Ανάλυση

Οι οπτικές και ηχητικές καταγραφές είναι μια αναπαραστάση πρώτης γενιάς των συμβάντων κατά τη διαδρομή. Παρόλο που είναι ατελής αναπαραστάση, αφού σίγουρα η

οπτική γωνία της κάμερας δεν καταγράφει τα πάντα και οι συμμετέχοντες δε λεκτικοποίησαν όλα όσα συνέβησαν, οι καταγραφές αυτές είναι πλούσιες πηγές δεδομένων (Hutchins και Klausen, 2000).

Μετά το τέλος κάθε καταγραφής, τα λεκτικά των οδηγών απομαγνητοφωνήθηκαν σε ψηφιακή μορφή και επισημάνθηκαν οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του συμμετέχοντος και των λοιπών οδηγών, με παράλληλη παρατήρηση των καταγραφών βίντεο. Στις καταγραφές βίντεο υπολογίστηκε η διάρκεια της διαδρομής και επισημάνθηκαν οι αλλαγές λωρίδας που έγιναν από το συμμετέχοντα αλλά και αυτές που έγιναν από άλλους οδηγούς σε εγγύτητα με το όχημα παρατηρήσεων. Η αλλαγή λωρίδας επιλέχτηκε ως ο πιο διαδεδομένος, σχετικός και αντικειμενικά αναγνωρίσιμος τύπος ελιγμού, που θα μπορούσε να παρέχει μία αντικειμενική ένδειξη μιας σκόπιμης ρυθμιστικής δράσης με στόχο το συντονισμό της κίνησης ενός οχήματος σε σχέση με άλλα οχήματα. Στις καταγραφές βίντεο επισημάνθηκαν επίσης και οι περιπτώσεις αλληλεπιδράσεων οδηγών. Ως αλληλεπίδραση θεωρήθηκε κάθε διαδοχή από παρατηρηθείσες συμπεριφορές είτε του συμμετέχοντα οδηγού είτε κάποιου άλλου «οχηματ-ανθρώπου» που μπορούσαν να ερμηνευθούν ως επικοινωνιακές πράξεις.

Στη συνέχεια, το λεκτικό των οδηγών διαιρέθηκε σε διαδοχικές θεματικές περιόδους, δηλαδή σε τμήματα του λεκτικού όπου γινόταν αναφορά σε κάποιο συγκεκριμένο θέμα, για παράδειγμα σε κάποιο συγκεκριμένο όχημα, σηματοδότη, πυκνότητα κυκλοφορίας ή κυκλοφοριακό συμβάν. Στη συνέχεια, κάθε περίοδος επισημάνθηκε ανάλογα με το αν το περιεχόμενό της αναφέρονταν σε κοινωνική συμπεριφορά «έμψυχου οχηματ-ανθρώπου» ή σε άψυχο αντικείμενο ή γεγονός. Τα κριτήρια για την κατάταξη αυτή ήταν είτε να είναι το υποκείμενο της πρότασης άνθρωπος είτε να γίνεται αναφορά σε σκοπό ή συμπεριφορά του υποκειμένου ως προς το συμμετέχοντα οδηγό, δηλαδή το ρήμα δεν έπρεπε να περιγράφει μια κατάσταση αλλά έπρεπε να υπονοεί πρόθεση του υποκειμένου. Παραδείγματα περιόδων που επισημάνθηκαν ως αναφερόμενες σε κοινωνική συμπεριφορά είναι: *«Χαμηλώνω λίγο ταχύτητα γιατί κανείς δεν ξέρει ότι οι λωρίδες είναι τρεις»*, *«Ένας πάει να βγει από δεξιά αλλά περιμένει»*. Αυτός ο διαχωρισμός δεν ήταν τελείως ξεκάθαρος, υπό την έννοια ότι υπήρχαν αρκετές περίοδοι για τις οποίες δεν ήταν σαφές αν αναφέρονταν σε παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς ή όχι. Οι περίοδοι αυτές, καθώς και όλες όσες σαφώς δεν αναφέρονταν σε κοινωνική συμπεριφορά, δεν περιλήφθηκαν στην ανάλυση.

Στη συνέχεια, οι περίοδοι που επισημάνθηκαν ως αναφερόμενες σε κοινωνική συμπεριφορά αναλύθηκαν περαιτέρω σε προβλεπτικές και αναδρομικές. Το κριτήριο για την κατηγοριοποίηση μιας περιόδου ως προβλεπτικής ήταν να υπάρχει μια σαφής αναφορά σε μελλοντική συμπεριφορά μέσω απόδοσης πρόθεσης στον «έμψυχο οχηματ-άνθρωπο». Παραδείγματα περιόδων που αναφέρονταν σε πρόβλεψη συμπεριφοράς και που αναφέρονταν επίσης, έστω και εμμέσως, στο πώς είχε γίνει η πρόβλεψη είναι τα εξής: *«Υπάρχει κάποιος πίσω μου που γκαζώνει και πιστεύω ότι θέλει να με περάσει, οπότε τον προσέχω»*, *«Αυτός πίσω μου έχει κολλήσει πάρα πολύ, ετοιμάζεται να με προσπεράσει, μάλλον θέλει να πάει δεξιά»*.

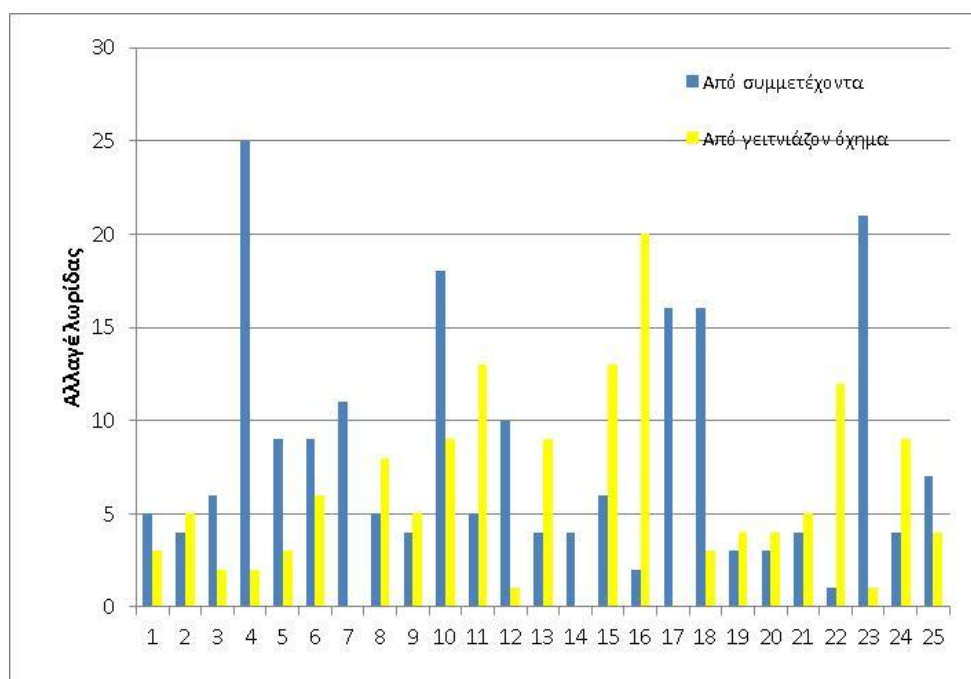
Οι περίοδοι αναλύθηκαν επίσης με παράλληλη παρακολούθηση των καταγραφών βίντεο ως προς τις πιθανές προσλεκτικές ερμηνείες των αναφερόμενων επικοινωνιακών πράξεων, οι οποίες κατηγοριοποιήθηκαν ως «Κατευθυντικά» και «Δεσμευτικά», «αποδοχές» ή «απορρίψεις». Το κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο συμμετέχων να έχει χρησιμοποιήσει

ένα σχετικό ρήμα, όπως «επιθυμώ», «θέλω», «αφήνω». Για παράδειγμα, στην περίοδο «Είχε βγάλει φλας, οπότε είχα χαμηλώσει λίγο την ταχύτητά μου για να του αφήσω χώρο να βγει», το εκφώνημα «Είχε βγάλει φλας» περιγράφει την επικοινωνιακή πράξη της χρήσης των φλας που σιωπηρά ερμηνεύεται από το συμμετέχοντα οδηγό ως «Κατευθυντικό», ενώ υπάρχει και το εκφώνημα που περιγράφει ένα ρητό «Δεσμευτικό»: «οπότε είχα χαμηλώσει λίγο την ταχύτητά μου για να του αφήσω χώρο να βγει».

Από τις οπτικές και ηχητικές καταγραφές λοιπόν δημιουργήθηκε μια αναπαράσταση δευτέρου επιπέδου των συμβάντων κατά τη διαδρομή, με τη μορφή των λεκτικών και των επισημάνσεων και στα λεκτικά αλλά και στις καταγραφές βίντεο. Είναι πιθανό ότι αυτή η ερμηνευτική διαδικασία εμπεριέχει τη σιωπηρή κρίση των αναλυτών και πιθανόν διαμορφώνεται από τις προσδοκίες τους. Για να διασφαλιστεί η αντικειμενικότητα της διαδικασίας σε κάποιο εύλογο επίπεδο αναπαραξιμότητας, θεσπίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια που περιγράφηκαν παραπάνω και βάσει αυτών τα δεδομένα αναλύθηκαν από τρεις ανεξάρτητους αναλυτές. Όλες οι περιπτώσεις, όπου υπήρχε διαφωνία μεταξύ των αναλυτών, δεν περιλήφθηκαν στην ανάλυση. Δεδομένου ότι η ανάλυση ήταν ποιοτική και δεν προβλεπόταν κάποια στατιστική επαλήθευση των στόχων της μελέτης, η απόρριψη των αμφιλεγόμενων περιπτώσεων δεν επηρέασε αρνητικά τα αποτελέσματα.

7.6 Αλλαγές λωρίδας και αλληλεπιδράσεις μεταξύ οδηγών (βάσει καταγραφών βίντεο)

Οι συμμετέχοντες οδηγοί προέβησαν σε 1 έως 25 αλλαγές λωρίδας συνολικά ανά διαδρομή, με μέσο όρο 8,1 αλλαγές λωρίδας ανά διαδρομή. Στις καταγραφές βίντεο επισημάνθηκαν από 1 έως 20 αλλαγές λωρίδας άλλων οχημάτων σε στενή γειτνίαση με το όχημα παρατήρησης ανά διαδρομή, με μέσο όρο 6,4 αλλαγές λωρίδας ανά διαδρομή.



Εικόνα 39: Παρατηρήσεις αλλαγών λωρίδας από το συμμετέχοντα οδηγό και από οδηγό γειτνιάζοντος οχήματος ανά άτομο

Στις καταγραφές βίντεο επισημάνθηκαν συνολικά 65 επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συμμετεχόντων και των λοιπών οδηγών. Κατά μέσο όρο παρατηρήθηκαν 2,6 τέτοιες αλληλεπιδράσεις ανά διαδρομή, με ελάχιστη τιμή 0 και μέγιστη τιμή 13 αλληλεπιδράσεις ανά διαδρομή. Λόγω του κυκλοφοριακού περιβάλλοντος οι αλληλεπιδράσεις αυτές αφορούσαν ως επί το πλείστον ελιγμούς αλλαγής λωρίδας.

Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι οι αλληλεπιδράσεις που επισημάνθηκαν βασίζονται στις υποκειμενικές εκτιμήσεις των αναλυτών και ίσως υπάρχουν και αλληλεπιδράσεις που έλαβαν χώρα, αλλά δεν μπόρεσαν οι αναλυτές να τις εντοπίσουν. Παρόμοια, οι αλληλεπιδράσεις που λεκτικοποιήθηκαν βασίζονται στις υποκειμενικές εκτιμήσεις των οδηγών. Ούτε η μέθοδος του παράλληλου σχολιασμού ούτε η μέθοδος των παρατηρήσεων των βίντεο από τους αναλυτές μπορούν να καταγράψουν το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που συνέβησαν. Για το λόγο αυτό και τα στοιχεία που συλλέχθηκαν χρησιμοποιούνται στην ανάλυση ως ενδείξεις και όχι ως αριθμητικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν το φαινόμενο.

7.7 Αναφορές σε κοινωνική συμπεριφορά

Οι συμμετέχοντες οδηγοί εκφώνησαν από 80 έως 1463 λέξεις, με μέσο όρο 513 λέξεις ανά διαδρομή. Συνολικά εκφωνήθηκαν 982 περίοδοι, από 11 έως 130 περίοδοι ανά διαδρομή, με μέσο όρο 39,3 περιόδους ανά διαδρομή. Από αυτές, οι 53 δεν ήταν σχετικές με την οδήγηση, αλλά αφορούσαν σε κάποια αξιόθεατα της διαδρομής, οπότε η μετέπειτα ανάλυση επικεντρώθηκε στις υπόλοιπες 929 περιόδους. Η κατηγοριοποίηση των περιόδων βάσει των ανωτέρω κριτηρίων παρουσιάζεται στον Πίνακας 9.

Σύνολο περιόδων που εκφωνήθηκαν	982
Περίοδοι σχετικές με την οδήγηση	929
Περίοδοι όπου λεκτικοποιήθηκαν παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς άλλων «έμψυχων οχηματ-ανθρώπων»	360
Περίοδοι όπου λεκτικοποιήθηκε πρόβλεψη της πρόθεσης άλλων	90
Περίοδοι όπου περιγραφόταν πώς είχε γίνει η πρόβλεψη πρόθεσης	67

Πίνακας 9: Οι περίοδοι που εκφωνήθηκαν

Από τις 929 περιόδους που ήταν σχετικές με την οδήγηση, 360 αναφέρονταν σαφώς σε παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς άλλων «έμψυχων οχηματ-ανθρώπων». Εκφωνήθηκαν από 0 έως 50 τέτοιες περίοδοι ανά διαδρομή, με μέσο όρο 14,4 περιόδους ανά διαδρομή. Το ποσοστό των περιόδων αυτών ως προς το σύνολο των περιόδων που αφορούσαν στην οδήγηση κυμάνθηκε από 0% έως 85,7% ανά διαδρομή, με μέσο όρο 41,7% ανά διαδρομή.

Από τις 360 περιόδους που αναφέρονταν σε παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς, οι 90 αναφέρονταν σε πρόβλεψη πρόθεσης άλλων και περιλάμβαναν και ερμηνείες και αλληλεπιδράσεις. Κατά μέσο όρο επισημάνθηκαν 3,6 τέτοιες περίοδοι ανά διαδρομή, με ελάχιστη τιμή 0 και μέγιστη τιμή 14 περιόδους ανά διαδρομή.

7.8 «Λεκτικές» πράξεις οδηγών

Σε 67 από τις 90 περιόδους που αναφέρονταν σε πρόβλεψη πρόθεσης άλλων, οι συμμετέχοντες περιέγραψαν επίσης πώς είχαν προβλέψει την πρόθεση των άλλων. Περιέγραψαν ότι η πρόβλεψή τους έγινε με βάση: α) μια ρητή επικοινωνιακή πράξη του άλλου οδηγού, β) μια έμμεση νύξη όπως την παρατήρησαν από άλλο «οχηματ-άνθρωπο», την οποία ερμήνευσαν ως επικοινωνιακή πράξη του «οχηματ-ανθρώπου», γ) νύξεις από το περιβάλλον ή δ) στερεότυπα.

Οι ρητές επικοινωνιακές πράξεις άλλων οδηγών, που προέρχονται από το αμιγώς κοινωνικό επίπεδο παρατηρήσεων όπως υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή, οι οποίες αναφέρθηκαν ήταν η χρήση των φλας, το οπτικό σήμα και κάποια νεύματα με το χέρι και κινήσεις του κεφαλιού. Καταγράφηκαν 13 τέτοιες αναφορές, οι οποίες ήταν:

- 3 αναφορές σε οπτικό σήμα από τον άλλο οδηγό
- 8 αναφορές σε χρήση φλας από τον άλλο οδηγό
- 1 αναφορά σε νεύμα με το χέρι («έκανε νόημα με το χέρι»)
- 1 αναφορά σε κίνηση του άλλου οδηγού («κούνησε το κεφάλι του και κοίταξε προς τα δεξιά»)

Οι νύξεις από το περιβάλλον σχετίζονταν με τη γεωμετρία της οδού και με την παρουσία φυσικών εμποδίων επί της οδού, όπως για παράδειγμα ένα προπορευόμενο βραδύτερο φορτηγό. Οι συμμετέχοντες παρατηρούσαν τις νύξεις αυτές και στη συνέχεια προέβλεπαν εν μέρει τη μελλοντική τροχιά των κινούμενων «οχηματ-ανθρώπων» θεωρώντας ότι η κίνησή τους θα ήταν ομαλή, σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής και τα χαρακτηριστικά και περιορισμούς της οδού. Έγιναν 6 τέτοιες αναφορές και όλες αφορούσαν σε αλλαγή στον αριθμό των λωρίδων. Οι οδηγοί δηλαδή προέβλεπαν ότι οι άλλοι «οχηματ-άνθρωποι» στις λωρίδες που τελείωναν θα άλλαζαν λωρίδα και δε θα έβγαιναν από την οδό. Οι νύξεις αυτές, που προέρχονται από το φυσικό επίπεδο παρατηρήσεων των οδηγών, ήταν:

- «οι λωρίδες γίνονται δύο» (αναφέρθηκε τρεις φορές)
- «οι λωρίδες είναι τρεις» (εννοείται ότι «θα γίνουν δύο μετά από λίγο»)
- «έρχεται από λωρίδα δεξιά» (εννοείται ότι «η λωρίδα μετά από λίγο χάνεται»)
- «όλοι αυτοί που είναι στην τρίτη λωρίδα που απαγορεύεται να χωθούν μπροστά μας».

Οι έμμεσες νύξεις από τους άλλους «οχηματ-άνθρωπους» περιλάμβαναν κάθε διαταραχή της αναμενόμενης ομαλής κίνησής τους, η οποία δεν μπορούσε να αποδοθεί στη γεωμετρία της οδού ή σε εμπόδια επί της οδού, ήταν δηλαδή διαταραχές του φυσικού επιπέδου παρατηρήσεων. Οι διαταραχές αυτές ερμηνεύονταν ως αποτέλεσμα εκ προθέσεως δράσης του «οχηματ-ανθρώπου» και χρησιμοποιούνταν για να ερμηνευτεί η πρόθεσή του. Οι νύξεις αυτές στην πραγματικότητα βασίζονταν μόνο σε μη αναμενόμενες αποκλίσεις στην κίνηση οχημάτων, αλλά ερμηνεύτηκαν ως δηλωτικά πρόθεσης. Έγιναν 43 τέτοιες αναφορές και οι διαταραχές που αναφέρθηκαν ήταν: οδήγηση με ταχύτητα διαφορετική από εκείνη της ροής κυκλοφορίας, υψηλότερης ή χαμηλότερης, αδικαιολόγητη αλλαγή ταχύτητας, στενή ακολούθηση του προπορευομένου οχήματος, οδήγηση στη διαγράμμιση, διακύμανση της εγκάρσιας θέσης και της διεύθυνσης άλλου οχήματος, ασυνήθιστοι ελιγμοί και «επιθετική οδήγηση». Οι αναφορές ήταν:

- 18 αναφορές σε ταχύτητα υψηλότερη από την ταχύτητα κίνησης του οχήματος του συμμετέχοντος («βιαστικός», «πιο βιαστικοί», «βιάζονται», «προσπαθεί ο

ένας να περάσει τον άλλο», «μεγάλη ταχύτητα», «κινούνται πιο γρήγορα», «πέρναγε λίγο γρήγορα», «γκαζώνει», «επιταχύνει και με πλησιάζει», «έρχεται με φόρα», «έρχεται άλλο», «έρχεται αρκετά γρήγορα», «έρχεται κάποιος πιο γρήγορα και με αναγκάζει να οδηγώ κάπως πιο πιεστικά οπότε θα με αναγκάσει να αλλάξω λωρίδα», «έρχεται ταχύτατα», «πάω πιο αργά από αυτόν», «τρέχει περισσότερο», «τρέχει πολύ από την εσωτερική»)

- 1 αναφορά σε ταχύτητα παρόμοια με την ταχύτητα κίνησης του οχήματος του συμμετέχοντος («πήγαινε με σχεδόν σταθερή ταχύτητα, δε με πλησίαζε ούτε απομακρυνόταν, τουλάχιστον με πλησίαζε με αργό ρυθμό»)
- 1 αναφορά σε ταχύτητα του άλλου οχήματος χαμηλότερη από τη δική του («πάει λίγο πιο σιγά»)
- 3 αναφορές σε μείωση ταχύτητας από τον άλλο οδηγό («έκοψε ταχύτητα», «πατάει απότομα φρένα», «φρενάρει»)
- 13 αναφορές σε μικρή απόσταση μεταξύ οχημάτων («κολλήσει», «μου κολλάει», «του είχε κολλήσει», «κόλλησε», «είναι κολλημένος», «ήταν κολλημένος και είναι και μεγάλο αυτοκίνητο», «κόλλησε πίσω από τον άλλο και είχε βγει στη μέση», «κόλλησε», «έχει αστάθεια», «πλησιάζει πολύ», «πλησιάζει τον μπροστινό», «πλησίασε και κόλλησε», «πολύ κοντά πίσω μου», «πολύ μου έρχεται»)
- 2 αναφορές σε οδήγηση του άλλου οδηγού επάνω στη διαγράμμιση μεταξύ των λωρίδων
- 2 αναφορές σε αστάθεια άλλου οχήματος («έφυγε το τιμόνι», «θέλει να φύγει δεξιά»)
- 1 αναφορά σε κλίση άλλου αυτοκινήτου («παίρνει μια κλίση το αυτοκίνητο»)
- 2 αναφορές σε τρόπο οδήγησης του άλλου οδηγού («κάνει συνέχεια περίεργους ελιγμούς», «επιθετική οδήγηση και είχε κάνει και μια σφήνα ακριβώς πίσω μου»)

Οι αναφορές των συμμετεχόντων σε πρόβλεψη πρόθεσης βάσει στερεοτύπων αφορούσαν το χρώμα ή το μοντέλο του οχήματος ή την κατηγορία του άλλου οδηγού. Έγιναν 5 τέτοιες προβλέψεις και ήταν:

- 1 αναφορά σε μοντέλο αυτοκινήτου («Audi έχει»)
- 1 αναφορά σε χρώμα αυτοκινήτου («κόκκινο αυτοκίνητο»)
- 2 αναφορές σε στερεότυπα για συγκεκριμένες κατηγορίες οδηγών («μερικές φορές παρεκκλίνουν χωρίς φλας τα φορτηγά», «τα μηχανάκια δεν υπολογίζουν την πιθανή κίνηση του οδηγού»)
- 1 αναφορά σε τρόπο οδήγησης μη συμβατό με το στερεότυπο («κάνει το αυτοκίνητο και δεν κάνει το μηχανάκι»)

Σύμφωνα με τα λεκτικά, οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι χρησιμοποίησαν τις ακόλουθες πράξεις για να πείσουν τους άλλους οδηγούς να αλλάξουν λωρίδα:

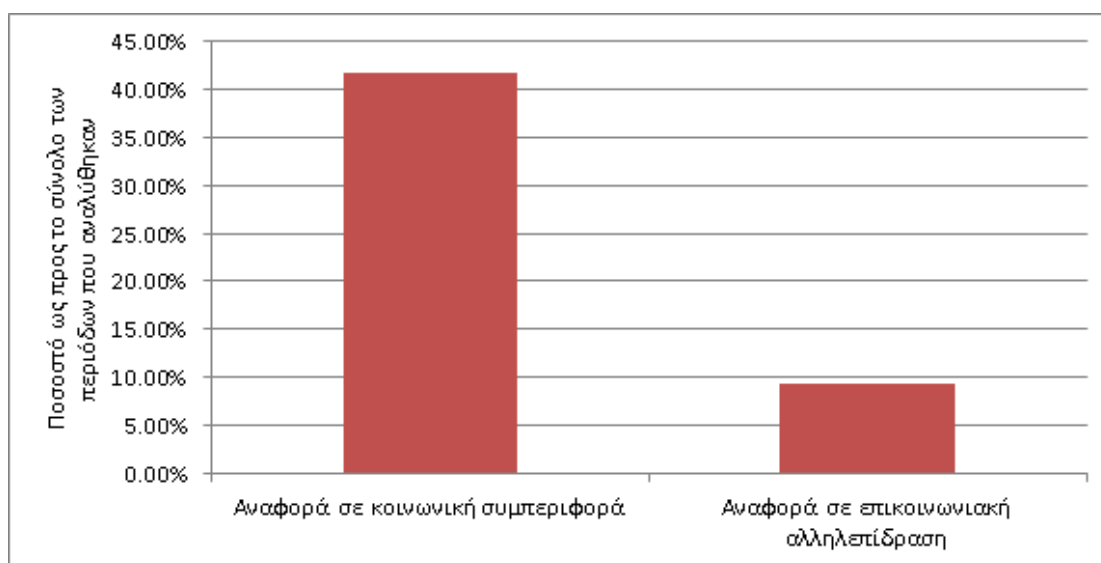
- «Έλα, ανάβουμε φώτα. Ωραία, το αδειάσαμε»
- «(του κόλλησα) για να πάει δεξιά»
- «Τον ακολουθούμε από κοντά για να τρομάξει, πρέπει να μας δει να γεμίζουν οι καθρέφτες για να αδειάσει»

Επίσης, σύμφωνα με τα λεκτικά, οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι χρησιμοποίησαν τις ακόλουθες πράξεις για να αποτρέψουν άλλους οδηγούς να αλλάξουν λωρίδα:

- «Τον έκλεισα για να μην τον ξαναβρώ μπροστά μου»
- «Ο πίσω τον κλείσαμε γιατί ήταν ούτως ή άλλως ΧΟΝΤΑ δεν έχει επιτάχυνση»

7.9 Περιγραφή επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων με το ΓΜΕΑΟ

Σε 68 από τις περιόδους που εκφώνησαν, οι συμμετέχοντες λεκτικοποίησαν μια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση. 6 από αυτές ήταν αποτέλεσμα ερώτησης από τον παρατηρητή. Κατά μέσο όρο οι οδηγοί εκφώνησαν 2,7 τέτοιες περιόδους ανά διαδρομή, με ελάχιστη τιμή 0 και μέγιστη τιμή 10 περιόδους ανά διαδρομή. Το ποσοστό των περιόδων αυτών ως προς το σύνολο των περιόδων που αφορούσαν στην οδήγηση κυμάνθηκε από 0% έως 28,6% ανά διαδρομή, με μέσο όρο 9,3% ανά διαδρομή.



Εικόνα 40: Ποσοστό περιόδων όπου οι συμμετέχοντες λεκτικοποίησαν παρατήρηση κοινωνικής συμπεριφοράς και επικοινωνιακή αλληλεπίδραση στο σύνολο των περιόδων που αναλύθηκαν

16 από τις 68 περιόδους αυτές αφορούσαν σε αλληλεπιδράσεις που ξεκίνησαν οι συμμετέχοντες και 52 σε αλληλεπιδράσεις που ξεκίνησαν άλλοι «οχηματ-άνθρωποι». Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στις συγκεκριμένες οδηγίες που είχαν δοθεί στους συμμετέχοντες, δηλαδή να διατυπώνουν μεγαλόφωνα οποιαδήποτε παρατήρησή τους στην περιρρέουσα κυκλοφορία, και για αυτό ίσως εστίασαν λιγότερο σε αλληλεπιδράσεις που οι ίδιοι ξεκίνησαν. Στις 16 λεκτικοποιημένες αλληλεπιδράσεις που ξεκίνησαν από τους συμμετέχοντες, η προσλεκτική ισχύς της δικής τους πράξης συνάχθηκε άμεσα από τις λεκτικοποιήσεις τους. Λαμβάνοντας υπ'όψιν αυτήν την ρητή εκ προθέσεως προσλεκτική ισχύ των επικοινωνιακών πράξεων των ιδίων, όπως τη διατύπωσαν, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι οι άλλοι οδηγοί μπορεί να είχαν πιθανώς σκοπίμως δράσει με παρόμοιους τρόπους έχοντας παρόμοιους προσλεκτικούς στόχους. Οι λεκτικοποιήσεις κατηγοριοποιημένες ανάλογα με την προσλεκτική ισχύ των επικοινωνιακών πράξεων, όπως αυτή ερμηνεύτηκε από τους αναλυτές κατά την παρακολούθηση των οπτικών και ηχητικών καταγραφών, είναι οι εξής:

Θετικό «Δεσμευτικό»

«αίτηση» άλλου οδηγού / «αποδοχή» από συμμετέχοντα

- «Είχε βγάλει φλας, οπότε είχα χαμηλώσει λίγο την ταχύτητά μου για να του αφήσω χώρο να βγει»
- «Ξαναμπαίνουμε δεξιά για να φύγουν αυτοί που βιάζονται»

- «Ένας πολύ κοντά από πίσω μου του κάνω δρόμο, παραμερίζω και περνάει»
- «Ο ταξιτζής μου κολλάει έχει δίκιο ο άνθρωπος»
- «Μου ανάβει φώτα, άρα πάω δεξιά, δεν έχω κανένα πίσω μου (εννοεί στην άλλη λωρίδα), βιάζεται ο κύριος τι να κάνουμε»
- «Ε ναι, (άλλαξα λωρίδα) για να τον διευκολύνω, δεν είχα κανένα λόγο να δημιουργήσω πρόβλημα ή σε μένα να δημιουργήσω»
- «Ανάβω φλας δεξιά για να πάμε στο μεσαίο ρεύμα γιατί οι άλλοι κινούνται πιο γρήγορα και τώρα είμαστε στο μεσαίο ρεύμα»
- «Πίσω μας έρχεται ένα τζιπ ταχύτατα και αλλάζει ρεύμα για να μας προσπεράσει»
- «Τώρα αλλάζουμε ρεύμα, θα πάμε δεξιά γιατί έρχεται άλλο, θα τρέξουμε πιο πολύ»
- «Γιατί έρχεται από πίσω μου άλλος, ο οποίος ήθελε να με περάσει»
- «Πίσω μας ένας βιαστικός, ξαναμπάινω πάλι στη μεσαία»
- «Βγαίνω πάλι δεξιά γιατί μας προσπερνάνε από αριστερά πιο βιαστικοί»
- «Ο μπροστά πάει ακόμα πιο δεξιά για να τον περάσουμε προφανώς, ας τον περάσουμε»
- «Αυτός είναι βιαστικός, ας περάσει κι αυτός»
- «Εμείς πάμε δεξιά να περάσει και ο πίσω που έρχεται»
- «Αυτός εδώ θέλει να βγει, τον αφήνω»
- «Ο μπροστά θέλει να βγει, τον αφήνω»
- «Βλέπω αυτόν από δεξιά, κόβω λίγο ταχύτητα γιατί θα μπει μπροστά μου σίγουρα»
- «Θα αλλάξω λωρίδα να πάω δεξιά γιατί κάποιος είναι πίσω μου και θα τον αφήσω. Ε Audi έχει, αν δεν τρέξει και αυτός»
- «Αλλάζω λωρίδα, γιατί ο πίσω μου είναι κολλημένος πάνω μου, και είναι και μεγάλο αυτοκίνητο, και είναι κρίμα να του κόβω τη φόρα, είμαι στη γρήγορη λωρίδα. Ήταν κολλημένος πίσω μου γιατί πήγαινα με χαμηλή ταχύτητα σε σχέση με αυτή που θα μπορούσα να πήγαινα. Δε χρειάζεται να τρέχουμε, ειδικά σε κατάσταση κίνησης»

«αίτηση» συμμετέχοντα / «αποδοχή» από άλλον οδηγό

- «Κοίταξα πίσω, άναψα φλας και είδα ότι ο πίσω με αφήνει, μου έκανε οπτικό σήμα»

«δήλωση» άλλου οδηγού / «αποδοχή» από συμμετέχοντα

- «Σίγουρα θα χωθεί μπροστά μου για αυτό τον αφήνω λίγο»
- «Υπάρχει κάποιος πίσω μου που γκαζώνει και πιστεύω ότι θέλει να με περάσει, οπότε τον προσέχω»
- «Και ο πίσω μου επιταχύνει και με πλησιάζει οπότε τον κοιτάζω μήπως θελήσει να αλλάξει λωρίδα, να τον έχω στο νου μου»
- «Αυτός πίσω μου έχει κολλήσει πάρα πολύ, ετοιμάζεται να με προσπεράσει, μάλλον θέλει να πάει δεξιά»
- «Τώρα που πέρασε αυτή η μηχανή, την είχα δει και πήγα λίγο πιο αριστερά, γιατί πέραναγε λίγο γρήγορα και φοβήθηκα, και πήγα λίγο πιο αριστερά να της αφήσω χώρο»
- «Έρχεται πάλι μια μηχανή αρκετά γρήγορα η οποία φοβάμαι ότι θα μου κάνει σφήνα, προσπαθώ να διευκολύνω τη μηχανή μη γίνει κανένα ατύχημα»
- «Τώρα αλλάζω λωρίδα γιατί έρχεται ένας πάρα πολύ γρήγορα πίσω μου και να μην τον ενοχλώ τον άνθρωπο, και μια μηχανή σφήνα»
- «Τώρα θέλω να πάω αριστερά, αλλά έρχεται ένας, περιμένω. Λίγο αργεί, έχω

βγάλει το φλας, και πάω»

- «Κόβουμε ταχύτητα λόγω του μπροστινού ο οποίος μπήκε στη λωρίδα»
- «Πατάμε φρένο γιατί ο μπροστινός αποφάσισε τελευταία στιγμή να αλλάξει λωρίδα»
- «Δεξιά έχει κόκκινο αυτοκίνητο και τρέχει πολύ από την εσωτερική. Σίγουρα θα'ρθει μπροστά. Οπότε κόβω και τον αφήνω σιγά σιγά να περάσει»
- «... αλλά το πιο περίεργο είναι ότι αυτός από πίσω ετοιμαζόταν να κάνει απότομη σφήνα και δεν μπορούσα να πατήσω άνετα φρένο και πέρασε σχετικά κοντά μου. Γενικά αυτός έχω την εντύπωση ότι θα κάνει δεξιά στροφή και θα μπει στη δικιά μου λωρίδα»
- «Το είχα τσεκάρει και άρχισα να κόβω ταχύτητα. Τον έβλεπα ότι έρχεται με φόρα και ότι θα συγκρουστούμε αν δεν έκοβα εγώ για να περάσει αυτός μπροστά μου»
- «Ένα αυτοκίνητο μπαίνει μπροστά μου και φρενάρει, αναγκάζομαι να φρενάρω»

«δήλωση» συμμετέχοντα / «αποδοχή» από άλλον οδηγό

- «Έλα, ανάβουμε φώτα. Ωραία, το αδειάσαμε»

«αποδοχή» από συμμετέχοντα

- «Να η μηχανή που θέλω να την αφήσω γιατί φοβάμαι»
- «Αφήνω γκάζι γιατί ξέρω ότι εδώ οι τρεις λωρίδες γίνονται δύο και το φορτηγό αναγκαστικά θα έβγαινε μπροστά»
- «Τώρα τον αφήνουμε να περάσει
- «Χαμηλώνω λίγο ταχύτητα γιατί κανείς δεν ξέρει ότι οι λωρίδες είναι τρεις, δε χρειάζεται να μπουν στη δική μου, όπως αυτός ας πούμε»

«αποδοχή» από άλλον οδηγό

- «Ήταν, αλλά είδα ότι μου άφηνε χώρο»
- «Μόλις τον είδα ότι μου άνοιξε το δρόμο, τον πέρασα από δεξιά»
- «Μου έκανε νόημα ένας οδηγός με το χέρι να περάσω»
- «Μπαίνω στην πλατεία σιγά σιγά, μπήκε κάποιος από δεξιά μου, με αφήνει»

Αρνητικό «Δεσμευτικό»

«αίτηση» συμμετέχοντα / «απόρριψη» από άλλον οδηγό

- «Τώρα δεν βγαίνω, ενώ είχα βγάλει φλας, αυτός με είδε, είχε βγαλμένο κι αυτός, έφυγε αριστερά, τον αφήνω και περνάει και βγαίνω εγώ τώρα αριστερά»

«αίτηση» άλλου οδηγού / «απόρριψη» από συμμετέχοντα

- «Δεν τον αφήνουμε (πώς το κατάλαβες ότι κάτι ήθελε να κάνει;) Αφού είχε κολλήσει πίσω από τον άλλο και είχε βγει στη μέση, αλλά άμα σε δει να περνάς γρήγορα δεν υπάρχει περίπτωση να βγει, γ'αυτό και πηγαίνουμε έτσι»
- «Όταν βλέπω στη δεξιά μου λωρίδα κάποιον να πλησιάζει τον μπροστινό όπως τώρα, ενστικτωδώς φοβάμαι ότι μπορεί να μου βγει ξαφνικά αριστερά επειδή τον εμποδίζει ο μπροστινός του και πολλές φορές ασυναίσθητα χρησιμοποιώ και λίγο την κόρνα μου για να τον κάνω να με αντιληφθεί ότι εγώ περνώ»
- «Ακόμη ένας οδηγός έρχεται από τη ζώνη δεξιά, αυτός έμεινε πίσω σωστά»
- «Από πίσω μου ήρθε και πλησίασε ένα αυτοκίνητο, περισσότερο από μπροστά, 4 αυτοκίνητα 5 το ένα κολλημένο πίσω από το άλλο, δεν μπορώ να αναπτύξω μεγαλύτερη ταχύτητα»
- «Του άναψα φώτα να μη μπει, δεν τον άφησα. Είχε βγάλει φλας, είναι ειδοποίηση, δεν είναι υποχρέωση. Εγώ κινούμαι στη λωρίδα μου, να περάσει μετά»

Άγνωστό «Δεσμευτικό»

«αίτηση» συμμετέχοντα

- «Βγάζουμε φλας για να προειδοποιήσουμε»

- «Βγάζουμε αριστερό φλας»
- « (του κόλλησα) για να πάει δεξιά»
- «Αλλιώς τους περνάω από δεξιά. Όσο πιο κοντά είσαι, τόσο πιο γρήγορα θα γίνει η προσπέραση»
- «Δεν τηρώ τις αποστάσεις»

«δήλωση» συμμετέχοντα

- «Τον έκλεισα για να μην τον ξαναβρώ μπροστά μου»
- «Τον ακολουθούμε από κοντά για να τρομάξει, πρέπει να μας δει να γεμίζουν οι καθρέφτες για να αδειάσει»
- «Ο πίσω τον κλείσαμε γιατί ήταν ούτως ή άλλως ΧΟΝΤΑ δεν έχει επιτάχυνση»
- «Κόβουμε τον CORSA»

«αίτηση» άλλου οδηγού

- «Ο πίσω με το μπλε θα έπεφτε πάνω μου, συνεχίζει να είναι κολλημένος, πρέπει να αλλάξει λωρίδα, άλλαξε επιτέλους»
- «Ένας πάει να βγει από δεξιά αλλά περιμένει»
- «Έρχεται άλλος από δεξιά που θέλει να βγει, αλλά περιμένει»
- «Ελέγχω από τον καθρέφτη, πλησιάζει ένα αυτοκίνητο στη δικιά μου λωρίδα, αλλά τρέχει περισσότερο, είναι δικό του το θέμα να φύγει»
- «Έρχεται κάποιος με μεγάλη ταχύτητα, έχει ανοιχτή διέλευση»
- «Ακολουθεί από πίσω ένα φορτηγό, αν θέλει να με προσπεράσει πρέπει να πάει αριστερά μου»
- «Γιατί δεν περνάει από αριστερά ο κύριος και μας κόλλησε από πίσω; Θέλει δεξιά κι αυτός μάλλον ...»
- «Ένας οδηγός προσπαθεί να με σκοτώσει»

«δήλωση» άλλου οδηγού

- «Αυτός ήταν πολύ επικίνδυνος, άλλαξε λωρίδα, έβγαλε φλας και άλλαξε λωρίδα κατευθείαν, ενώ θα έπρεπε να περιμένει ή να του αφήσω χώρο εγώ ή να περάσω.»

Οι λεκτικοποιήσεις διαδοχικών επικοινωνιακών πράξεων τέτοιων αλληλεπιδράσεων μοντελοποιήθηκαν ως συζήτηση βάσει της σημειογραφίας του ΓΜΕΑΟ. Παραδείγματα δίδονται κατωτέρω.

Παράδειγμα 1

Ο συμμετέχων οδηγός οδηγούσε στη λωρίδα του και ο οδηγός στην παρακείμενη λωρίδα θέλησε να αλλάξει λωρίδα εμπρός από το όχημα του συμμετέχοντος. Αν και σύμφωνα με τον Κ.Ο.Κ., ο συμμετέχων πρέπει να διευκολύνει αυτή την αλλαγή λωρίδας, πρόκειται για μια περίπτωση αβεβαιότητας. Αυτό αντιστοιχεί στο κουτί 1 στην αναπαράσταση του ΓΜΕΑΟ (Εικόνα 35).

Ο συμμετέχων εκφώνησε: «Είχε βγάλει φλας, οπότε είχα χαμηλώσει λίγο την ταχύτητά μου για να του αφήσω χώρο να βγει». Οι πράξεις που λεκτικοποιήθηκαν στην περίοδο αυτή είναι οι ακόλουθες. «Είχε βγάλει φλας» είναι η επικοινωνιακή πράξη του άλλου «οχηματ-ανθρώπου», που έχει την ερμηνευμένη προσλεκτική ισχύ ενός «Κατευθυντικού» με το προτιθέμενο απολεκτικό αποτέλεσμα να κάνει τον άλλο οδηγό να τον αφήσει να αλλάξει λωρίδα. Η επικοινωνιακή πράξη αντιστοιχεί στο κουτί 2 στο ΓΜΕΑΟ, ενώ η ερμηνεία του αντιστοιχεί στο κουτί 3b (Εικόνα 35). «Είχα χαμηλώσει λίγο την ταχύτητά μου» είναι η επικοινωνιακή πράξη του συμμετέχοντος, που έχει την προσλεκτική ισχύ της «αποδοχής» του

«Κατευθυντικού» του πρώτου οδηγού με το προτιθέμενο απολεκτικό αποτέλεσμα να διευκολυνθεί η αλλαγή λωρίδας (κουτί 4a στο ΓΜΕΑΟ).

Χωρίς την επικοινωνιακή αλληλεπίδραση, ο οδηγός που επιθυμούσε να αλλάξει λωρίδα, πιθανόν δε θα ξεκινούσε τον ελιγμό μέχρι να υπήρχε αρκετή απόσταση. Αυτό θα αύξανε το χρόνο αναμονής του, και πιθανόν θα τον ωθούσε να εγκαταλείψει τον προτιθέμενο ελιγμό. Ας σημειωθεί ότι δεν είναι μόνο το φυσικό γεγονός της *επιβράδυνσης που επιτρέπει* την ασφαλή αλλαγή λωρίδας, αλλά επίσης το *συμβολικό γεγονός της κοινωνικής συμφωνίας που επιβεβαιώνει* τη συνεργασία στο άμεσο μέλλον της κυκλοφοριακής σκηνής. Με τον τρόπο αυτό, και οι δύο οδηγοί συμφώνησαν σε ένα κοινό σχέδιο κίνησης πριν από την έναρξη του φυσικού ελιγμού και διασφάλισαν ότι θα τηρηθεί απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο οχημάτων κατά τη διάρκεια του ελιγμού.

Παράδειγμα 2

Ο συμμετέχων οδηγούσε στη δική του λωρίδα και ο οδηγός που τον ακολουθούσε ήθελε να κινηθεί ταχύτερα. Αυτή είναι μια περίπτωση αβεβαιότητας, καθώς δεν υπάρχει γενικά αποδεκτή πρακτική του τι έπρεπε να κάνει ο συμμετέχων (κουτί 1 στο ΓΜΕΑΟ).

Ο συμμετέχων εκφώνησε: *«Μου ανάβει φώτα, άρα πάω δεξιά, δεν έχω κανένα πίσω μου (εννοεί στην άλλη λωρίδα), βιάζεται ο κύριος τι να κάνουμε»*. Η περιγραφόμενη επικοινωνιακή πράξη του άλλου «οχηματ-ανθρώπου» είναι *«Μου ανάβει φώτα»*, που έχει την ερμηνευμένη προσλεκτική ισχύ ενός «Κατευθυντικού» με το πιθανό προτιθέμενο απολεκτικό αποτέλεσμα να εξαναγκάσει το συμμετέχοντα να ελευθερώσει τη λωρίδα. Αυτή η επικοινωνιακή πράξη αντιστοιχεί στο κουτί 2 στο ΓΜΕΑΟ, ενώ η ερμηνεία της αντιστοιχεί στο κουτί 3b. *«Άρα πάω δεξιά»* είναι η επικοινωνιακή πράξη του συμμετέχοντος, με την προσλεκτική ισχύ της «αποδοχής» του «Κατευθυντικού» του άλλου «οχηματ-ανθρώπου», με το προτιθέμενο απολεκτικό αποτέλεσμα να ελευθερωθεί χώρος για τον άλλο «οχηματ-άνθρωπο» ώστε να κινηθεί ταχύτερα (κουτί 4a στο ΓΜΕΑΟ).

Χωρίς την επικοινωνιακή αλληλεπίδραση, ο οδηγός που ακολουθούσε θα εξαναγκαζόταν να συνεχίσει να ακολουθεί τον προπορευόμενο συμμετέχοντα, κινούμενος με ταχύτητα χαμηλότερη αυτής που θα προτιμούσε ή που άρμοζε στις ανάγκες του. Αυτή η δυσφορία πιθανόν θα τον έκανε να οδηγεί λιγότερο ασφαλώς, ίσως και να προσπαθούσε να προσπεράσει τον προπορευόμενο ακόμη και υπό συνθήκες αυξημένου κινδύνου.

Παράδειγμα 3

Ο συμμετέχων οδηγούσε με υψηλή ταχύτητα στην αριστερή λωρίδα. Ο οδηγός του οχήματος στη δεξιά του λωρίδα είχε ανάψει αριστερό φλας και είχε αρχίσει να αλλάζει λωρίδα εμπρός από το όχημα παρατήρησης, πιθανόν πιστεύοντας ότι είναι σε ασφαλή απόσταση από αυτό. Ο συμμετέχων έκανε οπτικό σήμα και αύξησε την ταχύτητά του. Ο οδηγός του οχήματος στη δεξιά λωρίδα ακύρωσε τον ελιγμό και επέστρεψε στη δεξιά λωρίδα.

Όταν ο συμμετέχων ερωτήθηκε, απάντησε: *«Του άναψα φώτα να μη μπει, δεν τον άφησα. Είχε βγάλει φλας, είναι ειδοποίηση, δεν είναι υποχρέωση. Εγώ κινούμαι στη λωρίδα μου, να περάσει μετά»*. Η περιγραφόμενη επικοινωνιακή πράξη του άλλου «οχηματ-ανθρώπου» είναι *«Είχε βγάλει φλας»*, με την ερμηνευμένη προσλεκτική ισχύ ενός «Κατευθυντικού» και πιθανό προτιθέμενο απολεκτικό αποτέλεσμα να πείσει το συμμετέχοντα να επιβραδύνει και να του επιτρέψει την ασφαλή αλλαγή λωρίδας. Η επικοινωνιακή αυτή πράξη αντιστοιχεί στο κουτί 2 του ΓΔΜΟ, ενώ η ερμηνεία της αντιστοιχεί στο κουτί 3b. *«Του άναψα φώτα»* είναι η επικοινωνιακή πράξη του συμμετέχοντος, με την προσλεκτική ισχύ της «απόρριψης» του

«Κατευθυντικού» του άλλου «οχηματ-ανθρώπου» και προτιθέμενο απολεκτικό αποτέλεσμα να τον εξαναγκάσει να παραμείνει στη λωρίδα του (κουτί 4b του ΓΜΕΑΟ). Πρόκειται για μια περίπτωση ασυμφωνίας, όπου ο οδηγός λήπτης «απορρίπτει» το «Κατευθυντικό» του «οχηματ-ανθρώπου» που ξεκίνησε την αλληλεπίδραση.

Χωρίς την επικοινωνιακή αλληλεπίδραση, ο συμμετέχων πιθανόν θα εξαναγκαζόταν να φρενάρει, ώστε να αποφευχθεί η σύγκρουση με το όχημα που είχε αρχίσει την αλλαγή λωρίδας. Αν δε φρέναρε και ο άλλος οδηγός συνέχιζε την αλλαγή λωρίδας, πιθανόν να προκαλούνταν ακόμη και ατύχημα.

Όπως φανερώνουν τα ανωτέρω παραδείγματα, η προσλεκτική ισχύς των πράξεων μέσα σε τέτοιες αλληλεπιδράσεις μπορεί να μοντελοποιηθεί ως μια «συζήτηση», με μια σειρά από προσλεκτικές πράξεις, όπως αναπαριστάται από το ΓΜΕΑΟ. Σύμφωνα με τη ρητή ή ερμηνευμένη προσλεκτική ισχύ κάθε διαδοχικής πράξης, οι 68 περίοδοι όπου λεκτικοποιήθηκε επικοινωνιακή αλληλεπίδραση κατηγοριοποιούνται όπως φαίνεται στον Πίνακα 10.

	Αριθμός περιόδων
Θετικό «Δεσμευτικό»	44
«αίτηση» άλλου οδηγού / «αποδοχή» από συμμετέχοντα	20
«αίτηση» συμμετέχοντα / «αποδοχή» από άλλον οδηγό	1
«δήλωση» άλλου οδηγού / «αποδοχή» από συμμετέχοντα	14
«δήλωση» συμμετέχοντα / «αποδοχή» από άλλον οδηγό	1
«αποδοχή» από συμμετέχοντα	4
«αποδοχή» από άλλον οδηγό	4
Αρνητικό «Δεσμευτικό»	6
«αίτηση» συμμετέχοντα / «απόρριψη» από άλλον οδηγό	1
«αίτηση» άλλου οδηγού / «απόρριψη» από συμμετέχοντα	5
Άγνωστο «Δεσμευτικό»	18
«αίτηση» συμμετέχοντα	5
«δήλωση» συμμετέχοντα	4
«αίτηση» άλλου οδηγού	8
«δήλωση» άλλου οδηγού	1

Πίνακας 10: Κατηγοριοποίηση των εμφανίσεων ΓΜΕΑΟ βάσει της διαδοχής των προσλεκτικών πράξεων

Βάσει του ΓΜΕΑΟ εντοπίστηκαν και 10 λεκτικοποιήσεις ανεπιτυχών επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων, δηλαδή αλληλεπιδράσεων που δεν επέτρεψαν στους εμπλεκόμενους οδηγούς να αποφύγουν την εμφάνιση μιας επικίνδυνης κατάστασης. Σε 3 από αυτές η επικοινωνία απέτυχε λόγω μη αντίληψης κάποιας επικοινωνιακής πράξης και σε 7 από αυτές η επικοινωνία απέτυχε λόγω εσφαλμένης ερμηνείας κάποιας πράξης από τους εμπλεκόμενους οδηγούς. Δύο παραδείγματα ανεπιτυχούς επικοινωνιακής αλληλεπίδρασης παρουσιάζονται παρακάτω.

Παράδειγμα 4: Ανεπιτυχής αλληλεπίδραση λόγω μη αντίληψης επικοινωνιακής πράξης

Ένα όχημα ερχόμενο από τη δεξιά λωρίδα προσπάθησε να εισέλθει στη λωρίδα όπου κινούταν το όχημα παρατήρησης, γιατί η δεξιά λωρίδα σταματούσε. Έφτασε λοιπόν μέχρι το πλάι του οχήματος παρατήρησης. Ο συμμετέχων δεν έκοψε ταχύτητα για να αφήσει το άλλο

όχημα να εισέλθει στη λωρίδα μπροστά του, οπότε ο άλλος οδηγός αναγκάστηκε να φρενάρει πολύ απότομα και μπήκε στη λωρίδα πίσω από το όχημα παρατήρησης.

Ο συμμετέχων εκείνη τη στιγμή σχολίασε: *«Ένας οδηγός προσπαθεί να με σκοτώσει»*. Σε κατοπινή ερώτηση του παρατηρητή ο συμμετέχων διευκρίνισε: *«Δεν πρόλαβα να τον δω από τον καθρέπτη, τον είχα δει νωρίτερα, προσπάθησε να μπει στη ζώνη μου στα καλά καθούμενα επειδή τελείωνε η ζώνη του, και τον είδα όταν έφτασε το αυτοκίνητο δίπλα στο δικό μου»*. Ο συμμετέχων δεν αντελήφθη την επικοινωνιακή πράξη του «οχηματ-ανθρώπου» στα δεξιά που προσπαθούσε να μπει στη λωρίδα, η οποία είχε την προσλεκτική ισχύ του «Κατευθυντικού». Αυτό αντιστοιχεί σε σφάλμα στο κουτί 3a του ΓΜΕΑΟ.

Στην περίπτωση αυτή, ο συμμετέχων δεν αντελήφθη καθόλου την πρόθεση του άλλου «οχηματ-ανθρώπου» να αλλάξει λωρίδα μπροστά του και αυτό προκάλεσε μια επικίνδυνη κατάσταση, αφού ο άλλος οδηγός αναγκάστηκε να φρενάρει πολύ απότομα.

Παράδειγμα 5: Ανεπιτυχής αλληλεπίδραση λόγω παρερμηνείας επικοινωνιακής πράξης

Ο συμμετέχων οδηγός ήταν στην αριστερή λωρίδα ενώ πίσω του, στην ίδια και στη δεξιά λωρίδα, ακολουθούσαν άλλα οχήματα. Αναφερόμενος στον ακολουθούντα «οχηματ-άνθρωπο», ο συμμετέχων είπε: *«Έλα φίλε πέρνα»*, άναψε φλας και άρχισε να κινείται προς τα δεξιά. Προφανώς εκτίμησε ότι ο ακολουθών «οχηματ-άνθρωπος» ήθελε να τον προσπεράσει. Αυτό αντιστοιχεί σε σφάλμα στο κουτί 3b του ΓΜΕΑΟ. Η επικοινωνιακή πράξη του συμμετέχοντος είχε την προσλεκτική ισχύ της «αποδοχής» του «Κατευθυντικού» του άλλου «οχηματ-ανθρώπου» με το προτιθέμενο απολεκτικό αποτέλεσμα να ελευθερωθεί χώρος για να κινηθεί ταχύτερα ο άλλος «οχηματ-άνθρωπος» (κουτί 4a στο ΓΜΕΑΟ). Ο συμμετέχων συνέχισε να κινείται προς τα δεξιά για κάποια δευτερόλεπτα, μάλλον περιμένοντας τον πίσω «οχηματ-άνθρωπο» να προσπεράσει. Αυτός όμως δεν προσπέρασε, οπότε ο συμμετέχων είπε: *«Α δε θέλεις, εντάξει»*, και γύρισε στη λωρίδα του. Σημειώτέον ότι ο οδηγός του οχήματος δεξιά από το όχημα παρατήρησης θεώρησε ότι ο συμμετέχων θα αλλάξει λωρίδα μπροστά του, και επειδή η απόσταση ήταν μικρή πάτησε προειδοποιητικά κόρνα.

Στην περίπτωση αυτή, ο συμμετέχων παρερμήνευσε τη συμπεριφορά του ακολουθούντος «οχηματ-ανθρώπου» ως πρόθεση να προσπεράσει και η συμπεριφορά του αυτή προκάλεσε μια επικίνδυνη κατάσταση, αφού ο οδηγός του οχήματος στη δεξιά λωρίδα αισθάνθηκε την ανάγκη να πατήσει μια προειδοποιητική κόρνα.

Τα παραπάνω δείχνουν ότι ένας πλήρης και χωρίς στρεβλώσεις κύκλος ΓΜΕΑΟ μπορεί να είναι καθοριστικός για την ασφάλεια κατά την οδήγηση στην κυκλοφορία.

Όσον αφορά στις κατηγορίες γεγονότων όπου είναι πιο πιθανό να αναδυθούν επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, η ανάλυση των 68 λεκτικοποιήσεων έδειξε ότι οι περισσότερες από τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις ξεκίνησαν όταν ένας οδηγός επιθυμούσε να αλλάξει λωρίδα υπό την παρουσία ενός άλλου «οχηματ-ανθρώπου» στη λωρίδα στόχο ή όταν ένας οδηγός ήθελε να κινηθεί ταχύτερα από ό,τι ένας προπορευόμενος «οχηματ-άνθρωπος». Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, όταν: α) ήθελαν να αλλάξουν λωρίδα, ενώ υπήρχαν άλλοι «οχηματ-άνθρωποι» στη λωρίδα στόχο (8 περιπτώσεις), β) υπήρχαν προπορευόμενοι, βραδύτερα κινούμενοι, «οχηματ-άνθρωποι» ενώ οι ίδιοι ήθελαν να κινηθούν ταχύτερα (5 περιπτώσεις), και γ) ήθελαν να αναγκάσουν έναν άλλο «οχηματ-άνθρωπο» να αποδεχτεί την πρόθεση κίνηση τους (3 περιπτώσεις). Οι συμμετέχοντες λεκτικοποίησαν αλληλεπιδράσεις που ξεκίνησαν από ένα άλλο «οχηματ-άνθρωπο» όταν: α) προέβλεπαν ότι ο άλλος «οχηματ-

άνθρωπος» προτίθετο να αλλάξει λωρίδα εμπρός από το δικό τους όχημα (25 περιπτώσεις), και β) προέβλεπαν ότι ο άλλος «οχηματ-άνθρωπος» προτίθετο να κινηθεί με υψηλότερη ταχύτητα από τη δική τους (27 περιπτώσεις).

Κάποια παραδείγματα περιόδων όπου λεκτικοποιήθηκαν αντικρουόμενα σχέδια κίνησης, περιπτώσεις δηλαδή όπου δεν υπάρχει κοινά αποδεκτή πρακτική και άρα προκύπτει κίνδυνος κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου, παρουσιάζονται κατωτέρω.

Περίπτωση Α: Ο ακολουθών θέλει να προσπεράσει, ενώ ο συμμετέχων θα ήθελε να συνεχίσει με την τρέχουσα πορεία του.

- «Αυτός είναι θιαστικός, ας περάσει κι αυτός.»
- «Αυτός πίσω μου έχει κολλήσει πάρα πολύ, ετοιμάζεται να με προσπεράσει, μάλλον θέλει να πάει δεξιά.»
- «Ένας πολύ κοντά από πίσω μου του κάνω δρόμο, παραμερίζω και περνάει.»

Περίπτωση Β: Ο συμμετέχων ήθελε να αλλάξει λωρίδα, ο ακολουθών ήθελε να αλλάξει λωρίδα πριν το συμμετέχοντα.

- «Να τώρα δε βγαίνω, ενώ είχα βγάλει φλας, αυτός με είδε, είχε βγαλμένο κι αυτός, έφυγε αριστερά, τον αφήνω και περνάει και βγαίνω εγώ τώρα αριστερά.»

Περίπτωση Γ: Ο άλλος οδηγός ήθελε να αλλάξει λωρίδα εμπρός από το όχημα παρατήρησης, ενώ ο συμμετέχων θα ήθελε να συνεχίσει με την τρέχουσα πορεία του.

- «Αυτός ήταν πολύ επικίνδυνος, άλλαξε λωρίδα, έβγαλε φλας και άλλαξε λωρίδα κατευθείαν, ενώ θα έπρεπε να περιμένει ή να του αφήσω χώρο εγώ ή να περάσω.»
- «Το είχα τσεκάρει και άρχισα να κόβω ταχύτητα. Τον έβλεπα ότι έρχεται με φόρα και ότι θα συγκρουστούμε αν δεν έκοβα εγώ για να περάσει αυτός μπροστά μου.»

7.10 Αλληλεπίδραση με πάνω από δύο εμπλεκόμενους οδηγούς

Ο οδηγός 9 ήταν πολύ ομιλητικός και αναφέρονταν πολύ συχνά σε αλληλεπίδραση με άλλους. Εκφώνησε συνολικά 559 λέξεις και 25 περιόδους εκ των οποίων 20 αναφέρονταν σε παρατήρηση κοινωνικής συμπεριφοράς. Από τις 20 αυτές, 3 περίοδοι αναφέρονταν σε επικοινωνιακή αλληλεπίδραση και 10 σε πρόβλεψη πρόθεσης.

Σε κάποιο σημείο της επιστροφής ένα αυτοκίνητο έκανε απότομη σφήνα χωρίς φλας μπροστά στο όχημα παρατήρησης και ο συμμετέχων δε σχολίασε κάτι, αντίθετα εκείνη τη στιγμή ήταν σιωπηλός.

Σε κατοπινή ερώτηση από τον παρατηρητή τι συνέβη με το όχημα αυτό, ο συμμετέχων οδηγός απάντησε: «Αυτός χώθηκε σχετικά απότομα, αλλά το πιο περίεργο είναι ότι αυτός από πίσω ετοιμαζόταν να κάνει απότομη σφήνα και δεν μπορούσα να πατήσω άνετα φρένο και πέρασε σχετικά κοντά μου».

Στην περίπτωση αυτή λοιπόν ο συμμετέχων έπρεπε να αλληλεπιδρά ταυτόχρονα με 2 άλλους οδηγούς και για το λόγο αυτό δεν μπόρεσε να σχολιάσει το συμβάν, παρόλο που το είχε αντιληφθεί και γενικά σχολίαζε όλα τα υπόλοιπα παρόμοια συμβάντα.

7.11 Φαινομενολογία στυλ οδήγησης

Φαινομενολογικά οι οδηγοί φαίνεται σα να μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες ως εξής:

- Οδηγοί που οδηγούν σχετικά γρήγορα, ακολουθούν τη ροή, αφήνουν αποστάσεις ασφαλείας. Οι οδηγοί αυτοί αναφέρονται σε αλληλεπίδραση με τους άλλους και αποδέχονται τα αιτήματα των άλλων, δηλαδή συνεργάζονται. Στην κατηγορία αυτοί ανήκουν οι Οδηγοί 1, 4, 8, 9, 13, 14, 16, 19, 22.
- Οδηγοί που οδηγούν σχετικά γρήγορα και ακολουθούν τη ροή, αλλά δεν αναφέρονται συχνά σε αλληλεπίδραση με άλλους. Εδώ ανήκουν οι Οδηγοί 23 (ο οδηγός αυτός είχε σχετικά μικρή εμπειρία), ο 20 και ο 24 (αυτοί οι δύο ήταν γενικότερα λιγομίλητοι).
- Οδηγοί που οδηγούν πιο αργά από ροή, αναφέρονται σε αλληλεπίδραση με άλλους και δέχονται τα αιτήματα των άλλων, είναι δηλαδή συνεργάσιμοι. Εδώ ανήκουν οι Οδηγοί 5, 6, 7, 10, 21.
- Οδηγοί που οδηγούν πιο αργά από ροή, αναφέρονται συνήθως σε θέματα της κατάστασης της οδού, της ροής και της κατάστασης των σηματοδοτών, δεν αναφέρονται σχεδόν καθόλου σε αλληλεπίδραση με άλλους οδηγούς, δεν παρατηρήθηκε να αποκρίνονται σε αιτήματα άλλων οδηγών και αν ακόμη τα αναγνώριζαν. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ξεκάθαρα οι Οδηγοί 3, 11, 12, 15, 18.
- Επιθετικοί ή νευρικοί οδηγοί, μιλούν πολύ έντονα για αλληλεπίδραση με τους άλλους, ζητούν από τους άλλους οδηγούς να τους ανοίξουν δρόμο, αρνούνται τα αιτήματα των άλλων οδηγών, δηλαδή δεν είναι συνεργάσιμοι αλλά προσπαθούν να επηρεάσουν τους άλλους, εκβιάζουν τη συνεργασία των άλλων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι Οδηγοί 2, 17 και 25.

7.12 Μοντέλο πρόβλεψης πρόθεσης οδηγών

Τα εμπειρικά ευρήματα που παρουσιάστηκαν, επιβεβαιώνουν ότι οι προσδοκίες των οδηγών για τα μελλοντικά γεγονότα προκύπτουν με βάση παρατηρήσεις πραγματικών γεγονότων και παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς «οχηματ-ανθρώπων». Πιο συγκεκριμένα, οι νύξεις που παρατηρεί και από τις οποίες συλλέγει πληροφορίες ένας οδηγός για αναγνώριση πρόθεσης άλλων οδηγών, ώστε να προβλέψει τη μελλοντική τροχιά των οχημάτων τους, επιβεβαιώνεται ότι προέρχονται από διαφορετικά επίπεδα. Οι νύξεις αυτές είναι είτε ρητές επικοινωνιακές πράξεις, εκπεμπόμενες δηλαδή σκόπιμα από τους λοιπούς οδηγούς, είτε άρρητες, δηλαδή μπορεί να μην εκπέμπονται σκόπιμα, όμως από πρότερες εμπειρίες τους και με βάση κοινωνικές νόρμες, οι αποδέκτες οδηγοί τις ερμηνεύουν για να αναγνωρίσουν την πρόθεση του «οχηματ-ανθρώπου» από τον οποίο εκπέμπονται.

Σε πρώτο επίπεδο ο παρατηρητής οδηγός παρακολουθεί τη γεωμετρία της οδού και τους φυσικούς περιορισμούς, όπως σηματοδότες, και βάσει αυτών προβλέπει την μελλοντική τροχιά των κινούμενων οχημάτων, θεωρώντας ομαλή κίνησή τους. Αυτό είναι το *φυσικό επίπεδο*. Ένας οδηγός παρακολουθεί λοιπόν την κίνηση των οχημάτων στο φυσικό επίπεδο, και προβλέπει την ομαλή κίνηση των οχημάτων βάσει του τρέχοντος διανύσματος κίνησής τους και των φυσικών χαρακτηριστικών, περιορισμών και εμποδίων της οδού. Μπορεί να θεωρηθεί ότι στο στατικό πεδίο της γεωμετρίας της οδού, ο οδηγός δημιουργεί μια δυναμική ροή των παρατηρούμενων οχημάτων, η οποία όμως θεωρεί ότι θα είναι ομαλή, δηλαδή θα συμφωνεί και θα περιορίζεται από τη γεωμετρία και τα φυσικά εμπόδια επί της οδού.

Κάποια παραδείγματα πρόβλεψης με βάση νύξεις από το φυσικό επίπεδο είναι τα εξής.

1. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε ευθεία σε αυτοκινητόδρομο με συγκεκριμένη ταχύτητα. Αναμένει ότι θα συνεχίσει να κινείται ευθεία με περίπου την

ίδια ταχύτητα.

2. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε καμπύλη αυτοκινητοδρόμου με συγκεκριμένη ταχύτητα. Αναμένει ότι θα συνεχίσει να κινείται με περίπου την ίδια ταχύτητα ακολουθώντας την καμπύλη.
3. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε αυτοκινητόδρομο ακολουθώντας σε σταθερή απόσταση ένα προπορευόμενο όχημα. Αναμένει ότι θα συνεχίσει να ακολουθεί το προπορευόμενο όχημα σε περίπου σταθερή απόσταση.
4. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε αστική οδό προσεγγίζοντας υποχρεωτική στροφή δεξιά. Αναμένει ότι ο οδηγός Β θα στρίψει δεξιά, αφού αυτό είναι υποχρεωτικό. Λόγω των φυσικών χαρακτηριστικών της οδού, αυτή την υποχρεωτική στροφή δεξιά, τη θεωρεί ομαλή εξέλιξη της σκηνής και δεν εστιάζει σε αυτή παρά μόνο αν διαπιστώσει αποκλίσεις από την αναμενόμενη αυτή εξέλιξη.
5. Σε επαρχιακή οδό με μια λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και μειωμένη ορατότητα λόγω στροφών, ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να προσεγγίζει ένα βραδύτερα κινούμενο προπορευόμενο φορτηγό. Αναμένει ότι ο οδηγός Β θα επιβραδύνει ώστε να ακολουθεί το φορτηγό με την ίδια περίπου ταχύτητα με αυτό. Λόγω του μεγέθους του φορτηγού και των φυσικών χαρακτηριστικών της οδού που δεν επιτρέπουν την προσπέραση, το φορτηγό θεωρείται ως φυσικός περιορισμός, τον οποίο ο οδηγός Β πρέπει να σεβαστεί, άρα η συμμόρφωσή του με την πορεία του φορτηγού είναι υποχρεωτική χωρίς δυνατότητα άλλης επιλογής.

Οποιαδήποτε παρέκκλιση από την προβλεπόμενη τροχιά βάσει πληροφοριών του φυσικού επιπέδου, δηλαδή οποιαδήποτε παρέκκλιση από την αναμενόμενη ομαλή διανυσματική κίνηση ενός οχήματος, η οποία παρέκκλιση δεν μπορεί να αποδοθεί στα φυσικά χαρακτηριστικά, τους περιορισμούς και τα εμπόδια της οδού, ο παρατηρητής οδηγός την ερμηνεύει ως παρέκκλιση λόγω πιθανής σκόπιμης ενέργειας του οδηγού του οχήματος αυτού και την ερμηνεύει και τη χρησιμοποιεί για να αναγνωρίσει πρόθεση του «οχηματ-ανθρώπου» αυτού. Δηλαδή, όλες οι διαταραχές της ομαλής διανυσματικής κίνησης (του φυσικού επιπέδου) που δεν οφείλονται στα φυσικά χαρακτηριστικά ή τα εμπόδια της οδού, ερμηνεύονται ως αποτελέσματα πιθανών σκόπιμων ενεργειών του οδηγού με στόχο κάποιο ελιγμό, ερμηνεύονται δηλαδή ως πιθανή πρόθεση για ελιγμό του «οχηματ-ανθρώπου». Οι νύξεις αυτές προέρχονται στην ουσία από την παρατήρηση της κίνησης των άψυχων οχημάτων λόγω της μη αναμενόμενης κίνησής τους, επειδή όμως εμπεριέχουν την ερμηνεία πρόθεσης, θεωρείται ότι ανήκουν στο **κοινωνικό επίπεδο** παρατηρήσεων του οδηγού.

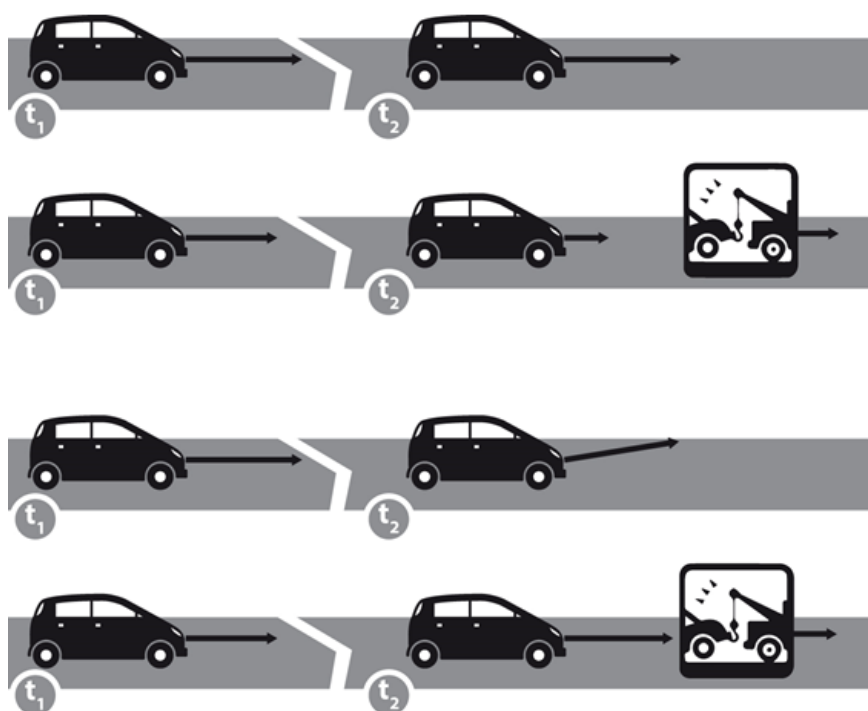
Κάποια παραδείγματα διαταραχών στην ομαλή διανυσματική κίνηση, που ανήκουν στο κοινωνικό επίπεδο, είναι τα εξής.

1. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε ευθεία σε αυτοκινητόδρομο με συγκεκριμένη ταχύτητα. Αναμένει ότι θα συνεχίσει να κινείται ευθεία με περίπου την ίδια ταχύτητα. Αν όμως ο οδηγός Α παρατηρήσει ότι η ταχύτητα του οχήματος Β μεταβάλλεται σημαντικά ή ότι η διεύθυνση κίνησης του οχήματος Β μεταβάλλεται, για παράδειγμα προσεγγίζει τη διαγράμμιση, ερμηνεύει την παρατήρηση αυτή ως αποτέλεσμα ενέργειας του οδηγού Β και αναγνωρίζει πρόθεση του «οχηματ-ανθρώπου» Β για μελλοντικό ελιγμό, όπως αλλαγή λωρίδας.
2. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε καμπύλη αυτοκινητοδρόμου με συγκεκριμένη ταχύτητα. Αναμένει ότι θα συνεχίσει να κινείται με περίπου την ίδια ταχύτητα ακολουθώντας την καμπύλη. Αν όμως ο οδηγός Α παρατηρήσει ότι η ταχύτητα του οχήματος Β μεταβάλλεται σημαντικά ή ότι η διεύθυνση κίνησης του

οχήματος Β μεταβάλλεται, για παράδειγμα προσεγγίζει τη διαγράμμιση, ερμηνεύει την παρατήρηση αυτή ως αποτέλεσμα ενέργειας του οδηγού Β και αναγνωρίζει πρόθεση του «οχηματ-ανθρώπου» Β για μελλοντικό ελιγμό όπως αλλαγή λωρίδας.

3. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε αυτοκινητόδρομο ακολουθώντας ένα προπορευόμενο όχημα. Παρατηρεί είτε ότι η διεύθυνση κίνησης του Β μεταβάλλεται και προσεγγίζει τη διαγράμμιση είτε ότι η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα δεν είναι σταθερή. Ερμηνεύει τις παρατηρήσεις αυτές ως αποτέλεσμα σκόπιμων ενεργειών του οδηγού Β και αναγνωρίζει πρόθεση του «οχηματ-ανθρώπου» Β να προσπεράσει το προπορευόμενο όχημα.
4. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να κινείται σε αστική οδό προσεγγίζοντας υποχρεωτική στροφή δεξιά. Τυχόν διαταραχές στην προβλεπόμενη πορεία για στροφή δεξιά τις ερμηνεύει ως αποτέλεσμα σκόπιμης ενέργειας του οδηγού Β, και ως πρόθεσή του να κάνει κάτι διαφορετικό από την υποχρεωτική στροφή δεξιά.
5. Ο οδηγός Α παρατηρεί το όχημα Β να προσεγγίζει ένα βραδύτερα κινούμενο προπορευόμενο φορτηγό. Παρατηρεί ότι ο οδηγός Β δεν επιβραδύνει ή ακόμη και επιταχύνει. Αναγνωρίζει ότι ο «οχηματ-άνθρωπος» Β προτίθεται να προσπεράσει το φορτηγό.

Κάποια παραδείγματα διάκρισης μεταξύ φυσικού επιπέδου και διαταραχών του απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα.



Φυσικό επίπεδο:
Ομαλή διανυσματική κίνηση βάσει φυσικών χαρακτηριστικών και περιορισμών της οδού

Διαταραχές φυσικού επιπέδου:
Διαταραχές στην ομαλή διανυσματική κίνηση που δεν ερμηνεύονται βάσει φυσικών χαρακτηριστικών ή περιορισμών της οδού

Εικόνα 41: Φυσικό επίπεδο και διαταραχές του

Επιπρόσθετα ο παρατηρητής οδηγός παρατηρεί αμιγώς κοινωνικές νύξεις, δηλαδή επικοινωνιακές πράξεις που προέρχονται άμεσα από τους λοιπούς οδηγούς και όχι από την κίνηση των άψυχων οχημάτων, όπως χρήση φλας, οπτικά σήματα, νοήματα, βλέμματα, οι οποίες ανήκουν στο *κοινωνικό επίπεδο*.

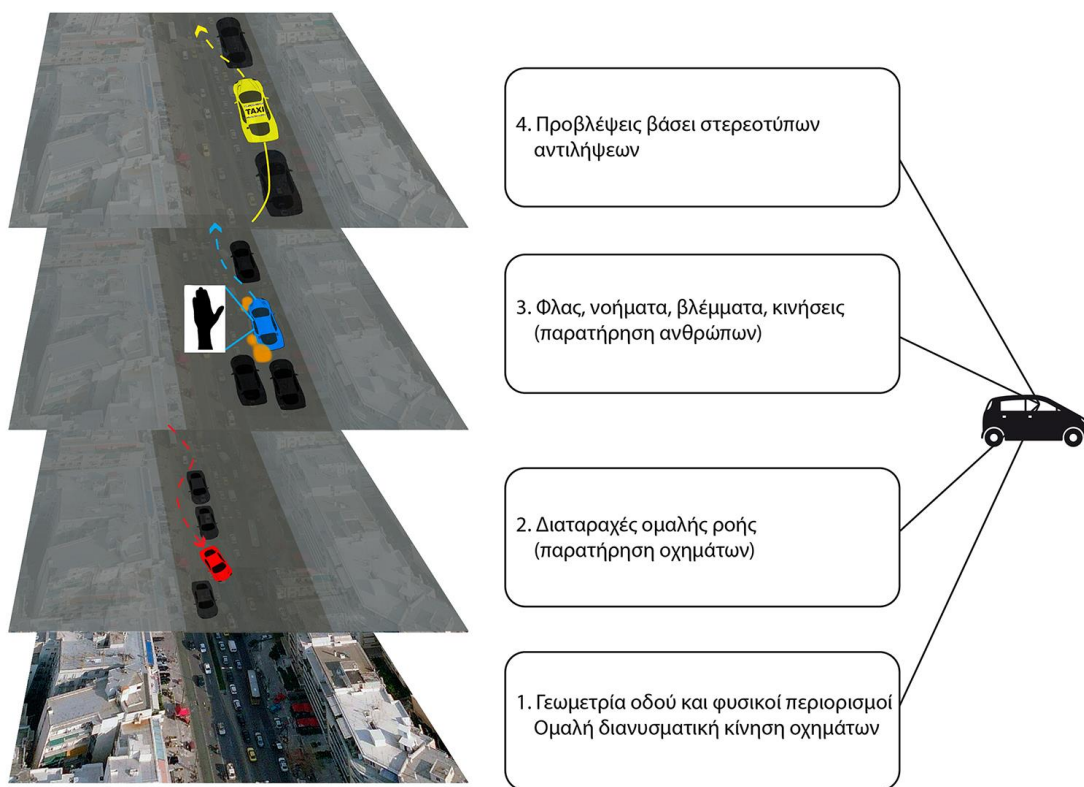
Εκτός από αναγνώριση πρόθεσης βάσει συγκεκριμένων νύξεων, ο παρατηρητής οδηγός προβαίνει και σε πρόβλεψη πρόθεσης, η οποία δε βασίζεται σε συγκεκριμένες νύξεις τη

συγκεκριμένη χρονική στιγμή, αλλά σε πρότερες εμπειρίες του με βάση στερεότυπες αντιλήψεις και κοινωνικές νόρμες.

Κάποια παραδείγματα **πρόβλεψης πρόθεσης** είναι:

1. Ο οδηγός A αναμένει και προβλέπει ότι ο οδηγός B θα προσπεράσει το προπορευόμενο όχημα επειδή οδηγεί спор γρήγορο αυτοκίνητο.
2. Ο οδηγός A αναμένει και προβλέπει ότι ο οδηγός B μοτοσυκλέτας θα κινηθεί μεταξύ λωρίδων κυκλοφορίας, επειδή έτσι κάνουν συνήθως οι οδηγοί μοτοσυκλέτας.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, ο παρατηρητής οδηγός αναγνωρίζει πρόθεση των λοιπών «οχηματ-ανθρώπων» παρατηρώντας νύξεις από το φυσικό επίπεδο, νύξεις από τις διαταραχές του φυσικού επιπέδου, νύξεις εκπεμπόμενες από τον άνθρωπο – οδηγό, τις οποίες ερμηνεύει με βάση την πρότερη εμπειρία του, ενώ επίσης προβαίνει και σε προβλέψεις πρόθεσης χωρίς συγκεκριμένη νύξη αλλά με βάση στερεότυπες αντιλήψεις, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 42.



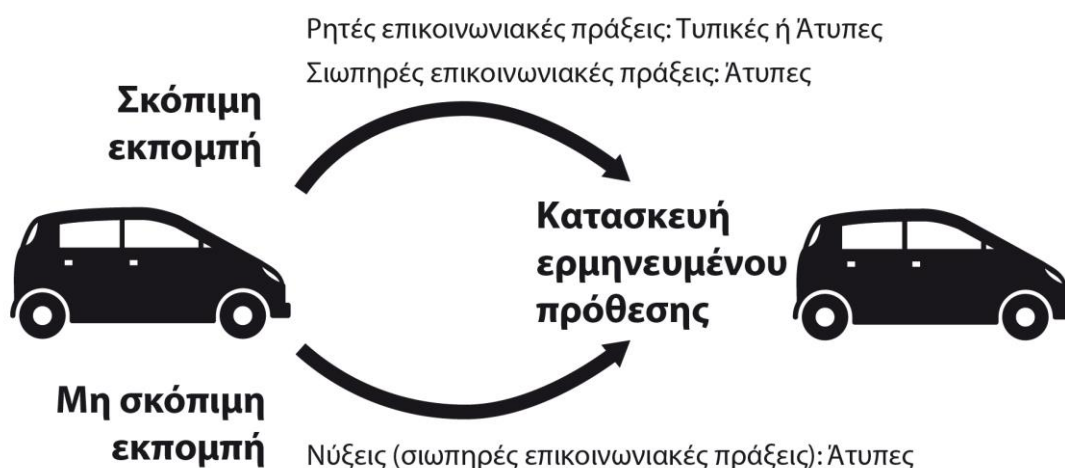
Εικόνα 42: Μοντέλο αναγνώρισης πρόθεσης βάσει νύξεων από διαφορετικά επίπεδα και βάσει προβλέψεων

Σύμφωνα με το ανωτέρω διαστρωματωμένο μοντέλο και με τα εμπειρικά ευρήματα των παρατηρήσεων, υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι ο οδηγός χρησιμοποιεί τη φυσική γεωμετρία της οδού και τους φυσικούς περιορισμούς για να προβλέψει τη μελλοντική θέση των κινούμενων οχημάτων, θεωρώντας ομαλή κίνησή τους στο μέλλον. Οποιαδήποτε παρατηρούμενη παρέκκλιση κάποιου οχήματος από την προβλεπόμενη ομαλή κίνηση, την εκλαμβάνει ως πιθανό αποτέλεσμα ενέργειας εκ προθέσεως του συγκεκριμένου οδηγού και τη χρησιμοποιεί για να αναγνωρίσει πρόθεση του «οχηματ-ανθρώπου». Σε αυτές τις νύξεις που γεννούνται από παρατήρηση άψυχων οντοτήτων προστίθενται οι νύξεις που γεννούνται από τον έμψυχο άνθρωπο οδηγό, οι οποίες συμβάλλουν στην αναγνώριση πρόθεσης, είτε μόνες τους είτε συμπληρωματικά με τις νύξεις από τις άψυχες οντότητες. Αφού ο

παρατηρητής οδηγός βρίσκεται αντιμέτωπος με ένα αυτοκίνητο και δεν έχει άμεση επαφή με τον άνθρωπο – οδηγό του, πολύ περισσότερο λόγω των υψηλών ταχυτήτων και αποστάσεων οι οποίες μεσολαμβάνουν, είναι φανερό, ότι η κύρια βάση για την αναγνώριση πρόθεσης είναι η παρατήρηση της κίνησης των άψυχων οχημάτων, ενώ η παρατήρηση των νύξεων από τον έμψυχο οδηγό είναι συμπληρωματική σε αυτά, και λαμβάνει μεγαλύτερη αξία σε μικρότερες ταχύτητες κίνησης και σε αστικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα, ο παρατηρητής προβαίνει και σε προβλέψεις πρόθεσης με βάση στερεότυπες αντιλήψεις του.

Οι επικοινωνιακές πράξεις που εκπέμπονται από τον άνθρωπο οδηγό είναι ρητές, είτε τυπικές, βάσει κανόνων, όπως η χρήση φλας και το οπτικό σήμα, είτε άτυπες, όπως γνέψιμο, σινιάλο με το χέρι. Οι νύξεις από τις διαταραχές του φυσικού επιπέδου μπορεί να είναι ρητές επικοινωνιακές πράξεις, αν εκπέμπονται σκόπιμα, ή σιωπηρές, αν δεν εκπέμπονται σκόπιμα, ενώ είναι πάντα άτυπες. Παράδειγμα τέτοιας νύξης είναι η ακολούθηση του προπορευόμενου οχήματος σε πολύ κοντινή απόσταση. Ο ακολουθών οδηγός μπορεί να το κάνει αυτό σκοπίμως, για να τρομάξει τον προπορευόμενο οδηγό και να τον εκβιάσει να παραμερίσει, οπότε η επικοινωνιακή πράξη είναι ρητή. Μπορεί όμως να το κάνει και χωρίς σκόπιμη πρόθεση επικοινωνίας αλλά μόνο για να είναι σε καλύτερη θέση για να προσπεράσει όταν δοθεί η ευκαιρία, οπότε η επικοινωνιακή πράξη είναι σιωπηρή. Και στην περίπτωση σιωπηρής πράξης όμως, ο παρατηρητής οδηγός λόγω προηγούμενης εμπειρίας του και κοινωνικών νορμών μπορεί να ερμηνεύσει αυτή τη στενή ακολούθηση ως δήλωση πρόθεσης προσπέρασης.

Η διάκριση των νύξεων που χρησιμοποιούν οι οδηγοί για να ερμηνεύσουν πρόθεση των λοιπών οδηγών παρουσιάζεται σχηματικά στο ακόλουθο σχήμα.



Εικόνα 43: Κατηγοριοποίηση νύξεων για κατασκευή ερμηνευμένου πρόθεσης

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, η ερμηνεία των νύξεων γίνεται με τρεις τρόπους: α) προβολή στο μέλλον του διανύσματος κίνησης του οχήματος, β) κοινωνικές νόρμες και γ) πρότερη γνώση και εμπειρία του ατόμου.

Σε περίπτωση που ο παρατηρητής οδηγός δεν μπορεί να βγάλει συμπέρασμα σχετικά με την πρόθεση του άλλου «οχηματ-ανθρώπου», όταν υπάρχει δηλαδή κάποια αβεβαιότητα, ο παρατηρητής οδηγός συνήθως επιβραδύνει το όχημά του, ώστε να υπάρξει περισσότερος χρόνος για να γίνει η αλληλεπίδραση, δηλαδή η παρατήρηση νύξεων και η κατασκευή

ερμηνεύματός τους, και να μπορέσει έτσι να υπάρξει συμφωνία μεταξύ των οδηγών για το ποιες θα είναι οι επόμενες δράσεις καθενός.

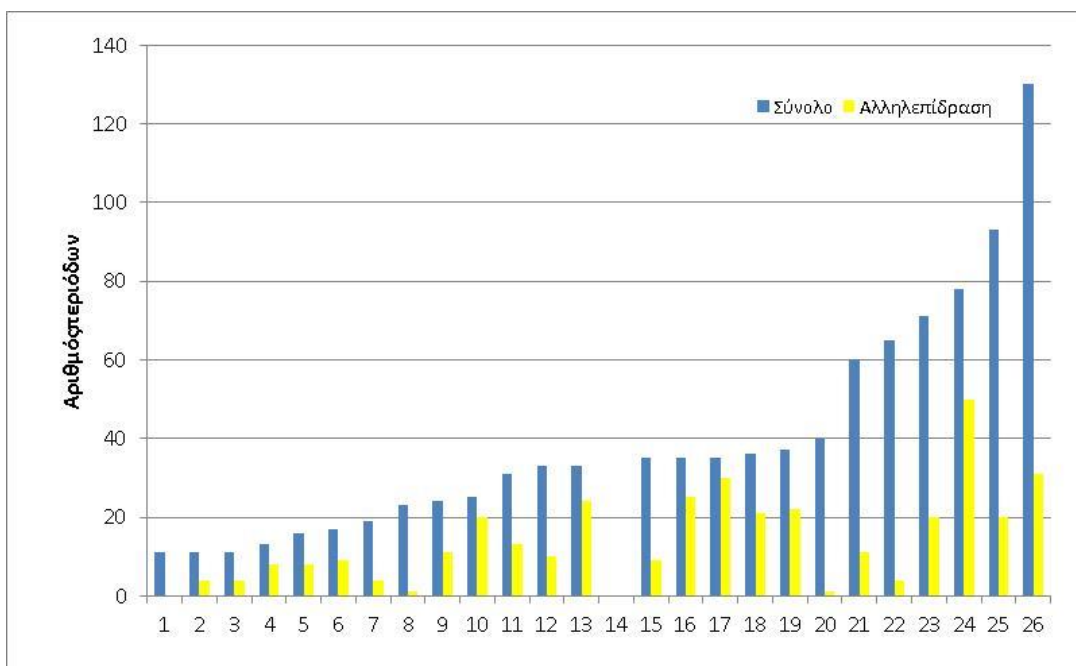
Υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή ότι ο παρατηρητής οδηγός διατηρεί στο μυαλό του ένα μοντέλο με περιορισμένο αριθμό παικτών, τους οδηγούς των οχημάτων σε άμεση γειτνίαση με το δικό του. Τα οχήματα σε μεγάλη απόσταση από το δικό του δεν τα μοντελοποιεί ως «οχηματ-ανθρώπους», επειδή λόγω της απόστασης δε μπορεί να επικοινωνήσει και να αλληλεπιδράσει μαζί τους, ούτε να επηρεάσει τους οδηγούς τους. Τα οχήματα αυτά τα θεωρεί ως αυτόματα, ως εμπόδια. Μόνο τα κοντινά οχήματα τα θεωρεί ως «οχηματ-ανθρώπους», επειδή με τους οδηγούς αυτών μόνο μπορεί να αλληλεπιδράσει και να τους επηρεάσει.

Το ανωτέρω υποστηρίζεται με ένα παράδειγμα από το χώρο των ηλεκτρονικών παιχνιδιών με αγώνες αυτοκινήτων. Στα παιχνίδια αυτά υπάρχουν κάποιοι παίκτες που συναγωνίζονται στην ίδια πίστα, οδηγώντας ο καθένας το δικό του αυτοκίνητο, ενώ υπάρχουν και κάποια αυτοκίνητα τα οποία κινούνται αυτόματα και είναι προγραμματισμένα από τον κώδικα του παιχνιδιού να δρουν στην ουσία σαν εμπόδια. Οι αληθινοί παίκτες μπορούν σχετικά γρήγορα να εντοπίσουν ποια αυτοκίνητα κινούνται από άλλους συμπαίκτες, έχουν δηλαδή έμφυχο οδηγό, και ποια είναι προγραμματισμένα, είναι δηλαδή αυτόματα. Οι παίκτες κάνουν κάποιες αρχικές απόπειρες επικοινωνίας με ένα αυτοκίνητο και αν αυτές μείνουν άκαρπες καταλαβαίνουν ότι πρόκειται για αυτόματο αυτοκίνητο, προγραμματισμένο. Και αν ακόμη το προγραμματισμένο αυτοκίνητο, έχει ενσωματωμένες κάποιες αληθοφανείς αποκρίσεις στην επικοινωνία των παικτών, αυτές είναι περιορισμένες και τυπικές, οπότε και πάλι οι άνθρωποι – παίκτες δημιουργούν γρήγορα το μοντέλο τους και αναγνωρίζουν το αυτόματο, προγραμματισμένο αυτοκίνητο.

Υποστηρίζεται επίσης στην παρούσα διατριβή ότι ο παρατηρητής οδηγός δεν μπορεί να παρατηρήσει και να ερμηνεύσει τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ άλλων οδηγών, οπότε αυτές είναι δεύτερης τάξης κοινωνικές αλληλεπιδράσεις.

7.13 Συχνότητα αναφοράς σε αλληλεπιδράσεις και ηλικία οδηγών

Μια εντύπωση από την ποιοτική ανάλυση των λεκτικών των οδηγών ήταν ότι κάποιοι οδηγοί αναφέρονταν με μεγαλύτερη συχνότητα σε αλληλεπιδράσεις με τους άλλους οδηγούς, ενώ κάποιοι άλλοι οδηγοί σπανιότερα, παρόλο που η παρατήρηση των καταγραφών βίντεο δεν έδειξε να υπάρχει τέτοια διαφορά στη συχνότητα των αλληλεπιδράσεων αυτών που να δικαιολογεί αυτή τη διαφορά στις εκφωνήσεις των οδηγών (Εικόνα 44).



Εικόνα 44: Συνολικός αριθμός περιόδων και περίοδοι που αναφέρονταν σε αλληλεπιδράσεις με άλλους οδηγούς ανά συμμετέχοντα

Για το λόγο αυτό αποφασίστηκε να χωριστεί το δείγμα των οδηγών σε δύο ομάδες, σε οδηγούς με «συχνότερη αναφορά σε αλληλεπιδράσεις» και σε οδηγούς με «σπανιότερη αναφορά σε αλληλεπιδράσεις». Η διάμεσος του ποσοστού των περιόδων που αναφερόταν σε αλληλεπίδραση με άλλους οδηγούς ήταν 36,4%. Έτσι στην ομάδα «συχνότερης αναφοράς σε αλληλεπιδράσεις» κατατάχθηκαν 12 οδηγοί και στην ομάδα «σπανιότερης αναφοράς σε αλληλεπιδράσεις» 13 οδηγοί. Τα χαρακτηριστικά των δύο ομάδων παρατίθενται στον Πίνακα 11.

	«Συχνότερη αναφορά σε αλληλεπιδράσεις»	«Σπανιότερη αναφορά σε αλληλεπιδράσεις»	Επίπεδο σημαντικότητας
Άτομα	12	13	
Άνδρες	6	11	
Γυναίκες	6	2	
Μέση ηλικία	48,7 έτη	64,7 έτη	p < 0,05
Κατοχή άδειας οδήγησης	25,8 έτη	39 έτη	p < 0,05
Μέση απόσταση οδήγησης ετησίως	14.167 χλμ	16.538 χλμ	μη σημαντικό
Εμπειρία			
Ούτε έμπειρος ούτε άπειρος	2	1	
Άπειρος	7	5	
Έμπειρος	3	7	
Πολύ έμπειρος			
Τρόπος οδήγησης			
Πολύ αμυντικός	1	0	
Αμυντικός	1	3	
Ισορροπημένος	9	8	
Επιθετικός	1	1	

	«Συχνότερη αναφορά σε αλληλεπιδράσεις»	«Σπανιότερη αναφορά σε αλληλεπιδράσεις»	Επίπεδο σημαντικότητας
Υπευθυνότητα ως οδηγός για ατύχημα την τελευταία τριετία	2 οδηγοί (1 ελαφριές, 1 σοβαρές ζημιές)	2 οδηγοί (1 ελαφριές, 1 σοβαρές ζημιές)	
Μέση διάρκεια διαδρομής	16,4 min	17 min	μη σημαντικό
Μέσος αριθμός αλλαγών λωρίδας από τον οδηγό	9,3	7	μη σημαντικό
Μέσος αριθμός αλλαγών λωρίδας άλλων οχημάτων σε στενή γειτνίαση με το όχημα παρατήρησης σύμφωνα με τον παρατηρητή	5,2	7,6	μη σημαντικό
Μέσος όρος εκφωνηθεισών λέξεων	375	641	p = 0,06
Μέσος όρος περιόδων	31,7	46,3	μη σημαντικό
Μέσος όρος περιόδων που αναφέρονται σε αλληλεπίδραση με άλλους οδηγούς	20,1	9,2	p < 0,05

Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά οδηγών σύμφωνα με τη συχνότητα αναφοράς σε αλληλεπιδράσεις

Από τον ανωτέρω πίνακα προκύπτει ότι μεταξύ των δύο ομάδων υπήρχε μια σημαντική διαφορά στο μέσο όρο ηλικίας των οδηγών. Οι οδηγοί νεότερης ηλικίας φάνηκε να αναφέρονταν συχνότερα σε αλληλεπιδράσεις με άλλους οδηγούς από ό,τι οι οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας, παρόλο που οι εκφωνηθείσες λέξεις και περίοδοι αλλά και οι φαινόμενες κατά τον παρατηρητή αλληλεπιδράσεις και ο αριθμός των αλλαγών λωρίδας, τόσο από τους οδηγούς που συμμετείχαν στις παρατηρήσεις όσο και από τους άλλους οδηγούς σε στενή γειτνίαση με το όχημα παρατήρησης, δε διέφεραν μεταξύ των ομάδων.

Αρκετές μελέτες αναφέρουν ότι οι αντιληπτικές και νοητικές ικανότητες μειώνονται με την ηλικία. Ο επιπολασμός των σωματικών και νοητικών βλαβών (impairments), δηλαδή των απωλειών ή ανωμαλιών στην ψυχολογική, φυσιολογική ή ανατομική δομή ή λειτουργία, καθώς και των ασθενειών αυξάνεται με την ηλικία και μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα ενός ατόμου να οδηγεί ασφαλώς (Hewson, 2006). Έχει αναφερθεί ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί προσοδευτικά αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης, ιδιαίτερα μειωμένη περιφερική και δυναμική οξύτητα, η οποία είναι απαραίτητες για τη σωστή εκτίμηση της κίνησης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων (Ball και Sekuler, 1986; Burg, 1966; Gabaude, 2003). Επίσης, είναι πιο αργοί σε όλες τις πτυχές σχετικά με την έναρξη και εκτέλεση κάποιας κίνησης (Salthouse, 1989; Stelmach και Nahom, 1992). Ο χρόνος αντίδρασης φαίνεται να αυξάνεται με την ηλικία (Cerella, 1985), η ψυχοκινητική απόδοση επιβραδύνεται με την ηλικία (Gogging και Stelmach, 1990), ενώ η ευαισθησία σε ορισμένα ερεθίσματα μειώνεται (Hoyer, 1990). Νοητικές ικανότητες, όπως η επεξεργασία πληροφοριών, μπορεί να εξασθενήσουν, παρόλο που η γνώση και η εμπειρία αυξάνονται με την ηλικία (Charness και Bosman, 1992). Οι ηλικιωμένοι οδηγοί επεξεργάζονται τις πληροφορίες περισσότερο σειριακά από τους νεότερους (Hakamies-Blomqvist *et al*, 1999). Η διαίρεμένη προσοχή τους επίσης παρουσιάζει

προβλήματα (Brouwer *et al*, 1991), μπορεί να παρουσιάσουν ελλείμματα στην ικανότητα προσοχής (Owsley *et al*, 1998) και η λήψη και εφαρμογή αποφάσεων από αυτούς είναι βραδύτερη (Charlton, 2006).

Ως εκ τούτου, η υποβάθμιση των αντιληπτικών και νοητικών ικανοτήτων των ηλικιωμένων οδηγών είναι καλά τεκμηριωμένη. Αντίθετα, δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις της υποβάθμισης αυτής στη συμπεριφορά και τις πρακτικές οδήγησης αυτών. Επιτόπιες έρευνες σε διασταυρώσεις αποκάλυψαν ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί αντιμετωπίζουν προβλήματα κατά την εκτίμηση ασφαλών διακένων μεταξύ του δικού τους και άλλων οχημάτων (Oxley *et al*, 2006). Ανάλυση ατυχημάτων όπου εμπλέκονταν ηλικιωμένοι οδηγοί κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί συχνά αποτυγχάνουν να παραχωρήσουν προτεραιότητα σύμφωνα με τους κανόνες του Κ.Ο.Κ. (McGwin και Gerald Brown, 1999). Τέλος, σε μια άλλη έρευνα οι ηλικιωμένοι οδηγοί ανέφεραν ότι αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον εντοπισμό του πιο σχετικού σήματος κυκλοφορίας και στη λήψη αποφάσεων υπό πίεση χρόνου (Musselwhite και Haddad, 2010). Διάφορες στρατηγικές συμπεριφορικής προσαρμογής χρησιμοποιούνται γενικά από τους ηλικιωμένους οδηγούς, ώστε να αντισταθμίσουν τις ενυπάρχουσες αδυναμίες στις νοητικές τους ικανότητες οι οποίες επηρεάζουν την απόδοσή τους (Broberg και Willstrand, 2014). Οι αντισταθμιστικές συμπεριφορές που αναφέρθηκαν είναι η οδήγηση με χαμηλότερη ταχύτητα και σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τα άλλα οχήματα και η αποφυγή της οδήγησης σε καταστάσεις άγχους, δηλαδή σε πυκνή κυκλοφορία, σε άσχημες καιρικές συνθήκες ή τη νύχτα (Musselwhite και Haddad, 2010; Broberg και Willstrand, 2014).

Οι υπό μελέτη επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις απαιτούν αντιληπτικές και νοητικές ικανότητες, που αναφέρθηκε ότι ελαττώνονται με την ηλικία. Για το λόγο αυτό, αποφασίστηκε να αναλυθούν ειδικότερα οι παρατηρήσεις των πραγματικών αλληλεπιδράσεων που καταγράφηκαν, χωριστά ανά ηλικιακή κατηγορία οδηγών, ώστε να διερευνηθεί αν τυχόν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των νεότερων και των ηλικιωμένων οδηγών όταν αυτοί αλληλεπιδρούν μέσω σκόπιμων επικοινωνιακών πράξεων κατά την οδήγηση. Πιο συγκεκριμένα, διερευνήθηκε κατά πόσο οι ηλικιωμένοι οδηγοί (i) εστιάζουν λιγότερο συχνά σε άλλους οδηγούς και προσπαθούν λιγότερο συχνά να ερμηνεύσουν τις προθέσεις τους, δηλαδή είναι λιγότερο ενεργοί στην παρατήρηση και ερμηνεία κοινωνικής συμπεριφοράς όσον αφορά επικοινωνιακές πράξεις και επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, και (ii) αντιμετωπίζουν μεγαλύτερες δυσκολίες να συμμετάσχουν με επιτυχία σε μια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση με άλλους οδηγούς από ό,τι οι νεότεροι οδηγοί. Επιπλέον, διερευνήθηκε κατά πόσον οι ηλικιωμένοι οδηγοί υιοθετούν στρατηγικές που τους επιτρέπουν να οδηγούν χωρίς να χρειάζεται να ανταλλάσσουν πληροφορίες με τους άλλους, και ως εκ τούτου, τους επιτρέπουν να αποφεύγουν την ανάγκη για επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, προκειμένου να αντισταθμίσουν τους υποβαθμισμένους νοητικούς πόρους τους και τις απαιτήσεις των αλληλεπιδράσεων αυτών.

7.13.1 Διαχωρισμός οδηγών

Από τους 25 οδηγούς που συμμετείχαν στις παρατηρήσεις στην Περιφερειακή Οδό Κατεχάκη, επιλέχθηκαν 22 των οποίων τα δεδομένα αναλύθηκαν στη συνέχεια, 14 άντρες και 8 γυναίκες. Οι οδηγοί αυτοί χωρίστηκαν βάσει της ηλικίας τους σε δύο ομάδες. Οι οδηγοί άνω των 65 ετών μπήκαν στην ομάδα «Ηλικιωμένοι» και οι υπόλοιποι οδηγοί στην ομάδα

«Νεότεροι». Τα χαρακτηριστικά των δύο ομάδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 12. Επειδή υπήρχαν μόνο 11 οδηγοί κάτω των 65 ετών στους 25 συνολικά που συμμετείχαν, επιλέχθηκαν 11 από τους υπόλοιπους για την ομάδα «Ηλικιωμένοι».

	«Ηλικιωμένοι»	«Νεότεροι»
N	11	11
Άντρες	9	5
Γυναίκες	2	6
Ηλικία		
Μέση	72.8	36.3
Min	67	26
Max	80	52
Κάτοχος άδειας οδήγησης για	45.6 έτη	15.7 έτη
Χιλιόμετρα που διανύονται ετησίως (κατά δήλωση)	≈ 15,400 km	≈ 14,500 km
Εμπειρία οδήγησης (κατά δήλωση)		
Ούτε έμπειρος ούτε άπειρος		
Έμπειρος	1	2
Πολύ έμπειρος	5	6
	5	3

Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά των δύο ομάδων οδηγών

Η ανάλυση των παρατηρήσεων έγινε ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, αλλά χωριστά για κάθε ομάδα οδηγών. Για τον έλεγχο σημαντικότητας των διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων χρησιμοποιήθηκε t-test δύο δειγμάτων με ίσες διακυμάνσεις.

7.13.2 Αποτελέσματα

Η διάρκεια της διαδρομής ήταν συντομότερη για τους «Νεότερους» από ό,τι για τους «Ηλικιωμένους» οδηγούς (μέση τιμή 15,8 λεπτά έναντι 17,5 λεπτά). Επίσης οι «Ηλικιωμένοι» πραγματοποίησαν λιγότερες αλλαγές λωρίδας σε σχέση με τους «Νεότερους» (μέσος όρος 6,5 έναντι 8,1 αλλαγών λωρίδας ανά άτομο). Οι αλλαγές λωρίδας κυκλοφορίας που πραγματοποιήθηκαν από άλλους οδηγούς κοντά στο όχημα παρατήρησης ήταν λιγότερες για τους «Ηλικιωμένους» από ό,τι για τους «Νεότερους» (μέσος όρος 5,8 έναντι 6,2 ανά άτομο). Όμως, αυτές οι διαφορές δε βρέθηκαν να είναι στατιστικά σημαντικές (Πίνακας 13).

	«Ηλικιωμένοι»				«Νεότεροι»				Σημαντικότητα
	N	Mean	Min	Max	N	Mean	Min	Max	
Διάρκεια διαδρομής (min)		17.5	14.2	21.2		15.8	13.3	23	ns
Αριθμός αλλαγών λωρίδας από τους οδηγούς	71	6.5	1	16	89	8.1	2	25	ns
Αριθμός αλλαγών λωρίδας από άλλους οδηγούς κοντά στο όχημα παρατήρησης	64	5.8	3	13	68	6.2	1	20	ns

Πίνακας 13: Διάρκεια διαδρομής και αλλαγές λωρίδας

Οι «Ηλικιωμένοι» εκφώνησαν σημαντικά περισσότερες λέξεις από τους «Νεότερους» ($p < 0.05$). Επίσης εκφώνησαν περισσότερες περιόδους σχετικές με την οδήγηση, αλλά η διαφορά αυτή δεν ήταν σημαντική (Πίνακας 14).

	«Ηλικιωμένοι»				«Νεότεροι»				Σημαντικότητα
	N	Mean	Min	Max	N	Mean	Min	Max	
Αριθμός λέξεων	7725	702	220	1463	3624	330	80	637	$p < 0.05$
Αριθμός περιόδων σχετικά με οδήγηση	524	47.6	10	119	317	28.8	11	71	ns

Πίνακας 14: Μέγεθος λεκτικού ανά ομάδα

Οι «Ηλικιωμένοι» εκφώνησαν λιγότερες από τους «Νεότερους» περιόδους όπου λεκτικοποίησαν παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς και πρόβλεψη πρόθεσης άλλων, παρόλο που είχαν εκφωνήσει περισσότερες λέξεις από αυτούς. Από τις 524 περιόδους που εκφώνησαν οι «Ηλικιωμένοι», σε 165 λεκτικοποίησαν παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς. Από τις 317 περιόδους που εκφώνησαν οι «Νεότεροι», σε 164 λεκτικοποίησαν παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς. Οι «Ηλικιωμένοι» εκφώνησαν συνολικά 37 περιόδους όπου λεκτικοποίησαν πρόβλεψη πρόθεσης ενώ οι «Νεότεροι» εκφώνησαν συνολικά 49 τέτοιες περιόδους (Πίνακας 15). Καμία από τις διαφορές αυτές δε βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική.

	«Ηλικιωμένοι»				«Νεότεροι»				Σημαντικότητα
	N	Mean	Min	Max	N	Mean	Min	Max	
Περίοδοι στις οποίες λεκτικοποιήθηκαν:									
Παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς	165	15	1	50	164	14.9	0	30	ns
Πρόβλεψη πρόθεσης άλλων	37	3.4	0	11	49	4.5	0	14	ns

Πίνακας 15: Περίοδοι σχετικά με κοινωνική συμπεριφορά ανά ομάδα

Οι παρατηρηθείσες επικοινωνιακές πράξεις που εξέπεμψαν οι «Ηλικιωμένοι» ήταν λιγότερες (μ.ο. 2,6 ανά άτομο) από αυτές που εξέπεμψαν οι «Νεότεροι» (μ.ο. 4,1 ανά άτομο). Παρόμοια, οι παρατηρηθείσες επικοινωνιακές πράξεις που εξέπεμψαν άλλοι οδηγοί προς τους συμμετέχοντες ήταν λιγότερες για τους «Ηλικιωμένους» (μ.ο. 5,0 ανά άτομο) από ό,τι για τους «Νεότερους» (μ.ο. 6,0 ανά άτομο). Οι παρατηρηθείσες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, δηλαδή οι ακολουθίες πράξεων για το ίδιο επεισόδιο, που ξεκίνησαν από τους συμμετέχοντες, ήταν επίσης λιγότερες για τους «Ηλικιωμένους» από ό,τι για τους «Νεότερους» (μ.ο. 0,8 έναντι 1,9 ανά άτομο). Καμία από αυτές τις διαφορές δε βρέθηκε να είναι σημαντικά σημαντική. Όμως, οι παρατηρηθείσες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις που ξεκίνησαν από άλλους οδηγούς απευθυνόμενες στους συμμετέχοντες, ήταν σημαντικά λιγότερες για «Ηλικιωμένους» από ό,τι για τους «Νεότερους» (μ.ο. 1,7 έναντι 4,2 ανά άτομο) (Πίνακας 16).

	«Ηλικιωμένοι»				«Νεότεροι»				Σημαντικότητα
	N	Mean	Min	Max	N	Mean	Min	Max	
Παρατηρηθείσες επικοινωνιακές πράξεις									
που εκτέμφθηκαν από τους συμμετέχοντες	29	2.6	0	7	45	4.1	0	8	ns
που εκτέμφθηκαν από άλλους οδηγούς	55	5	0	13	66	6	1	17	ns
Παρατηρηθείσες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις (διαδικασίες πράξεων για το ίδιο επεισόδιο)									
που ξεκίνησαν από τους συμμετέχοντες	9	0.8	0	3	21	1.9	0	5	ns
που ξεκίνησαν από άλλους οδηγούς	19	1.7	0	6	46	4.2	0	10	p<0.05

Πίνακας 16: Παρατηρήσεις επικοινωνιακών πράξεων και αλληλεπιδράσεων ανά ομάδα

Οι συμμετέχοντες δε λεκτικοποίησαν όλες τις περιπτώσεις των παρατηρηθεισών επικοινωνιακών πράξεων και αλληλεπιδράσεων. Κάποιες από αυτές έμειναν ασχολίαστες, ειδικά οι πράξεις που εξέπεμψαν οι ίδιοι.

Οι «Ηλικιωμένοι» λεκτικοποίησαν λιγότερες επικοινωνιακές πράξεις από τους «Νεότερους». Οι «Ηλικιωμένοι» λεκτικοποίησαν λιγότερο συχνά τις δικές τους πράξεις (μ.ο. ανά άτομο 33.3% έναντι 51.3%) και λίγο περισσότερο συχνά τις πράξεις των άλλων (μ.ο. ανά άτομο 58.4% έναντι 57.4%) από τους «Νεότερους». Οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Οι λεκτικοποιήσεις επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων που ξεκίνησαν άλλοι ήταν επίσης λιγότερες για τους «Ηλικιωμένους» από ό,τι για τους «Νεότερους» (μ.ο. ανά άτομο 1,6 έναντι 2,6), αλλά και πάλι η διαφορά δεν ήταν σημαντική. Οι λεκτικοποιήσεις των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων που ξεκίνησαν οι ίδιοι ήταν επίσης λιγότερες για τους «Ηλικιωμένους» από ό,τι για τους «Νεότερους» (μ.ο. 0 έναντι 1.3), και η διαφορά αυτή ήταν σημαντική. Οι «Ηλικιωμένοι» δε λεκτικοποίησαν καμία από τις παρατηρηθείσες αλληλεπιδράσεις που ξεκίνησαν οι ίδιοι, ενώ λεκτικοποίησαν κατά μέσο όρο ανά άτομο το 63% των αλληλεπιδράσεων που ξεκίνησαν άλλοι, ενώ οι «Νεότεροι» λεκτικοποίησαν κατά μέσο όρο το 48,2% των παρατηρηθεισών αλληλεπιδράσεων που ξεκίνησαν οι ίδιοι και το 59,4% των αλληλεπιδράσεων που ξεκίνησαν άλλοι (Πίνακας 17).

	«Ηλικιωμένοι»					«Νεότεροι»					Σημαντικό-τητα
	N	% των παρατηρηθέντων (μ.ο.)	Mean	Min	Max	N	% των παρατηρηθέντων (μ.ο.)	Mean	Min	Max	
Λεκτικοποιήσεις επικοινωνιακών πράξεων											
που εκτέμφθηκαν από τους συμμετέχοντες	8	33.3%	0.7	0	4	25	51.3%	2.3	0	8	Ns
που εκτέμφθηκαν από άλλους	30	58.4%	2.7	0	8	36	57.4%	3.3	0	10	ns

	«Ηλικιωμένοι»					«Νεότεροι»					Σημαντικό- τητα
	N	% των παρατηρηθέντων (μ.ο.)	Mean	Min	Max	N	% των παρατηρηθέντων (μ.ο.)	Mean	Min	Max	
οδηγούς											
Λεκτικοποιήσεις επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων (διαδικασίες πράξεων για το ίδιο επεισόδιο)											
που ξεκίνησαν από τους συμμετέχοντες	0	0%	0	0	0	14	48.2%	1.3	0	5	p<0.05
που ξεκίνησαν από άλλους οδηγούς	18	63%	1.6	0	6	29	59.4%	2.6	0	10	ns

Πίνακας 17: Λεκτικοποιήσεις επικοινωνιακών πράξεων και αλληλεπιδράσεων ανά ομάδα

Από τις 37 περιόδους όπου οι «Ηλικιωμένοι» λεκτικοποίησαν πρόβλεψη πρόθεσης, στις 21 αναφέρθηκαν σε διαταραχές της ομαλής ροής κυκλοφορίας, σε 7 αναφέρθηκαν σε ρητές επικοινωνιακές πράξεις άλλων οδηγών ενώ 2 προβλέψεις έγιναν βάσει στερεοτύπων αντιλήψεων. Από τις 49 περιόδους όπου οι «Νεότεροι» λεκτικοποίησαν πρόβλεψη πρόθεσης, στις 6 αναφέρθηκαν σε χαρακτηριστικά της οδού, σε 21 αναφέρθηκαν σε διαταραχές της ομαλής ροής κυκλοφορίας, σε 6 αναφέρθηκαν σε ρητές επικοινωνιακές πράξεις άλλων οδηγών ενώ 3 προβλέψεις έγιναν βάσει στερεοτύπων αντιλήψεων (Πίνακας 18). Στις υπόλοιπες περιόδους οι συμμετέχοντες δεν ανέφεραν πώς κατέληξαν στην πρόβλεψη πρόθεσης.

	«Ηλικιωμένοι»	«Νεότεροι»
Αναφορές σε γεωμετρία της οδού (φυσικό επίπεδο)	0	6
Αναφορές σε διαταραχές της ομαλής ροής (διαταραχές φυσικού επιπέδου)	21	21
Αναφορές σε επικοινωνιακές πράξεις άλλων οδηγών	7	6
Αναφορές σε στερεότυπα	2	3

Πίνακας 18: Αναφορές σε νύξεις πρόβλεψης πρόθεσης

Πέντε αποτυχημένες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις εντοπίστηκαν στην ομάδα «Ηλικιωμένοι» και τρεις στην ομάδα «Νεότεροι». Σε 3 από τις 5 αποτυχημένες αλληλεπιδράσεις στην ομάδα «Ηλικιωμένοι» η επικοινωνία απέτυχε λόγω μη αντίληψης κάποιας επικοινωνιακής πράξης και σε 2 λόγω εσφαλμένης ερμηνείας κάποιας επικοινωνιακής πράξης από τους εμπλεκόμενους οδηγούς. Σε 2 από τις 3 αποτυχημένες αλληλεπιδράσεις στην ομάδα «Νεότεροι» η επικοινωνία απέτυχε λόγω μη αντίληψης κάποιας επικοινωνιακής πράξης και σε 1 λόγω εσφαλμένης ερμηνείας κάποιας επικοινωνιακής πράξης από τους εμπλεκόμενους οδηγούς. Ο περιορισμένος αριθμός αυτών των παρατηρήσεων δεν επέτρεψε την στατιστική τους ανάλυση.

7.14 Αλληλεπιδράσεις που δε λεκτικοποιήθηκαν

Οι περιπτώσεις αλληλεπιδράσεων που επισημάνθηκαν στις καταγραφές βίντεο χωρίς να λεκτικοποιηθούν από τους συμμετέχοντες παρουσιάζονται παρακάτω. Σημειώνεται ότι οι περιπτώσεις αυτές είναι πολύ λιγότερες για τους «Νεότερους», μόλις 3 περιστατικά, από ό,τι για τους «Ηλικιωμένους», όπου παρατηρήθηκαν άνω των 30 τέτοιων περιστατικών.

«Νεότεροι»**Οδηγός 11**

Ο παρατηρητής είδε ότι, ενώ ο οδηγός άλλαξε λωρίδα ένα όχημα ερχόμενο από πίσω χρειάστηκε να φρενάρει αρκετά, ενώ δεν είχε αρκετή απόσταση, και ρώτησε: «*Τώρα που αλλάξατε λωρίδα, αυτός ο κόκκινος ήταν μακριά σας;*» και ο οδηγός απάντησε: «*Ναι, είχα περιθώριο*», ενώ ήταν ξεκάθαρο ότι ο επερχόμενος οδηγός είχε φρενάρει.

Αυτό ίσως είναι περίπτωση παρερμηνείας.

Οδηγός 13

Τη στιγμή 4:04 ο οδηγός άλλαξε λωρίδα και σίγουρα ο οδηγός του ταξί φρέναρε για να τον αφήσει να το κάνει, αλλά ο οδηγός δεν το ανέφερε. Αυτό ίσως είναι περίπτωση μη αντίληψης.

Τη στιγμή 7:04 ο συμμετέχων ήταν στη μεσαία λωρίδα και στην αριστερή υπήρχε μια μοτοσυκλέτα κολλημένη πίσω από ένα ΙΧ. Ο οδηγός της μοτοσυκλέτας ήθελε να αλλάξει λωρίδα, γύρισε και κεφάλι και τότε ο συμμετέχων φρέναρε, αλλά δεν ανέφερε τίποτε. Όταν ρωτήθηκε από τον παρατηρητή αμέσως μετά το περιστατικό, δε θυμόταν να έχει φρενάρει.

«Ηλικιωμένοι»**Οδηγός 3**

Ο οδηγός 3 δε μίλησε σχεδόν καθόλου για αλλαγή λωρίδας άλλων οδηγών, παρόλο που τουλάχιστον 3 άλλαξαν λωρίδα πολύ κοντά μπροστά του.

Οδηγός 10

Παρατηρήθηκαν τουλάχιστον 3 αυτοκίνητα που του κόλλησαν ενώ οδηγούσε στην αριστερή λωρίδα, αλλά δεν το σχολίασε καθόλου.

Οδηγός 12

Υπήρξε κάποια στιγμή ένα φορτηγό με πολύ χαμηλή ταχύτητα και ο οδηγός δεν άλλαξε λωρίδα για να το προσπεράσει, παρόλο που δεν υπήρχε μεγάλη κίνηση, ούτε ανέφερε τίποτε σχετικό.

Κάποια άλλη στιγμή υπήρξε ένα όχημα πάνω στη λωρίδα μπροστά από το όχημα παρατήρησης και ο οδηγός του πρέπει να ετοιμαζόταν να αλλάξει λωρίδα, όμως ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε κάτι σχετικό. Αυτό ίσως είναι περίπτωση μη αντίληψης.

Τη στιγμή 4:18 του έκανε μια απότομη σφήνα ένα άλλο όχημα, αλλά ο οδηγός δεν ανέφερε τίποτε, εκείνη τη στιγμή μιλούσε για τη χάραξη του δρόμου.

Τη στιγμή 7:58 άλλαξε λωρίδα ο συμμετέχων οδηγός και ο παρατηρητής είδε σίγουρα ότι ο οδηγός του πίσω αριστερά αυτοκινήτου χρειάστηκε να φρενάρει πάρα πολύ έντονα για να τον αφήσει, αλλά ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό. Αυτό ίσως είναι περίπτωση μη αντίληψης.

Οδηγός 15

Τη στιγμή 1:56 της διαδρομής επιστροφής ο συμμετέχων οδηγός οδηγούσε στην αριστερή λωρίδα και διαδοχικά του κόλλησαν δύο αυτοκίνητα, τα οποία μετά από λίγο έκαναν προσπέραση από δεξιά, προφανώς αφού είδαν ότι ο συμμετέχων οδηγός δεν πήγαινε στη δεξιά λωρίδα για να τους αφήσει. Ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό.

Τη στιγμή 5:20 της διαδρομής επιστροφής κόλλησε σε πολύ μικρή απόσταση ένα όχημα για αρκετό διάστημα, αλλά ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό.

Οδηγός 16

Τη στιγμή 8:34 ερχόταν από πίσω ένα αυτοκίνητο σε πολύ μεγάλη ταχύτητα, είχε ανάψει φλας, έκανε και οπτικό σήμα, οπότε ο συμμετέχων οδηγός άλλαξε λωρίδα προς τα δεξιά σε πολύ κοντινή απόσταση εμπρός από ένα άλλο όχημα στη δεξιά λωρίδα. Ο οδηγός του οχήματος αυτού χρειάστηκε να φρενάρει, ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό. Αυτό ίσως είναι περίπτωση μη αντίληψης.

Τη στιγμή 8:58 ήταν κάποιος σε πολύ μικρή απόσταση πίσω από το όχημα παρατήρησης και τελικά άλλαξε λωρίδα για να προσπεράσει, αλλά ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό, εκείνη την ώρα μιλούσε για το οδικό δίκτυο γενικά.

Τη στιγμή 3:50 της επιστροφής ήταν ένας κολλημένος πίσω από το όχημα παρατήρησης στη δεξιά λωρίδα, το οποίο μετά από λίγο άλλαξε λωρίδα και προσπέρασε, αλλά ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό.

Οδηγός 17

Τη στιγμή 2:21 κάποιος κόλλησε για λίγο πίσω από το όχημα παρατήρησης και μετά βγήκε σε έξοδο δεξιά, αλλά ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό.

Τη στιγμή 2:46 κάποιος του κόλλησε σε πολύ μικρή απόσταση για αρκετή ώρα, εκείνη τη στιγμή ο συμμετέχων οδηγός είχε βγάλει φλας για αρκετή ώρα και μετά άλλαξε λωρίδα δεξιά, δεν ανέφερε κάτι για το άλλο όχημα. Γενικά εκείνο το διάστημα δε μίλαγε, ήταν σα να προσπαθούσε να μπορέσει να αλλάξει λωρίδα δεξιά, και όσο το προσπαθούσε, δε μιλούσε.

Τη στιγμή 6:03 κάποιος του κόλλησε από πίσω ενώ ήταν στην αριστερή λωρίδα, ο συμμετέχων οδηγός άλλαξε λωρίδα με χρήση φλας τη στιγμή 6:15, άρα κατάλαβε το αίτημα του πίσω οδηγού αλλά δεν το ανέφερε, εκείνη τη στιγμή μιλούσε για κάποιο άλλο άσχετο θέμα. Όταν μετά ρωτήθηκε από τον παρατηρητή, το ανέφερε.

Οδηγός 18

Τη στιγμή 6:45 της επιστροφής κόλλησε κάποιος σε μικρή απόσταση πίσω του, αλλά ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό, εκείνη τη στιγμή μιλούσε για το πού θα στρίψει στο μέλλον.

Οδηγός 23

Τουλάχιστον 8 αυτοκίνητα του κόλλησαν σε πολύ μικρή απόσταση από πίσω, ένας οδηγός έκανε πολύ απότομη σφήνα μπροστά από το όχημα παρατήρησης, αλλά ο συμμετέχων οδηγός δεν ανέφερε τίποτε σχετικό. Όταν όμως ρωτήθηκε από τον παρατηρητή: *«Γιατί σε προσπέρασαν αυτοί οι δύο;»* απάντησε *«Γιατί ήμουν στην αριστερή λωρίδα και δεν πήγαινα αρκετά γρήγορα.»*

Οδηγός 24

Ο οδηγός αυτός έκανε αρκετές αλλαγές λωρίδας και μία ήταν πολύ απότομη και σε πολύ κοντινή απόσταση μπροστά από κάποιο άλλο όχημα, αλλά δεν ανέφερε τίποτε σχετικό.

7.15 Επικύρωση ΓΜΕΑΟ

Τα εμπειρικά ευρήματα από τις παρατηρήσεις υποστηρίζουν τη θεώρηση ότι σε πολλές

περιπτώσεις, οι οδηγοί θεωρούν τα άλλα οχήματα ως κοινωνικές μονάδες, ως «έμψυχους οχηματ-ανθρώπους», και σε μεγάλο βαθμό βασίζουν τις προσδοκίες για την εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής παρατηρώντας και ερμηνεύοντας τη συμπεριφορά αυτών των κοινωνικών μονάδων. Πράγματι, κατά μέσο όρο στο 38,7% των περιόδων που εκφωνήθηκαν οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν σε παρατηρήσεις και ερμηνείες κοινωνικής συμπεριφοράς «έμψυχων οχηματ-ανθρώπων». Να σημειωθεί ότι το ποσοστό αυτό αφορά μόνο στις αλληλεπιδράσεις που λεκτικοποιήθηκαν από τους συμμετέχοντες.

Τα εμπειρικά ευρήματα υποστηρίζουν επίσης το επιχείρημα ότι σε περίπτωση αβεβαιότητας, όταν το υποκείμενο Κοινό Νοητικό Υπόβαθρο δεν είναι αρκετό για την ασφαλή πρόβλεψη της εξέλιξης της κυκλοφοριακής κατάστασης, οι οδηγοί συνειδητά προσπαθούν να αλληλεπιδράσουν με τους άλλους οδηγούς, έτσι ώστε να επικοινωνήσουν την πρόθεσή τους, να επικαιροποιήσουν και να διορθώσουν το Κοινό τους Νοητικό Υπόβαθρο και να συμφωνήσουν σε ένα ασφαλές μελλοντικό σχέδιο κίνησης. Σύμφωνα με τα ευρήματα τέτοιες περιπτώσεις αναφέρθηκαν στο 9,3% των περιόδων, δηλαδή των θεμάτων που λεκτικοποίησαν οι συμμετέχοντες ως θέματα που προσέγκυσαν την προσοχή τους.

Όπως αναφέρθηκε, οι ρητές επικοινωνιακές πράξεις μεταξύ των «οχηματ-ανθρώπων», στο «λεκτικό» επίπεδο περιγραφής, είναι πολύπλοκες και πολύ πλούσιες σε περιεχόμενο. Ωστόσο, όπως φαίνεται και από την ανάλυση, μπορούν να μοντελοποιηθούν διαδοχικά στο προσλεκτικό επίπεδο ως «Κατευθυντικά» και «Δεσμευτικά», «αποδοχές» ή «απορρίψεις», με τη μορφή συζήτησης. Το προτεινόμενο ΓΜΕΑΟ φαίνεται να απεικονίζει ικανοποιητικά τον τρόπο με τον οποίο οι οδηγοί αναλαμβάνουν τέτοιες «Συζητήσεις» για να συντονίσουν τα μελλοντικά σχέδια κίνησή τους.

Περαιτέρω, βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης επιβεβαιώνεται ότι η μέθοδος του παράλληλου σχολιασμού είναι κατάλληλη για χρήση κατά την οδήγηση, αφού φαίνεται ότι αρκετοί από τους συμμετέχοντες οδηγούς μπορούσαν απρόσκοπτα και να οδηγούν και να σχολιάζουν τα τεκταινόμενα. Ο παρατηρητής πάντως σημείωσε κάποια περιστατικά αυξημένου κινδύνου λόγω των κυκλοφοριακών συνθηκών, κατά τη διάρκεια των οποίων ακόμη και άτομα τα οποία μιλούσαν απρόσκοπτα σταμάτησαν να μιλούν, προφανώς για να συγκεντρωθούν τελείως στην οδήγηση που εκείνη τη στιγμή απαιτούσε περισσότερη προσπάθεια από αυτούς. Επίσης, ένας οδηγός σχολίασε μετά το τέλος της διαδρομής ότι είναι λίγο επίπονος ο σχολιασμός ταυτόχρονα με την οδήγηση.

Φαινομενολογικά παρατηρήθηκε ότι οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες οδηγούς ανέφεραν συχνά ότι συνεργάζονται με τους άλλους, αποδεχόμενοι τα αιτήματά τους, είτε οδηγούσαν σχετικά γρήγορα ακολουθώντας τη ροή είτε πιο αργά από τη ροή. Λίγοι μόνο από τους συμμετέχοντες οδηγούς οδηγούσαν νευρικά και επιθετικά και δεν ήταν συνεργάσιμοι, δηλαδή δεν αποδέχονταν τις αιτήσεις των άλλων, αντίθετα επιδίωκαν να επηρεάσουν την πορεία των άλλων, ώστε να επιβάλλουν σε αυτούς τη δική τους θέληση.

Τα ευρήματα σχετικά με τις νύξεις που χρησιμοποίησαν οι οδηγοί για αναγνώριση πρόθεσης των άλλων οδήγησαν στην πρόταση ενός στρωματοποιημένου μοντέλου αναγνώρισης πρόθεσης, αφού φαίνεται η αναγνώριση πρόθεσης να γίνεται μέσω παρατήρησης του φυσικού επιπέδου, δηλαδή της γεωμετρίας της οδού και της ομαλής ροής αυτοκινήτων, και κατά κύριο λόγο μέσω παρατηρούμενων διαταραχών της ομαλής ροής, και επικοινωνιακών πράξεων, όπως χρήση φώτων διεύθυνσης, οπτικό σήμα, κινήσεις των χεριών

και του κεφαλιού των λοιπών οδηγών. Επίσης οι οδηγοί προέβλεπαν πρόθεση άλλων οδηγών με βάση δικές τους στερεότυπες αντιλήψεις.

Σημειώνεται ότι και οι 90 περίοδοι όπου λεκτικοποιήθηκε αναγνώριση πρόθεσης είχαν επίσης χαρακτηριστεί ως αναφερόμενες σε κοινωνική αλληλεπίδραση. Από αυτό συνάγεται ότι οι προβλέψεις των οδηγών γίνονταν μόνο μέσω κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, δηλαδή μόνο όταν οι οδηγοί σκέφτονταν και αναφέρονταν, έστω και έμμεσα, σε έμπυχο ον με συμπεριφορά, σκοπό και πρόθεση, δηλαδή σε λογικά σκεπτόμενο ον, και όχι όταν αναφέρονταν σε άψυχο όχημα. Για παράδειγμα οι εκφωνήσεις «Ξεκινούν τα σταματημένα αυτοκίνητα, επιταχύνω κι εγώ», «Ελάττωσα λίγο γιατί μπήκε όχημα στη λωρίδα μου» ή «Το μηχανάκι σταμάτησε» δε χαρακτηρίστηκαν ως αναφερόμενες σε αλληλεπίδραση. Αντίθετα οι εκφωνήσεις «Χαμηλώνω λίγο ταχύτητα γιατί κανείς δεν ξέρει ότι οι λωρίδες είναι τρεις, δε χρειάζεται να μπουν στη δική μου, όπως αυτός ας πούμε» ή «Βλέπω αυτόν από δεξιά, κόβω λίγο ταχύτητα γιατί θα μπει μπροστά μου σίγουρα» και «Το μηχανάκι θα χωθεί και αυτό μπροστά μου» χαρακτηρίστηκαν ως αναφερόμενες σε κοινωνική αλληλεπίδραση και ως αναγνώριση πρόθεσης.

Τα ευρήματα δείχνουν επίσης ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί αντιμετωπίζουν την οδήγηση ως κοινωνικό φαινόμενο στον ίδιο βαθμό με τους νεότερους οδηγούς. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει περαιτέρω ότι η κοινωνική ερμηνεία των κυκλοφοριακών συμβάντων εφόσον αποκτηθεί ως ικανότητα, δε χάνει σε σημαντικότητα με την ηλικία. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι αν και οι ηλικιωμένοι εκφώνησαν σημαντικά περισσότερες λέξεις και μάλλον περισσότερες περιόδους από τους νεώτερους, παρόμοια διαφορά δε βρέθηκε στον αριθμό περιόδων όπου αναφέρθηκαν σε παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς ή στην πρόβλεψη της πρόθεσης άλλων. Δηλαδή, οι ηλικιωμένοι ήταν πιο ομιλητικοί σε γενικές γραμμές, αλλά μάλλον έτειναν να είναι λιγότερο ομιλητικοί κατά τη διάρκεια περισσότερο απαιτητικών περιστάσεων, για παράδειγμα όταν βρίσκονταν σε εγγύτητα με άλλους «οχηματ-ανθρώπους» με τις οποίες έπρεπε να αλληλεπιδράσουν. Οι επικοινωνιακές δράσεις και επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις έτειναν σαφώς να είναι λιγότερες για τους ηλικιωμένους οδηγούς σε σύγκριση με τους νεότερους, αν και οι διαφορές δε βρέθηκαν πάντα να είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα σχετικά με τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις με τη συμμετοχή ηλικιωμένων, είτε ως αυτοί που ξεκινούν την αλληλεπίδραση είτε ως αυτοί που απαντούν σε μια αρχική επικοινωνιακή πράξη, υποστηρίζουν την υπόθεση ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί ίσως υιοθετούν μια στρατηγική που τους επιτρέπει να αποφεύγουν τις συχνές επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, προκειμένου να αντισταθμίσουν τις υποβαθμισμένες δυνατότητές τους. Δύο ακόμη από τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την υπόθεση αυτή. Πρώτον, οι ηλικιωμένοι οδηγοί πραγματοποίησαν λιγότερες αλλαγές λωρίδας συγκριτικά με τους νεότερους (71 έναντι 89). Δεύτερον, η διάρκεια της διαδρομής ήταν μικρότερη για τους νεότερους οδηγούς (μέση τιμή 15,8 λεπτά έναντι 17,5 λεπτά για τους ηλικιωμένους οδηγούς). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών, για παράδειγμα των Musselwhite και Haddad (2010).

Επίσης, οι ηλικιωμένοι οδηγοί λεκτικοποίησαν κατά μέσο όρο το 33,3% των επικοινωνιακών πράξεων που παρατηρήθηκε ότι αυτοί εξέπεμψαν, ενώ οι νεότεροι λεκτικοποίησαν το 51,3% των δικών τους επικοινωνιακών πράξεων που παρατηρήθηκαν. Επιπλέον, οι ηλικιωμένοι δε λεκτικοποίησαν καμία από τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις που παρατηρήθηκε ότι αυτοί ξεκίνησαν, ενώ οι νεότεροι λεκτικοποίησαν το 48,2% αυτών, και η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική. Με άλλα λόγια, τα ανωτέρω ευρήματα

καταδεικνύουν ότι όταν οι ηλικιωμένοι οδηγοί εμπλέκονται σε τέτοιες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη πρόκληση στο να σχολιάζουν για αυτές τις αλληλεπιδράσεις μεγαλόφωνα, έτσι ο ίδιος ο παράλληλος σχολιασμός τους υποβαθμίζεται. Πράγματι, σύμφωνα με τον Wickens (1999) η ταυτόχρονη συμμετοχή στην εκτέλεση καθήκοντων που βασίζονται σε παρόμοιους πόρους μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση της απόδοσης σε ένα από αυτά τα καθήκοντα που γίνονται το ίδιο χρονικό διάστημα. Στην παρούσα μελέτη οι συμμετέχοντες συμμετείχαν ταυτόχρονα σε δύο καθήκοντα, στο οδηγικό καθήκον και στο καθήκον του σχολιασμού. Σε περίπτωση εμπλοκής τους επιπλέον και σε κάποια επικοινωνιακή αλληλεπίδραση προέκυπτε και ένα τρίτο καθήκον. Αυτό ίσως εξηγεί γιατί οι ηλικιωμένοι αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία στο να λεκτικοποιήσουν τις επικοινωνιακές πράξεις και επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις από ό,τι οι νεότεροι.

Συμπερασματικά, οι ηλικιωμένοι οδηγοί προβλέπουν την εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής παρατηρώντας και ερμηνεύοντας κοινωνική συμπεριφορά «οχηματ-ανθρώπων» σε παρόμοιο επίπεδο όπως οι νεότεροι οδηγοί. Όμως τείνουν να εκπέμπουν λιγότερες επικοινωνιακές πράξεις από τους νεώτερους, ενώ η ίδια τάση ισχύει και για την εμπλοκή τους σε επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις. Μάλλον υιοθετούν μια στρατηγική οδήγησης που τους επιτρέπει να αποφεύγουν τις συχνές επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις ώστε να αντισταθμίσουν τις μειωμένες τους ικανότητες και τις αυξημένες απαιτήσεις λόγω των αλληλεπιδράσεων. Όπως παρατηρήθηκε, η στρατηγική αυτή συνίσταται σε λιγότερες αλλαγές λωρίδες και οδήγηση με χαμηλότερη ταχύτητα. Φαίνεται τέλος ότι οι ηλικιωμένοι εμπλέκονται μάλλον συχνότερα σε ανεπιτυχείς επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις, παρόλο που ο αριθμός των σχετικών παρατηρήσεων στην παρούσα μελέτη ήταν περιορισμένος και δεν μπορεί να εξαχθεί οριστικό συμπέρασμα.

8. Αξιολόγηση της ενσωμάτωσης του ΓΜΕΑΟ σε συστήματα υποστήριξης οδήγησης

Όπως παρουσιάστηκε στα προηγούμενα, πληθώρα ΣΥΑΟ ερευνώνται και αναπτύσσονται, όμως η αποδοχή τους από τους οδηγούς είναι περιορισμένη. Τα συστήματα αυτά συνήθως προβλέπουν την κίνηση των οχημάτων με βάση μοντέλα κίνησης. Παρόλο που αρκετές φορές ενσωματώνονται στα μοντέλα αυτά και παράμετροι που προσπαθούν να προσομοιάσουν την ανθρώπινη συμπεριφορά, επιλέγοντας κατάλληλα τις τιμές τους, όπως ο χρόνος αντίδρασης, η επιθυμητή επιβράδυνση, η ταχύτητα περιστροφής του τιμονιού, η απόδοσή τους δε συμφωνεί με τις ανθρώπινες προσδοκίες, αφού δεν μπορούν να αναπαραστήσουν τις λεπτές αποχρώσεις της ανθρώπινης αντίληψης και τη σημαντική μεταβλητότητα των διαπροσωπικών χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς οδήγησης μεταξύ των οδηγών. Υποστηρίχτηκε στα προηγούμενα ότι οι σκόπιμες επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών δε λαμβάνονται υπόψη στη σχεδίαση των συστημάτων αυτών, έτσι ο κίνδυνος σύγκρουσης που αυτά υπολογίζουν δε συνυπολογίζει τις προσδοκίες των οδηγών και τη σκόπιμη συνεργασία τους για δράση. Αυτός θεωρείται στην παρούσα διατριβή ότι είναι ένας λόγος γιατί τα συστήματα αυτά τυγχάνουν μικρής αποδοχής από τους οδηγούς. Υποστηρίζεται ότι η ενσωμάτωση στα ΣΥΑΟ ενός επιπέδου κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, και πιο συγκεκριμένα μιας μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών, μεταξύ συστημάτων ή μεταξύ συστημάτων και ανθρώπων, σε θα αυξήσει την αποδοχή των ΣΥΑΟ από τους οδηγούς, καθώς η λειτουργικότητά τους θα είναι περισσότερο σύμφωνη με τις ανθρώπινες προσδοκίες.

Για το σκοπό αυτό, αφού μελετήθηκαν οι υφιστάμενες δυνατότητες, αποφασίστηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής να γίνει μια αξιολόγηση των επιδράσεων στη λειτουργικότητα των συστημάτων προειδοποίησης από την ενσωμάτωση σε αυτά μιας μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών, βάσει του ΓΜΕΑΟ. Η αξιολόγηση έγινε μέσω πειράματος με χρήση δυναμικού προσομοιωτή οδήγησης. Χρησιμοποιήθηκε ο προσομοιωτής οδήγησης του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης στη Θέρμη.

Στόχος του πειράματος ήταν να διερευνηθεί κατά πόσον η ενσωμάτωση σε συστήματα υποστήριξης οδήγησης μιας μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών, η οποία θα προσομοίωνε τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών βάσει του ΓΜΕΑΟ, θα ήταν επωφελής από την άποψη της αποτελεσματικότητας της κυκλοφορίας και αν η λειτουργικότητα του συστήματος θα ήταν στην περίπτωση αυτή περισσότερο σύμφωνη με τις εκτιμήσεις των οδηγών. Πιο συγκεκριμένα, στόχος ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο μια τέτοια μονάδα (i) θα είχε επιδράσεις στην κυκλοφοριακή απόδοση, δηλαδή αν οι οδηγοί θα ξεκινούσαν τον ελιγμό τους νωρίτερα και αν θα διατηρούσαν μικρότερες αποστάσεις από τα γύρω οχήματα κατά τη διάρκεια του ελιγμού, (ii) θα μπορούσε να αυξήσει τη βεβαιότητα των οδηγών σχετικά με την εξέλιξη της κυκλοφοριακής κατάστασης και (iii) αν η απόδοση του συστήματος θα ήταν περισσότερη σύμφωνη με τις προσδοκίες και τις προβλέψεις των οδηγών.

8.1 Ο προσομοιωτής οδήγησης

Το πείραμα διεξήχθη στον προσομοιωτή οδήγησης του Ινστιτούτου Βιώσιμης Ανάπτυξης και Δικτύου Μεταφορών (Εικόνα 45), ο οποίος περιλαμβάνει καμπίνα πραγματικού οχήματος, μοντέλου Smart. Ο οδηγός οδηγεί κανονικά, σα να οδηγούσε κανονικό αυτοκίνητο. Η θέση όλων των μοχλών ελέγχου, των υαλοκαθαριστήρων, του φλας, της ανάφλεξης και του διακόπτη φώτων καταγράφεται και μεταδίδεται στον κεντρικό υπολογιστή. Όλα τα λειτουργικά χειριστήρια, δηλαδή το τιμόνι, οι ποδομοχλοί επιτάχυνσης και πέδησης, ο μοχλός ταχυτήτων και το χειρόφρενο, παρέχουν αληθοφανή αίσθηση χειρισμού. Το σύστημα

οπτικοποίησης περιλαμβάνει πέντε οθόνες πλάτους 2 m έκαστη και πέντε προβολείς βίντεο 2500 ANSI lumen. Το ηχητικό σύστημα αναπαράγει αυθεντικούς ήχους, όπως ήχος ανάφλεξης, θόρυβος κινητήρα, κόρνα, τρίξιμο ελαστικών, ήχος ανέμου, βροχής, κ.λπ. Υπάρχει επίσης σύστημα δόνησης που δημιουργεί πραγματικές δονήσεις του αυτοκινήτου ανάλογα με τις στροφές ανά λεπτό του προσομοιωμένου κινητήρα.



Εικόνα 45: Ο προσομοιωτής οδήγησης που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα

8.2 Σενάρια οδήγησης

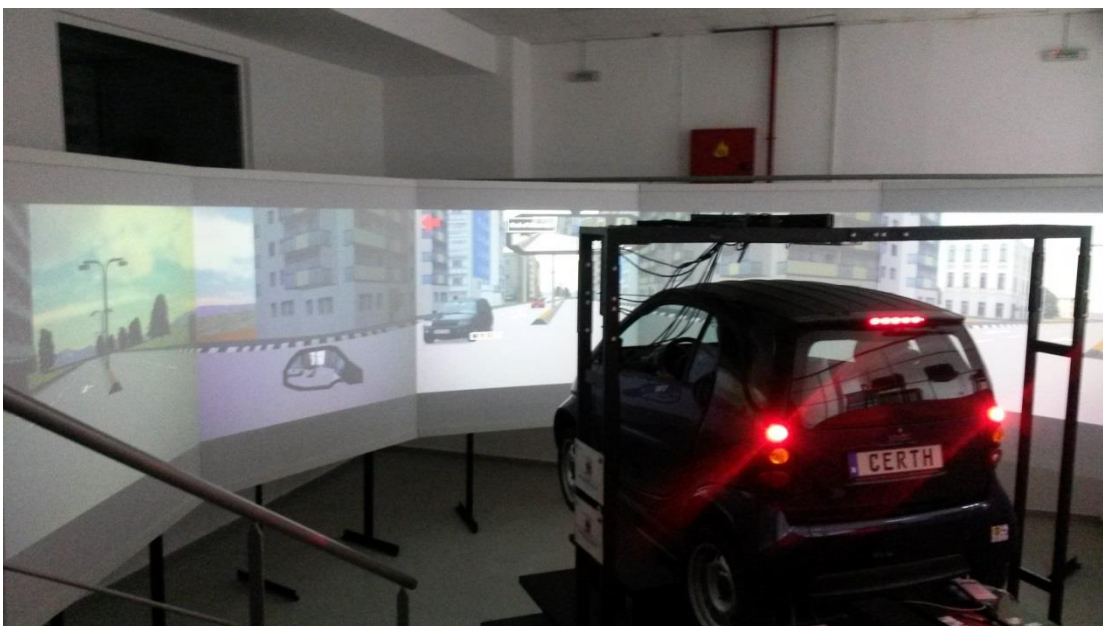
Αναπτύχθηκαν αλγοριθμικά τέσσερα διαφορετικά σενάρια, τα οποία προσομοιάζουν τη λειτουργικότητα συστημάτων προειδοποίησης (α) κατά την αλλαγή λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο με πυκνή ροή οχημάτων στη λωρίδα στόχο, (β) κατά την αριστερή στροφή σε διασταύρωση σε αστικό περιβάλλον με πυκνή ροή αντίθετα επερχομένων οχημάτων, (γ) κατά την είσοδο σε αυτοκινητόδρομο με πυκνή ροή οχημάτων στη λωρίδα εισόδου, και (δ) κατά την προσπέραση βραδύτερα κινούμενου μακρού οχήματος σε επαρχιακή οδό με πυκνή ροή αντίθετα επερχομένων οχημάτων.

Στο πρώτο σενάριο οι συμμετέχοντες έπρεπε να αλλάξουν λωρίδα σε αυτοκινητόδρομο. Στον αυτοκινητόδρομο υπήρχαν δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, βοηθητική λωρίδα και κεντρικό διάζωμα. Οι συμμετέχοντες οδηγούσαν στη δεξιά λωρίδα και στην αριστερή υπήρχε ένα πυκνό ρεύμα οχημάτων, τα οποία είχαν προγραμματιστεί να κινούνται με 50 km/h και μεταξύ τους απόσταση 15 m, δηλαδή με χρονικό κενό 1.08 s. Με τον τρόπο αυτό η αλλαγή λωρίδας από το συμμετέχοντα οδηγό ήταν πρακτικά αδύνατη χωρίς σύγκρουση. Στο συμμετέχοντα δίδονταν η οδηγία να αλλάξει λωρίδα όταν θα το έκρινε ασφαλές. Τυχαία κάποια από τα οχήματα αυτά έκαναν οπτικό σήμα, χωρίς να αλλάξει η ταχύτητά τους. Ο λόγος ήταν ώστε να δημιουργηθεί αβεβαιότητα στο συμμετέχοντα ως προς την πρόθεση του «οδηγού» των οχημάτων αυτών και να προσομοιωθούν όσο το δυνατόν πραγματικές συνθήκες. Αφού ο συμμετέχων είχε οδηγήσει 300 m, τυχαία κάποιο από τα οχήματα στην αριστερή λωρίδα έκανε οπτικό σήμα και άρχιζε να επιβραδύνει με επιβράδυνση περίπου 4 m/s^2 .



Εικόνα 46: Άποψη από το σενάριο αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο

Στο δεύτερο σενάριο οι συμμετέχοντες έπρεπε να στρίψουν αριστερά σε μια αστική διασταύρωση. Σε κάθε κατεύθυνση υπήρχαν 2 λωρίδες κυκλοφορίας και κεντρικό διάζωμα. Στην αντίθετη κατεύθυνση υπήρχε ένα πυκνό ρεύμα οχημάτων, τα οποία είχαν προγραμματιστεί να κινούνται με 50 km/h και μεταξύ τους απόσταση 30 m, δηλαδή με χρονικό κενό 2.16 s. Με τον τρόπο αυτό η αριστερή στροφή ήταν πρακτικά αδύνατη χωρίς σύγκρουση. Στο συμμετέχοντα δίδονταν η οδηγία να προσεγγίσει τη διασταύρωση, να περιμένει και να στρίψει αριστερά όταν θα το έκρινε ασφαλές. Τυχαία κάποια από τα οχήματα αυτά έκαναν οπτικό σήμα, χωρίς να αλλάζει η ταχύτητά τους. Ο λόγος και πάλι ήταν για να δημιουργηθεί αβεβαιότητα ως προς την πρόθεση του «οδηγού» τους. Μετά από 25 s αναμονής, τυχαία κάποιο από τα επερχόμενα οχήματα έκανε οπτικό σήμα και άρχισε να επιβραδύνει με επιβράδυνση περίπου 4 m/s^2 .



Εικόνα 47: Άποψη από το σενάριο αριστερής στροφής σε πόλη

Το σενάριο εισόδου σε αυτοκινητόδρομο ήταν παρόμοιο με το πρώτο. Ο συμμετέχων ξεκινούσε να οδηγεί από μια λωρίδα εισόδου στον αυτοκινητόδρομο και κατέληγε στη λωρίδα εισόδου. Στη δεξιά λωρίδα του αυτοκινητοδρόμου υπήρχε και πάλι ένα πυκνό ρεύμα οχημάτων, τα οποία είχαν προγραμματιστεί να κινούνται με 65 km/h και μεταξύ τους απόσταση 15 m, δηλαδή με χρονικό κενό 0.83 s. Στο συμμετέχοντα δίδονταν η οδηγία να αλλάξει λωρίδα όταν θα το έκρινε ασφαλές. Τυχαία κάποια από τα οχήματα αυτά έκαναν οπτικό σήμα, χωρίς να αλλάζει η ταχύτητά τους. Αφού ο συμμετέχων είχε οδηγήσει 60 m στη λωρίδα εισόδου, τυχαία κάποιο από τα οχήματα στη δεξιά λωρίδα έκανε οπτικό σήμα και άρχιζε να επιβραδύνει με επιβράδυνση περίπου 4 m/s².



Εικόνα 48: Άποψη από το σενάριο εισόδου σε αυτοκινητόδρομο

Στο σενάριο προσπέρασης σε επαρχιακή οδό οι συμμετέχοντες έπρεπε να προσπεράσουν ένα βραδύτερα κινούμενο μακρύ όχημα. Η οδός είχε μία λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και κεντρική διαγράμμιση. Λόγω του μεγέθους του προπορευομένου οχήματος η ορατότητα ήταν περιορισμένη. Το όχημα αυτό είχε προγραμματιστεί να κινείται με 5 km/h. Στην αντίθετη λωρίδα υπήρχε ένα ρεύμα οχημάτων, τα οποία είχαν προγραμματιστεί να κινούνται με 40 km/h και μεταξύ τους απόσταση 80 m. Δεδομένου του μεγέθους και της ταχύτητας του προπορευομένου οχήματος η προσπέραση ήταν πρακτικά αδύνατη χωρίς σύγκρουση. Στο συμμετέχοντα δίδονταν η οδηγία να προσπεράσει όταν θα το έκρινε ασφαλές. Τυχαία κάποια από τα επερχόμενα οχήματα έκαναν οπτικό σήμα, χωρίς να αλλάζει η ταχύτητά τους, ώστε να δημιουργηθεί αβεβαιότητα ως προς την πρόθεση του «οδηγού» τους. Αφού ο συμμετέχων είχε οδηγήσει 30 s σε μικρή απόσταση πίσω από το βραδύτερο όχημα, τυχαία κάποιο από τα επερχόμενα οχήματα έκανε οπτικό σήμα και άρχιζε να επιβραδύνει με επιβράδυνση περίπου 4 m/s².



Εικόνα 49: Άποψη από το σενάριο προσπέρασης σε επαρχιακή οδό

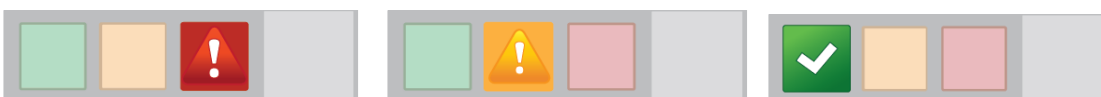
Όλα τα σενάρια τελείωναν χειροκίνητα, είτε όταν ο συμμετέχων είχε επιτυχώς ολοκληρώσει τον ελιγμό είτε αν συνέβαινε ατύχημα.

8.3 Συστήματα που προσομοιώθηκαν και σχεδίαση

Προσομοιώθηκαν τέσσερα συστήματα υποστήριξης οδήγησης, ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης σε περίπτωση αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο, ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης με το επερχόμενο όχημα σε περίπτωση αριστερής στροφής σε αστική οδό, ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης σε περίπτωση εισόδου σε αυτοκινητόδρομο, και ένα σύστημα προειδοποίησης για κίνδυνο σύγκρουσης κατά την προσπέραση.

Για κάθε σύστημα προσομοιώθηκαν δύο συνθήκες. Στην πρώτη συνθήκη «Σύστημα χρόνου», χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο ενεργοποίησης της προειδοποίησης ο χρόνος σύγκρουσης με το εμπλεκόμενο όχημα (TTC). Δίδονταν προειδοποιήσεις δύο επιπέδων, μεγάλου κινδύνου όταν ο χρόνος TTC ήταν μικρότερος από 1,5 s στα σενάρια (α) και (γ), μικρότερος από 3 s στο σενάριο (β) και μικρότερος από 15 s στο σενάριο (δ), και μέτριου κινδύνου όταν ο χρόνος TTC ήταν μεταξύ 1,5 και 5 s στα σενάρια (α) και (γ), μεταξύ 3 και 6 s στο σενάριο (β) και μεταξύ 15 και 40 s στο σενάριο (δ). Τα κατώφλια αυτά επιλέχθηκαν σύμφωνα με τον Campbell *et al* (2007), θεωρώντας μέσο χρόνο αντίδρασης των οδηγών 0.8 s και λαμβάνοντας υπ' όψιν το χρόνο που απαιτούνταν για την υλοποίηση του ελιγμού, ο οποίος μετρήθηκε μέσω διαδοχικών δοκιμών στον προσομοιωτή.

Οι προειδοποιήσεις δίδονταν με τα σύμβολα στην Εικόνα 50, είτε στην κεντρική οθόνη για τα σενάρια (β) και (δ) είτε κοντά στον αριστερό καθρέπτη για τα σενάρια (α) και (γ).



Εικόνα 50: Οπτικά προειδοποιητικά σήματα για τη συνθήκη «Σύστημα χρόνου», για υψηλό κίνδυνο (αριστερό σήμα), μέσο κίνδυνο (κεντρικό σήμα) και για αμελητέο κίνδυνο (δεξί σήμα)

Στη δεύτερη συνθήκη, «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης», προσομοιώθηκε επιπλέον η μονάδα διαπραγματεύσεως ελιγμών βάσει του ΓΜΕΑΟ, η οποία λειτουργούσε παράλληλα με το κάθε σύστημα προειδοποίησης βάσει του χρόνου σύγκρουσης. Είχε ζητηθεί στους οδηγούς να ενεργοποιούν το φλας με την έναρξη κάθε σεναρίου. Η ενεργοποίηση του αριστερού φλας από τον οδηγό υποτίθεται ότι σηματοδοτούσε τη δήλωση της πρόθεσης αυτού να εκτελέσει τον ελιγμό, την «αίτησή» του, άρα την έναρξη ενός κύκλου του ΓΜΕΑΟ. Αυτό υποτίθεται ότι μεταδιδόταν στα εμπλεκόμενα οχήματα και οι «οδηγοί» τους ειδοποιούνταν. Τυχαία κάποια από τα εμπλεκόμενα οχήματα έκαναν οπτικό σήμα χωρίς όμως να επιβραδύνουν, αυτό γίνονταν για να προσομοιωθεί η αβεβαιότητα ως προς την πρόθεση των «οδηγών» τους, η οποία σύμφωνα με την προηγούμενη ανάλυση αποτελεί συνθήκη κατά την οποία εμφανίζεται η ανάγκη για αλληλεπίδραση των οδηγών. Επίσης με τυχαιότητα επιλέγονταν κάποιο από τα οχήματα αυτά να επιβραδύνει, με μέτρια επιβράδυνση, προσομοιώνοντας με τον τρόπο αυτό την «αποδοχή» του «οδηγού» του στο «αίτημα» του οδηγού του προσομοιωτή, άρα τη θετική «απόκρισή» του στο αρχικό «αίτημα» ελιγμού σύμφωνα με το ΓΜΕΑΟ. Η μονάδα αυτή είναι στην πραγματικότητα ένα σύστημα συμβολικής επικοινωνίας που επιτρέπει σε έναν οδηγό να επικοινωνεί την πρόθεσή του, ακόμη και πριν υλοποιήσει μια φυσική δράση. Στους συμμετέχοντες εξηγούνταν ότι οι άλλοι «οδηγοί» θα μπορούσαν να δηλώσουν την πρόθεσή τους να διευκολύνει τον ελιγμό μέσω μιας ηλεκτρονικής συσκευής στο δικό τους όχημα, και στην περίπτωση αυτή το σύστημα θα τους πληροφορούσε εμφανίζοντας επιπρόσθετα ένα κατάλληλο σύμβολο (Εικόνα 51). Στις δοκιμές, το σύμβολο αυτό εμφανιζόταν τη στιγμή ακριβώς που το άλλο όχημα άρχιζε να επιβραδύνει.



Εικόνα 51: Οπτικό σήμα «αποδοχής» «αιτήματος» ελιγμού για τη συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»

Κάθε συμμετέχων οδηγούσε τα σενάρια με την ίδια σειρά, (α), (β), (γ), (δ). Οι μισοί συμμετέχοντες οδήγησαν πρώτα τα σενάρια στη συνθήκη «Σύστημα χρόνου» και στη συνέχεια τα σενάρια συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» και οι άλλοι μισοί αντίστροφα, ώστε να εξουδετερωθούν τυχόν επιδράσεις στα αποτελέσματα λόγω της εξοικείωσης των οδηγών με το σύστημα.

8.4 Συμμετέχοντες οδηγοί

Επειδή τα σενάρια που αναπτύχθηκαν προσομοίωναν κρίσιμες συνθήκες οδήγησης, στόχος ήταν να συμμετάσχουν έμπειροι οδηγοί με εμπειρία στην οδήγηση του συγκεκριμένου προσομοιωτή οδήγησης αλλά και με εμπειρία στη χρήση συστημάτων υποστήριξης οδηγού. Με τον τρόπο αυτό οι συμμετέχοντες δε θα χρειάζονταν μεγάλο χρόνο εκπαίδευσης για τη χρήση του προσομοιωτή αλλά και για την εκμάθηση των συστημάτων υποστήριξης.

20 άτομα συμμετείχαν στη μελέτη, 13 άντρες και 7 γυναίκες. Ο μέσος όρος ηλικίας ήταν 41,6 έτη με τυπική απόκλιση 13,6 έτη. Οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι κατέχουν άδεια οδήγησης κατά μέσο όρο για 18,8 έτη, με τυπική απόκλιση 13,4 έτη. 5 άτομα δήλωσαν ότι οδηγούν λιγότερο από 10.000 χιλιόμετρα ετησίως, 11 ότι οδηγούν 10.001-20.000 χιλιόμετρα ετησίως, 2 άτομα ότι οδηγούν 20.001-30.000 χιλιόμετρα ετησίως και 2 άτομα ότι οδηγούν

30.001-50.000 χιλιόμετρα ετησίως. 4 άτομα δήλωσαν ότι είναι «πολύ έμπειροι» οδηγοί, 8 ότι είναι «έμπειροι οδηγοί» και οι υπόλοιποι 8 δήλωσαν ότι δε θεωρούν τον εαυτό τους «ούτε έμπειρο ούτε άπειρο». Σχετικά με τη συμπεριφορά οδήγησης, 3 οδηγοί χαρακτήρισαν τον εαυτό τους ως «συντηρητικό» οδηγό, 10 ως «ισορροπημένο», 5 ως «δυναμικό» και 2 ως «πολύ δυναμικό» οδηγό. Μόνο 2 από τους συμμετέχοντες δήλωσαν ότι είχαν εμπλακεί σε τροχαίο ατύχημα τα τελευταία 3 έτη, όπου όμως δεν είχαν ευθύνη. 15 άτομα δήλωσαν ότι έχουν «εμπειρία οδήγησης του προσομοιωτή» και 5 άτομα δήλωσαν ότι έχουν «σημαντική εμπειρία οδήγησης του προσομοιωτή». Πολλά άτομα επίσης δήλωσαν ότι έχουν εμπειρία και σε συστήματα υποστήριξης, όπως φαίνεται στον Πίνακα 19.

	Δεν έχω ποτέ ακούσει για αυτό	Γνωρίζω τι είναι αλλά δεν το έχω χρησιμοποιήσει	Έχω κάποια εμπειρία χρήσης	Έχω σημαντική εμπειρία χρήσης
Προσομοιωτής οδήγησης			15	5
Σύστημα πλοήγησης	1	2	13	4
Σύστημα έξυπνης διατήρησης ταχύτητας	4	10	4	2
Σύστημα προειδοποίησης εμπρόσθιας σύγκρουσης	2	13	3	2
Σύστημα προειδοποίησης σύγκρουσης κατά την αλλαγή λωρίδας	4	12	2	2

Πίνακας 19: Εμπειρία συμμετεχόντων στην οδήγηση του προσομοιωτή και σε συστήματα υποστήριξης (αριθμός ατόμων ανά απάντηση)

8.5 Διαδικασία

Οι οδηγοί πρώτα συμπλήρωναν ένα αρχικό ερωτηματολόγιο. Στη συνέχεια τους παρουσιάζονταν ένα φύλλο με τα εικονίδια προειδοποίησης και τους εξηγούνταν πώς λειτουργούν τα δύο συστήματα. Κατόπιν, οδηγούσαν όλα τα σενάρια στη μία συνθήκη και μετά συμπλήρωναν το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του αντίστοιχου συστήματος. Μετά οδηγούσαν όλα τα σενάρια στη δεύτερη συνθήκη και συμπλήρωναν το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του δεύτερου συστήματος. Τέλος, συμπλήρωναν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο για τη σύγκριση των δύο συστημάτων. Όλα τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν παρατίθενται στο Παράρτημα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι καθένα από τα σενάρια στην πρώτη συνθήκη που οδηγούσαν, τα οδηγούσαν πάνω από 1 φορά, έως ότου δηλώσουν εξοικειωμένοι με το σύστημα. Σε περίπτωση ατυχήματος, οι οδηγοί οδηγούσαν το συγκεκριμένο σενάριο και δεύτερη φορά, αλλά όχι και τρίτη σε περίπτωση νέου ατυχήματος.

8.6 Δεδομένα

Ο προσομοιωτής δημιουργεί αρχείο όπου καταγράφει με συχνότητα 30 Hz όλες τις δυναμικές παραμέτρους οδήγησης καθώς και τη θέση και ταχύτητα όλων των οχημάτων. Από τα αρχεία αυτά υπολογίστηκαν διάφορες παράμετροι για κάθε σενάριο, όπως παρουσιάζονται ακόλουθα.

Σενάριο αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο

- t_{start} : Χρονικό διάστημα (s) μεταξύ της έναρξης επιβράδυνσης του οχήματος στην αριστερή λωρίδα και της έναρξης του ελιγμού αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα οδηγό.
- $Headway_{rear}$: Χρονική απόσταση (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια την ταχύτητα του επιβραδύνοντος οχήματος.
- TTC_{rear} : Χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.
- $Headway_{front}$: Χρονική απόσταση (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του προπορευομένου οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια την ταχύτητα του ιδίου οχήματος.
- TTC_{front} : Χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του προπορευομένου οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.
- $Min_Headway_{rear}$: Ελάχιστη χρονική απόσταση (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος οχήματος στην αριστερή λωρίδα καθ' όλη τη διάρκεια της αλλαγής λωρίδας. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια την ταχύτητα του επιβραδύνοντος οχήματος.

Σενάριο αριστερής στροφής σε αστικό περιβάλλον

- t_{start} : Χρονικό διάστημα (s) μεταξύ της έναρξης επιβράδυνσης του επερχόμενου οχήματος και της έναρξης του ελιγμού αριστερής στροφής από το συμμετέχοντα οδηγό.
- $Distance_{oncoming}$: Απόσταση (m) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος επερχομένου οχήματος τη χρονική στιγμή έναρξης της στροφής από το συμμετέχοντα.
- $TTC_{oncoming}$: Χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος επερχομένου οχήματος τη χρονική στιγμή έναρξης της στροφής από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.
- $Min_TTC_{oncoming}$: Ελάχιστος χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος επερχομένου οχήματος καθ' όλη τη διάρκεια της στροφής. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.

Σενάριο εισόδου σε αυτοκινητόδρομο

- t_{start} : Χρονικό διάστημα (s) μεταξύ της έναρξης επιβράδυνσης του οχήματος στην αριστερή λωρίδα και της έναρξης του ελιγμού αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα οδηγό.
- $Headway_{rear}$: Χρονική απόσταση (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια την ταχύτητα του επιβραδύνοντος οχήματος.

- TTC_{rear} : Χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.
- $Headway_{front}$: Χρονική απόσταση (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του προπορευομένου οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια την ταχύτητα του ιδίου οχήματος.
- TTC_{front} : Χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του προπορευομένου οχήματος στην αριστερή λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης της αλλαγής λωρίδας από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.
- $Min_Headway_{rear}$: Ελάχιστη χρονική απόσταση (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος οχήματος στην αριστερή λωρίδα καθ' όλη τη διάρκεια της αλλαγής λωρίδας. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια την ταχύτητα του επιβραδύνοντος οχήματος.

Σενάριο προσπέρασης σε επαρχιακή οδό

- t_{start} : Χρονικό διάστημα (s) μεταξύ της έναρξης επιβράδυνσης του επερχόμενου οχήματος και της έναρξης του ελιγμού προσπέρασης από το συμμετέχοντα οδηγό.
- $Distance_{oncoming}$: Απόσταση (m) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος επερχομένου οχήματος τη χρονική στιγμή έναρξης της προσπέρασης από το συμμετέχοντα.
- $TTC_{oncoming}$: Χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος επερχομένου οχήματος τη χρονική στιγμή έναρξης της προσπέρασης από το συμμετέχοντα. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.
- $Min_TTC_{oncoming}$: Ελάχιστος χρόνος σύγκρουσης (s) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του επιβραδύνοντος επερχομένου οχήματος καθ' όλη τη διάρκεια της προσπέρασης. Η χρονική αυτή απόσταση υπολογίζεται ως η απόσταση των δύο οχημάτων δια τη διαφορά ταχύτητάς τους.
- $Distance_{lead}$: Απόσταση (m) μεταξύ του ιδίου οχήματος και του προπορευομένου βραδύτερου οχήματος τη χρονική στιγμή έναρξης της προσπέρασης από το συμμετέχοντα.

Το στατιστικό τεστ Mann-Whitney χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη σημαντικών διαφορών σε σχέση με τις ανωτέρω παραμέτρους μεταξύ των δύο συνθηκών. Οι υποκειμενικές αξιολογήσεις των οδηγών στις ερωτήσεις αξιολόγησης κωδικοποιήθηκαν σε μια κλίμακα Likert 5 βαθμίδων, από -2 (η πιο αρνητική αξιολόγηση) έως +2 (η πιο θετική αξιολόγηση). Οι διαφορές μεταξύ των συνθηκών στις αξιολογήσεις αυτές μελετήθηκαν χρησιμοποιώντας το τεστ Wilcoxon signed-ranks.

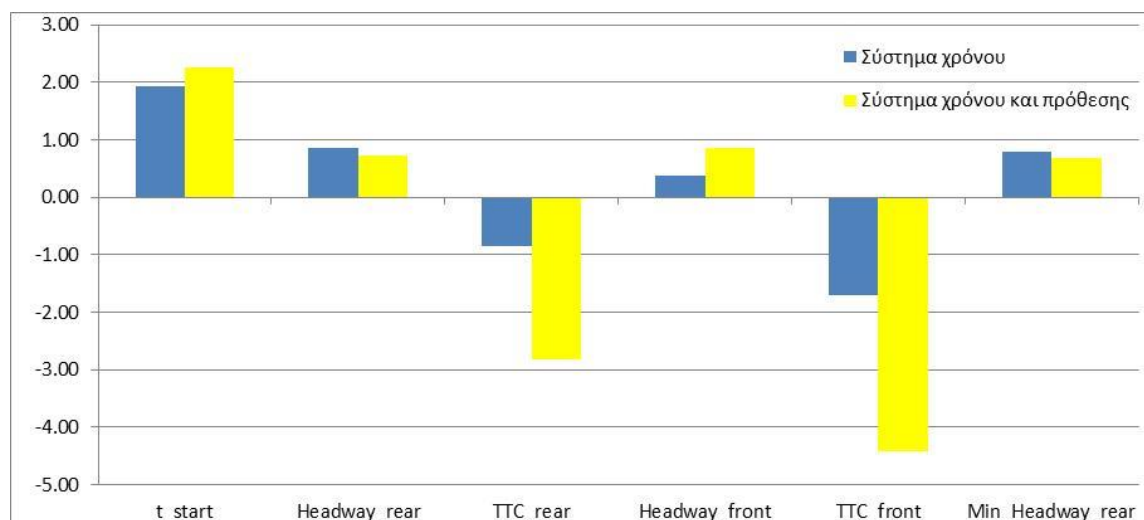
8.7 Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο

Η χρονική απόσταση headway με το ακολουθόν όχημα στη λωρίδα στόχο τη στιγμή έναρξης του ελιγμού και η ελάχιστη χρονική απόσταση με το όχημα αυτό καθ' όλη τη διάρκεια

του ελιγμού ήταν μικρότερη για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης», ενώ ο χρόνος έναρξης του ελιγμού ήταν μεγαλύτερος. Όμως οι διαφορές αυτές δεν ήταν σημαντικές.

	t_{start} (s)	Headway _{rear} (s)	TTC _{rear} (s)	Headway _{front} (s)	TTC _{front} (s)	Min_Headway _{rear} (s)
«Σύστημα χρόνου»						
N	18	18	18	17	17	18
Μέση τιμή	1.93	0.85	-0.84	0.38	-1.70	0.79
Τυπ. Απόκλιση	1.41	0.39	4.75	0.42	2.19	0.39
Min	0.10	0.11	-5.14	-0.02	-6.85	0.11
Max	4.57	1.48	10.25	1.56	3.12	1.44
«Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»						
N	19	20	20	20	20	20
Μέση τιμή	2.27	0.73	-2.81	0.86	-4.43	0.68
Τυπ. Απόκλιση	1.55	0.42	3.36	1.24	7.84	0.39
Min	0.17	0.11	-12.97	0.00	-36.24	0.10
Max	6.57	1.89	3.24	4.44	0.00	1.88
Διαφορά	-	-	-	-	-	-

Πίνακας 20: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο



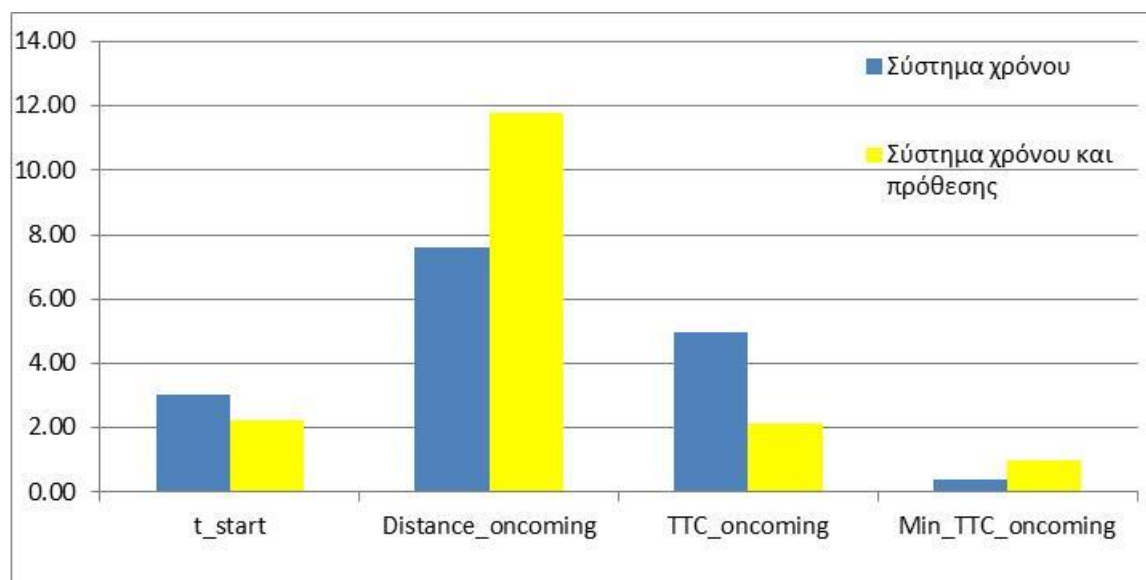
Εικόνα 52: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο αλλαγής λωρίδας σε αυτοκινητόδρομο

8.8 Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο αριστερής στροφής σε αστικό περιβάλλον

Ο χρόνος έναρξης του ελιγμού και ο χρόνος σύγκρουσης (TTC) με το επερχόμενο όχημα τη χρονική στιγμή έναρξης του ελιγμού ήταν μικρότεροι στη συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης». Αντίθετα, η απόσταση με το επερχόμενο όχημα τη χρονική στιγμή έναρξης του ελιγμού και ο ελάχιστος χρόνος TTC με το επερχόμενο όχημα κατά τη διάρκεια του ελιγμού ήταν μεγαλύτεροι για τη συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης». Οι διαφορές όμως δεν ήταν σημαντικές.

	t_{start} (s)	Distance _{oncoming} (m)	TTC _{oncoming} (s)	Min_TTC _{oncoming} (s)
«Σύστημα χρόνου»				
N	9	8	8	8
Μέση τιμή	3.03	7.62	4.98	0.38
Τυπ. Απόκλιση	1.83	7.48	6.36	1.18
Min	0.63	0.20	0.09	-0.32
Max	7.07	20.31	16.36	3.27
«Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»				
N	11	10	10	9
Μέση τιμή	2.25	11.81	2.15	0.98
Τυπ. Απόκλιση	1.06	8.83	2.56	1.64
Min	0.60	1.77	0.27	-0.63
Max	4.13	24.10	8.09	3.62
Διαφορά	-	-	-	-

Πίνακας 21: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο αριστερής στροφής σε αστική οδό



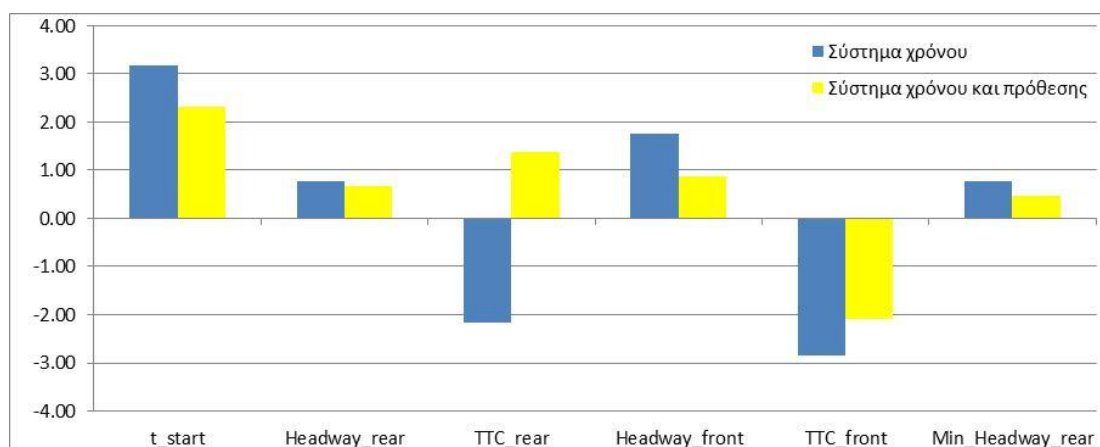
Εικόνα 53: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο αριστερής στροφής σε αστική οδό

8.9 Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο εισόδου σε αυτοκινητόδρομο

Ο χρόνος έναρξης του ελιγμού και η χρονική απόσταση headway με το προπορευόμενο όχημα στη δεξιά λωρίδα τη χρονική στιγμή έναρξης του ελιγμού καθώς και η ελάχιστη χρονική απόσταση headway με το ακολουθόν όχημα στη δεξιά λωρίδα κατά τη διάρκεια του ελιγμού ήταν μικρότερα στη συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» και οι διαφορές ήταν σημαντικές. Η χρονική απόσταση headway με το ακολουθόν όχημα στη δεξιά λωρίδα ήταν επίσης μικρότερη για τη συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» όμως αυτή η διαφορά δεν ήταν σημαντική.

	t_{start} (s)	Headway _{rear} (s)	TTC _{rear} (s)	Headway _{front} (s)	TTC _{front} (s)	Min_Headway _{rear} (s)
«Σύστημα χρόνου»						
N	15	15	15	15	15	15
Μέση τιμή	3.18	0.77	-2.17	1.75	-2.84	0.76
Τυπ. Απόκλιση	1.38	0.39	2.42	1.48	1.85	0.40
Min	1.53	0.14	-10.16	0.04	-7.06	0.06
Max	5.44	1.63	0.34	4.10	-0.48	1.63
«Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»						
N	16	16	16	16	16	16
Μέση τιμή	2.32	0.67	1.38	0.86	-2.08	0.46
Τυπ. Απόκλιση	1.41	0.37	7.39	1.02	2.99	0.46
Min	0.33	0.14	-5.39	-0.02	-12.09	-0.30
Max	5.64	1.84	20.87	3.61	0.02	1.84
Διαφορά	p < 0.05	-	-	p = 0.05	-	p < 0.05

Πίνακας 22: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο εισόδου σε αυτοκινητόδρομο



Εικόνα 54: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο εισόδου σε αυτοκινητόδρομο

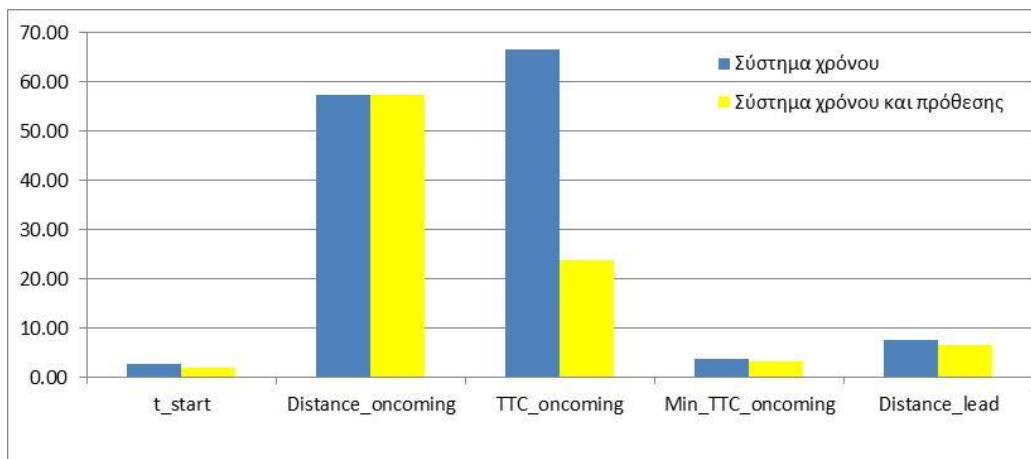
8.10 Οδηγική συμπεριφορά: Σενάριο προσπέρασης σε επαρχιακή οδό

Ο χρόνος έναρξης του ελιγμού και ο ελάχιστος χρόνος σύγκρουσης με το επερχόμενο όχημα κατά τη διάρκεια του ελιγμού ήταν μικρότεροι στη συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης», αλλά οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Ο χρόνος σύγκρουσης με το επερχόμενο όχημα κατά την έναρξη του ελιγμού ήταν επίσης μικρότερος στη συνθήκη «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» και η διαφορά αυτή ήταν σημαντική.

	t_{start} (s)	Distance _{oncoming} (m)	TTC _{oncoming} (s)	Min_ TTC _{oncoming} (s)	Distance _{lead} (m)
«Σύστημα χρόνου»					
N	19	19	19	19	19
Μέση τιμή	2.61	57.21	66.55	3.79	7.54
Τυπ. Απόκλιση	1.28	4.36	94.52	5.15	4.76
Min	0.53	49.41	6.90	0.43	1.52

	t_{start} (s)	Distance _{oncoming} (m)	TTC _{oncoming} (s)	Min_ TTC _{oncoming} (s)	Distance _{lead} (m)
Max	5.23	66.99	271.04	24.32	16.04
«Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»					
N	19	19	19	17	19
Μέση τιμή	2.00	57.42	23.72	3.24	6.57
Τυπ. Απόκλιση	0.90	3.25	54.39	2.47	4.74
Min	0.87	52.16	6.22	1.29	0.30
Max	4.17	62.61	247.17	11.55	18.22
Διαφορά	-	-	p < 0.05	-	-

Πίνακας 23: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο προσπέρασης σε επαρχιακή οδό



Εικόνα 55: Συμπεριφορά οδήγησης – σενάριο προσπέρασης σε επαρχιακή οδό

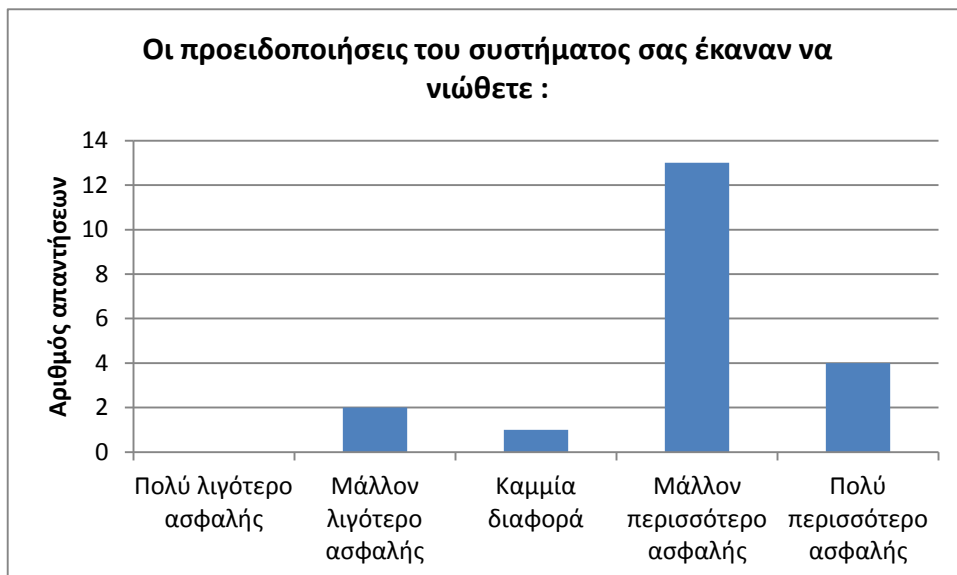
8.11 Υποκειμενική αξιολόγηση για το «Σύστημα χρόνου»

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων θεώρησε ότι το «Σύστημα χρόνου» τους έκανε να οδηγούν πιο ασφαλώς, 3 απάντησαν ότι οδηγούσαν «πολύ περισσότερο ασφαλώς» και 10 ότι οδηγούσαν «μάλλον περισσότερο ασφαλώς». Μόνο 4 από τους 20 απάντησαν ότι οδηγούσαν «μάλλον λιγότερο ασφαλώς».



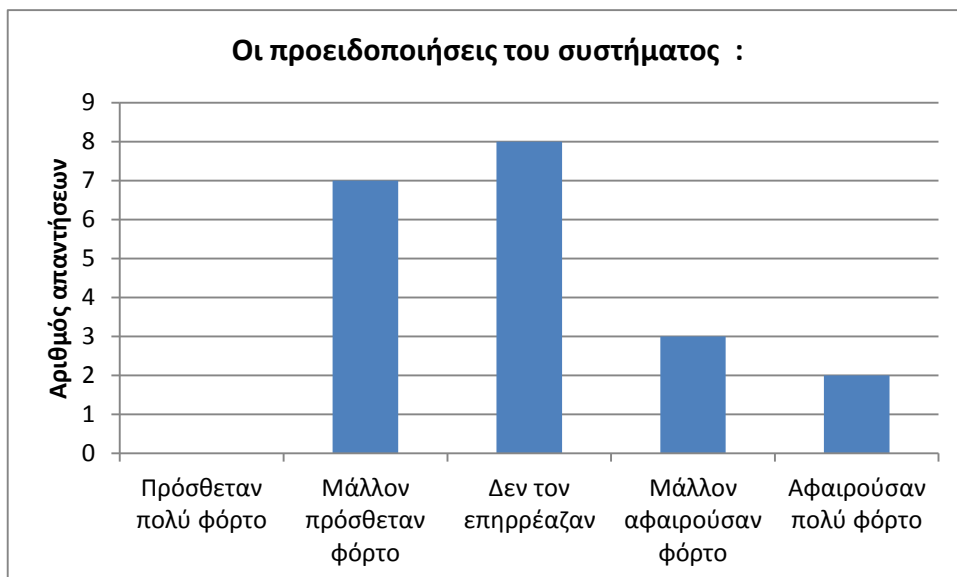
Εικόνα 56: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου» στην ασφαλή οδήγηση

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι οι προειδοποιήσεις του συστήματος τους έκανε να νιώθουν πιο ασφαλείς, 4 δήλωσαν ότι ένιωθαν «πολύ περισσότερο ασφαλείς» και 13 ότι ένιωθαν «μάλλον περισσότερο ασφαλείς». Μόνο 2 από τους 20 δήλωσαν ότι ένιωθαν «μάλλον λιγότερο ασφαλείς».



Εικόνα 57: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου» στο αίσθημα ασφάλειας

Σχετικά με την επίδραση των προειδοποιήσεων στο φόρτο, οι απαντήσεις είναι αντιφατικές, αφού 7 άτομα δήλωσαν ότι «μάλλον πρόσθεταν φόρτο», 8 δήλωσαν ότι δεν υπήρχε διαφορά, 3 δήλωσαν ότι «μάλλον αφαιρούσαν φόρτο» και μόνο 2 δήλωσαν ότι «αφαιρούσαν πολύ φόρτο»



Εικόνα 58: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου» στο αίσθημα φόρτου

Οι προειδοποιήσεις του συστήματος μάλλον δεν αποσπούσαν την προσοχή, αφού 7 άτομα δήλωσαν ότι «σίγουρα δεν την αποσπούσαν», 5 ότι «μάλλον δεν την αποσπούσαν», 5 άτομα δε βρήκαν κάποια διαφορά και μόνο 3 άτομα δήλωσαν ότι «μάλλον την αποσπούσαν».



Εικόνα 59: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου» στην προσοχή

Η χρησιμότητα του συστήματος φαίνεται ικανοποιητική, αφού τα περισσότερα άτομα δήλωσαν ότι η εκμάθηση του συστήματος ήταν εύκολη, τα εικονίδια ευανάγνωστα και ευκολονόητα και ότι μπορούσαν εύκολα να καταλάβουν την προειδοποίηση. Μόνο 2 άτομα δήλωσαν ότι «μάλλον» τα εικονίδια δεν ήταν ευανάγνωστα.

	Διαφωνώ απόλυτα	Μάλλον διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Μάλλον συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Η εκμάθηση του συστήματος ήταν εύκολη	0	0	0	7	13
Τα εικονίδια στην οθόνη ήταν ευανάγνωστα (αρκετά μεγάλα, καλή αντίθεση)	0	2	0	8	10
Το νόημα των εικονιδίων ήταν εύκολα κατανοητό	0	0	0	8	12
Μπορούσα εύκολα να καταλάβω την προειδοποίηση που λάμβανα	0	0	2	5	12

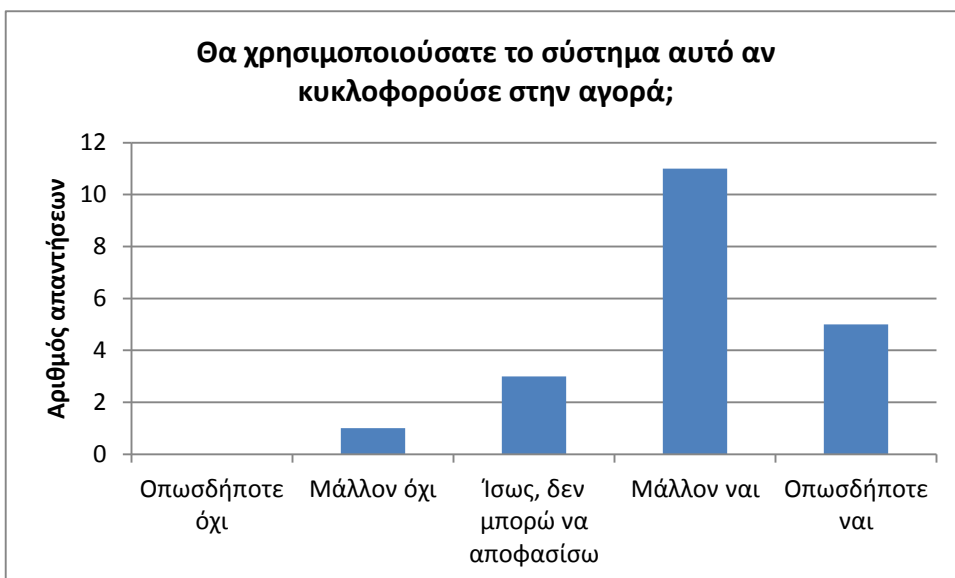
Πίνακας 24: Αξιολογήσεις της ευκολίας εκμάθησης και χρησιμότητας της διεπαφής του «Συστήματος χρόνου»

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, 12 άτομα, αποκόμισαν «θετική» εντύπωση από το «Σύστημα χρόνου», 5 άτομα «πολύ θετική» εντύπωση και μόλις 3 άτομα δήλωσαν ότι αποκόμισαν «ουδέτερη» εντύπωση.



Εικόνα 60: Υποκειμενικές εντυπώσεις από το «Σύστημα χρόνου»

Η πλειοψηφία των οδηγών δήλωσαν ότι θα χρησιμοποιούσαν το σύστημα, 5 θα το χρησιμοποιούσαν «οπωσδήποτε» και 11 «μάλλον θα το χρησιμοποιούσαν». 3 άτομα δήλωσαν ότι δεν μπορούν να αποφασίσουν και μόνο 1 άτομο δήλωσε ότι «μάλλον δε θα το χρησιμοποιούσε».



Εικόνα 61: Πρόθεση χρήσης του «Συστήματος χρόνου»

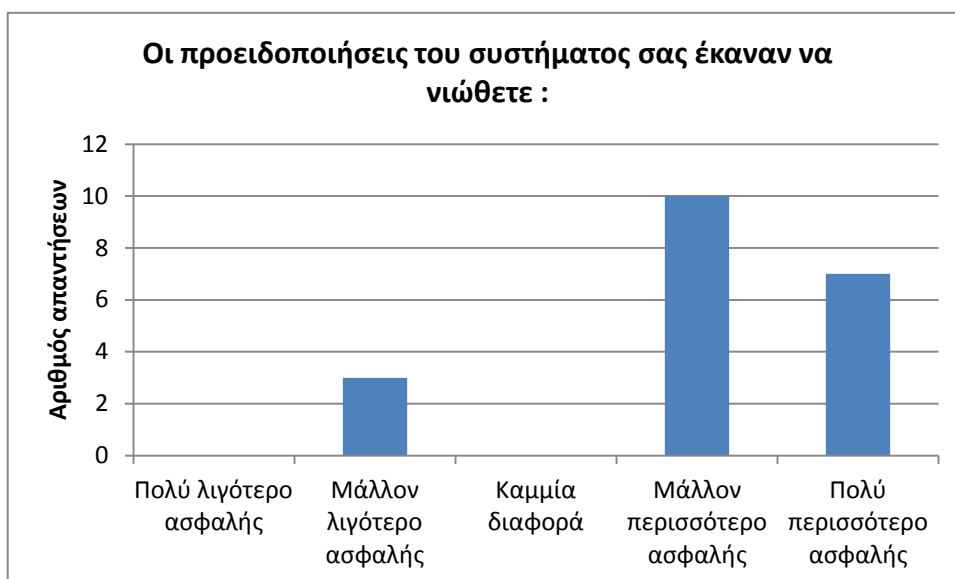
8.12 Υποκειμενική αξιολόγηση για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δήλωσε ότι το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» τους έκανε να οδηγούν πιο ασφαλώς, 6 δήλωσαν «πολύ περισσότερο ασφαλώς» και 9 «μάλλον περισσότερο ασφαλώς». 1 άτομο δε βρήκε διαφορά στον τρόπο οδήγησής του. 3 άτομα δήλωσαν ότι το σύστημα τους έκανε να οδηγούν «μάλλον λιγότερο ασφαλώς» και 1 άτομο «πολύ λιγότερο ασφαλώς».



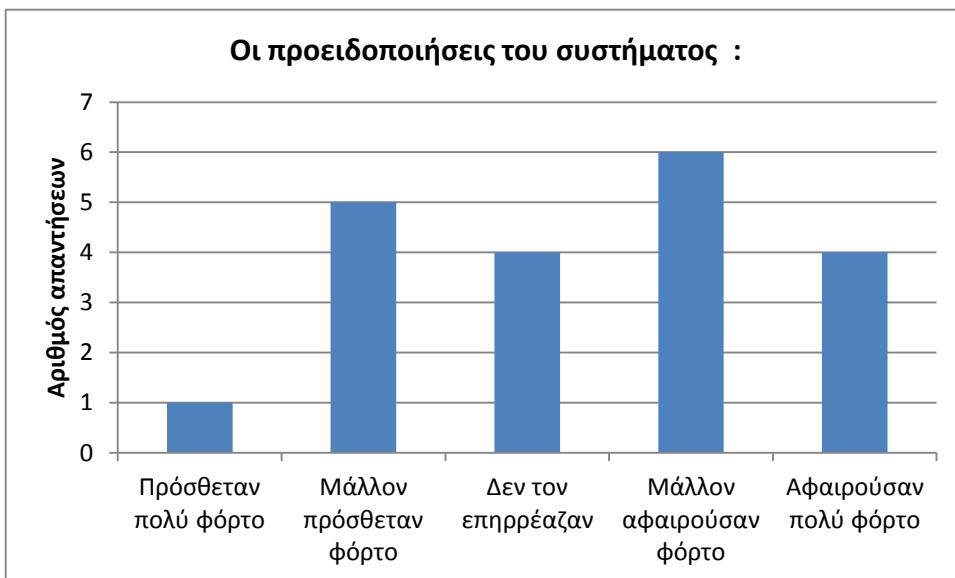
Εικόνα 62: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης» στην ασφαλή οδήγηση

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δήλωσε ότι το σύστημα τους έκανε να νιώθουν πιο ασφαλείς, 7 δήλωσαν ότι ένιωθαν «πολύ περισσότερο ασφαλείς» και 10 «μάλλον περισσότερο ασφαλείς». 3 άτομα δήλωσαν ότι το σύστημα τους έκανε να νιώθουν «μάλλον λιγότερο ασφαλείς».



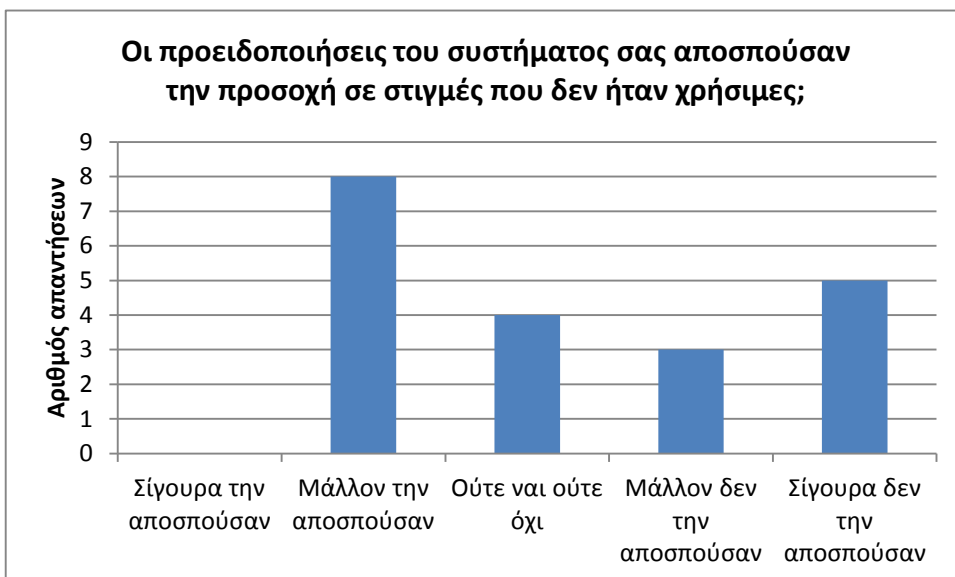
Εικόνα 63: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης» στο αίσθημα ασφάλειας

Σχετικά με την επίδραση των προειδοποιήσεων στο φόρτο, οι απαντήσεις είναι αντιφατικές, αφού 1 άτομο δήλωσε ότι «πρόσθεταν πολύ φόρτο», 5 δήλωσαν ότι «μάλλον πρόσθεταν φόρτο», 4 άτομα δήλωσαν ότι δεν υπήρχε διαφορά, 6 δήλωσαν ότι «μάλλον αφαιρούσαν φόρτο» και 4 δήλωσαν ότι «αφαιρούσαν πολύ φόρτο»



Εικόνα 64: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης» στο αίσθημα φόρτου

Σχετικά με το εάν οι προειδοποιήσεις του συστήματος αποσπούσαν την προσοχή των οδηγών, οι αποκρίσεις είναι και πάλι αντικρουόμενες, αφού 8 άτομα δήλωσαν ότι «μάλλον την αποσπούσαν», 4 άτομα δεν παρατήρησαν κάποια επίδραση, 3 άτομα δήλωσαν ότι «μάλλον δεν την αποσπούσαν» και 5 άτομα δήλωσαν ότι «σίγουρα δεν την αποσπούσαν».



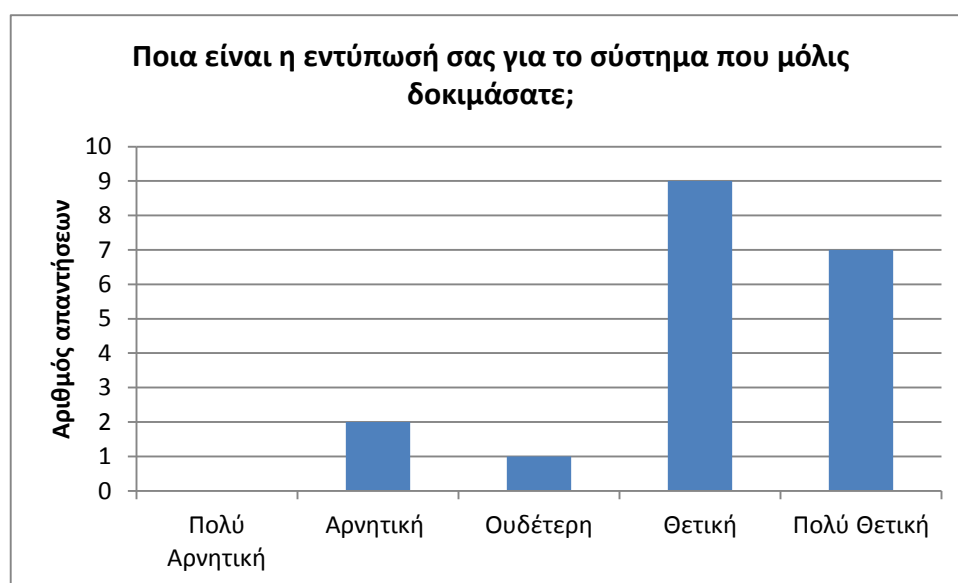
Εικόνα 65: Υποκειμενική εκτίμηση της επίδρασης του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης» στην προσοχή

Η χρησιμότητα του συστήματος φαίνεται να είναι καλή, αφού τα περισσότερα άτομα δήλωσαν ότι η εκμάθηση του συστήματος ήταν εύκολη, τα εικονίδια ευανάγνωστα και ευκολονόητα και ότι μπορούσαν εύκολα να καταλάβουν την προειδοποίηση. Μόνο 1 άτομο δήλωσε ότι «μάλλον» τα εικονίδια δεν ήταν ευανάγνωστα.

	Διαφωνώ απόλυτα	Μάλλον διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Μάλλον συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Η εκμάθηση του συστήματος ήταν εύκολη	0	0	0	9	10
Τα εικονίδια στην οθόνη ήταν ευανάγνωστα (αρκετά μεγάλα, καλή αντίθεση)	0	1	0	9	9
Το νόημα των εικονιδίων ήταν εύκολα κατανοητό	0	0	1	8	10
Μπορούσα εύκολα να καταλάβω την προειδοποίηση που λάμβανα	0	0	1	5	13

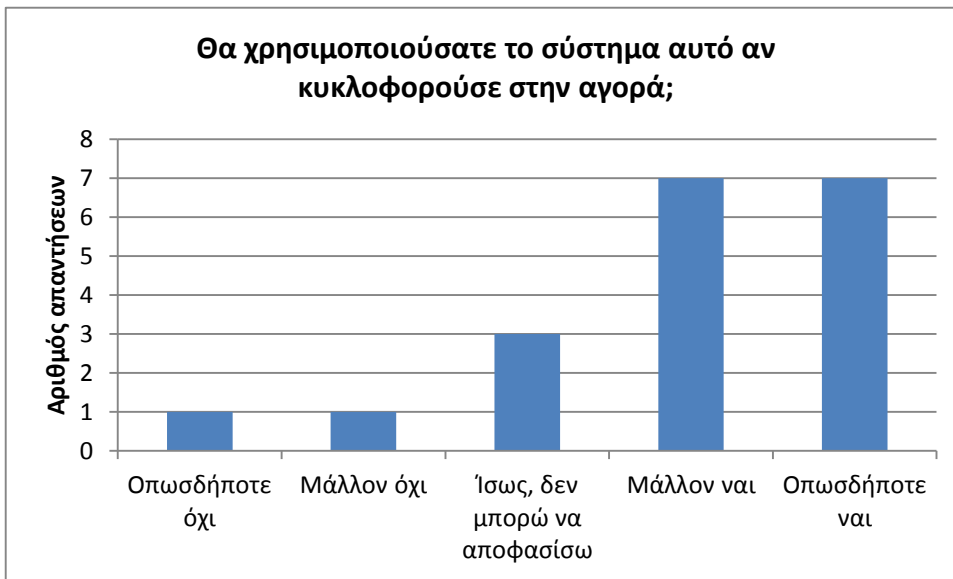
Πίνακας 25: Αξιολογήσεις της ευκολίας εκμάθησης και χρηστικότητας της διεπαφής του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης»

Η πλειοψηφία των οδηγών αποκόμισε θετική εντύπωση από το σύστημα, αφού 7 άτομα δήλωσαν ότι αποκόμισαν «πολύ θετική» εντύπωση και 9 άτομα δήλωσαν ότι αποκόμισαν «θετική» εντύπωση. Μόνο 1 άτομο δήλωσε ότι η εντύπωσή του ήταν «ουδέτερη» και 2 άτομα δήλωσαν ότι αποκόμισαν «αρνητική» εντύπωση.



Εικόνα 66: Υποκειμενικές εντυπώσεις από το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»

Σχετικά με την πρόθεση χρήσης του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης», 7 άτομα «οπωσδήποτε θα το χρησιμοποιούσαν», 7 άτομα «μάλλον θα το χρησιμοποιούσαν», 3 άτομα δήλωσαν ότι δεν μπορούν να αποφασίσουν, 1 άτομο «μάλλον δε θα το χρησιμοποιούσε» και 1 άτομο «οπωσδήποτε δε θα το χρησιμοποιούσε».

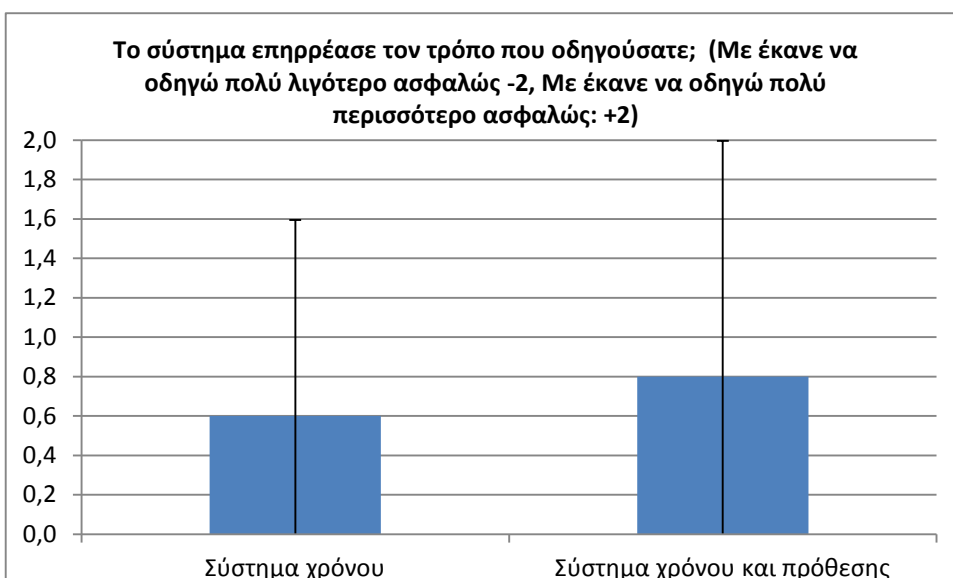


Εικόνα 67: Πρόθεση χρήσης του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης»

8.13 Υποκειμενική αξιολόγηση – σύγκριση των δύο συνθηκών

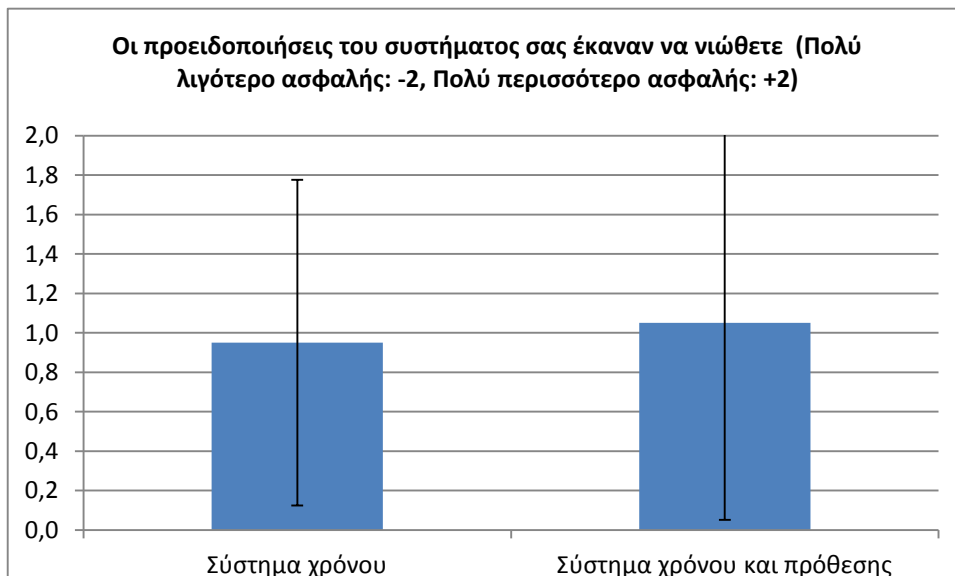
Στα ακόλουθα παρέχονται συγκριτικά οι απαντήσεις για τα δύο συστήματα στις υποκειμενικές ερωτήσεις, αφού έχουν κωδικοποιηθεί σε κλίμακα όπου -2 είναι η πιο αρνητική αξιολόγηση και +2 η πιο θετική αξιολόγηση σε κάθε ερώτηση.

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» τους έκανε να οδηγούν περισσότερο ασφαλώς (μ.ο. 0,80, τ.α. 1,20) σε μεγαλύτερο βαθμό από το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 0,60, τ.α. 0,99), αλλά η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.



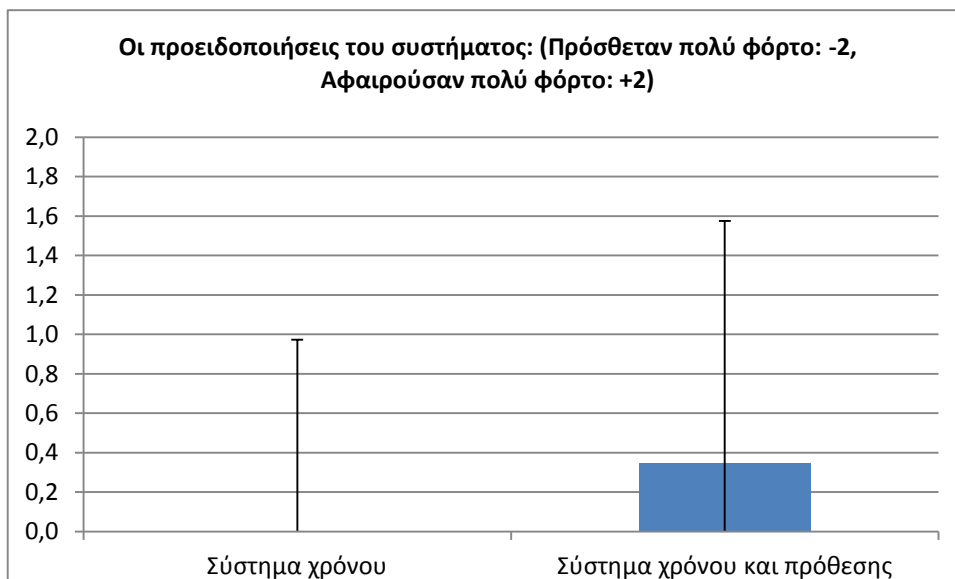
Εικόνα 68: Σύγκριση υποκειμενικών εκτιμήσεων της επίδρασης των δύο συνθηκών στην ασφαλή οδήγηση

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι οι προειδοποιήσεις του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης» τους έκανε να νιώθουν περισσότερο ασφαλείς (μ.ο. 1,05, τ.α. 1,00) σε μεγαλύτερο βαθμό από το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 0,95, τ.α. 0,83), αλλά η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.



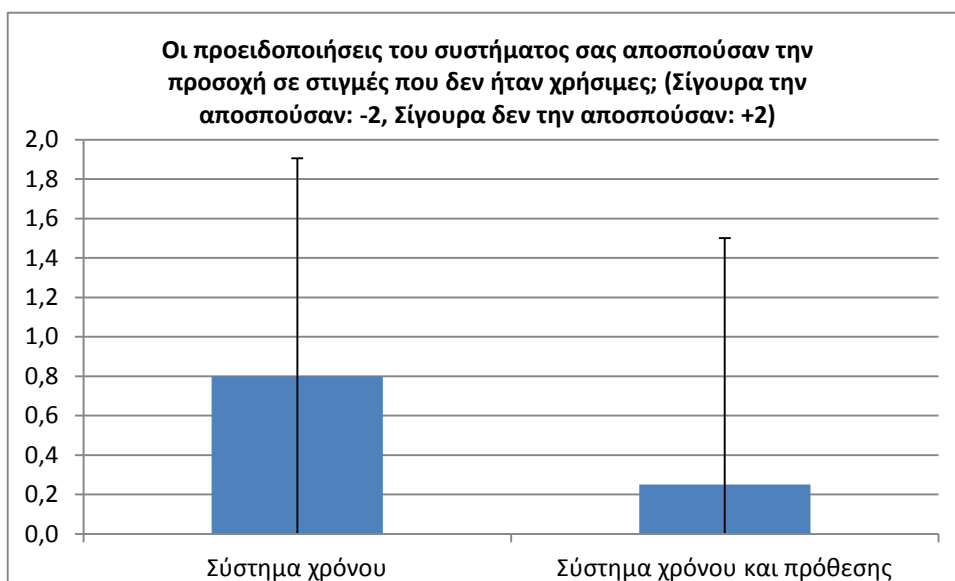
Εικόνα 69: Σύγκριση υποκειμενικών εκτιμήσεων της επίδρασης των δύο συνθηκών στο αίσθημα ασφάλειας

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι οι προειδοποιήσεις του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης» τους αφαιρούσαν φόρτο (μ.ο. 0,35, τ.α. 1,23) ενώ οι προειδοποιήσεις του «Συστήματος χρόνου» θεωρήθηκαν κατά μέσο όρο ουδέτερες από άποψη επιδράσεων στο φόρτο (μ.ο. 0,00, τ.α. 0,97). Η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.



Εικόνα 70: Σύγκριση υποκειμενικών εκτιμήσεων της επίδρασης των δύο συνθηκών στο αίσθημα φόρτου

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι οι προειδοποιήσεις του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης» δεν αποσπούσαν την προσοχή (μ.ο. 0,25, τ.α. 1,25) αλλά σε λιγότερο βαθμό από το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 0,80, τ.α. 1,25), και πάλι η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.



Εικόνα 71: Σύγκριση υποκειμενικών εκτιμήσεων της επίδρασης των δύο συνθηκών στην προσοχή

Συνοπτικά οι συμμετέχοντες εκτίμησαν ότι το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» τους έκανε να οδηγούν πιο ασφαλώς (μ.ο. 0.8 έναντι 0.6), τους έκανε να αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια (μ.ο. 1.05 έναντι 0.95) και ότι οι προειδοποιήσεις του τους μείωναν το αίσθημα φόρτου (μ.ο. 0.35 έναντι 0) σε σχέση με το «Σύστημα χρόνου». Εντούτοις, οι οδηγοί εκτίμησαν ότι οι προειδοποιήσεις του «Συστήματος χρόνου» τους αποσπούσαν λιγότερο την προσοχή (μ.ο. 0.8 έναντι 0.25) από το άλλο σύστημα. Όμως, καμία από τις διαφορές αυτές δεν ήταν σημαντική.

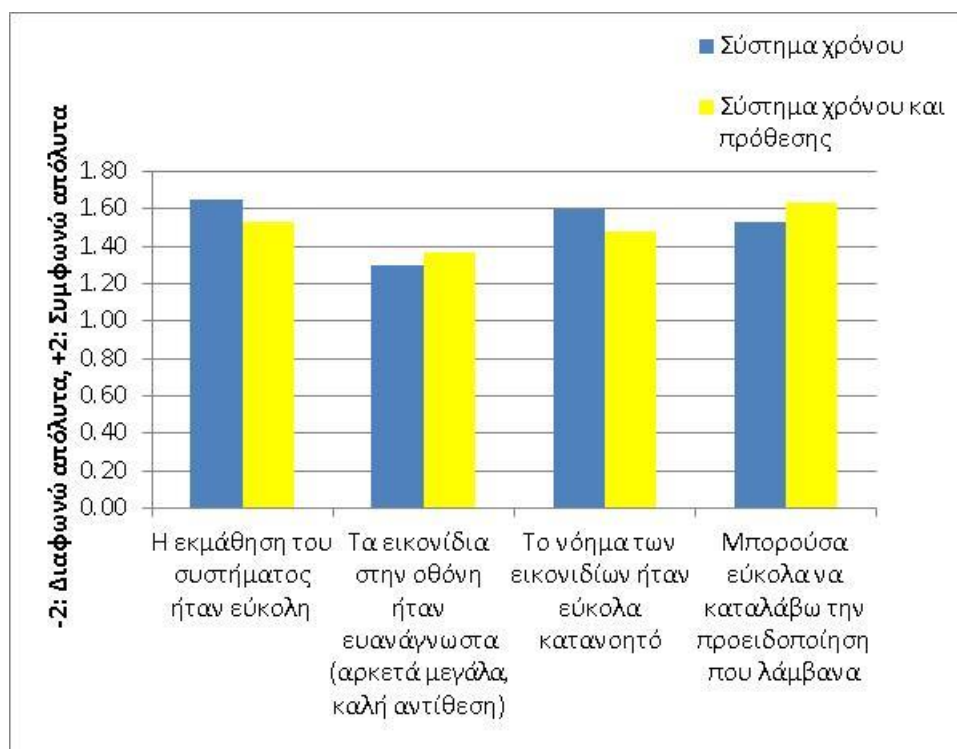
	«Σύστημα χρόνου»	«Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»
Το σύστημα επηρέασε τον τρόπο που οδηγούσατε; (Με έκανε να οδηγώ πολύ λιγότερο ασφαλώς: -2, Με έκανε να οδηγώ πολύ περισσότερο ασφαλώς: +2)	0.6 (0.99)	0.8 (1.2)
Οι προειδοποιήσεις του συστήματος σας έκαναν να νιώθετε: (Πολύ λιγότερο ασφαλής: -2, Πολύ περισσότερο ασφαλής: +2)	0.95 (0.83)	1.05 (1)
Οι προειδοποιήσεις του συστήματος: (Πρόσθεταν πολύ φόρτο: -2, Αφαιρούσαν πολύ φόρτο: +2)	0 (0.97)	0.35 (1.23)
Οι προειδοποιήσεις του συστήματος σας αποσπούσαν την προσοχή σε στιγμές που δεν ήταν χρήσιμες; (Σίγουρα την αποσπούσαν -2, Σίγουρα δεν την αποσπούσαν: +2)	0.8 (1.11)	0.25 (1.25)

Πίνακας 26: Συγκριτικές εκτιμήσεις χρησιμότητας των δύο συνθηκών, μέση τιμή και σε παρένθεση η τυπική απόκλιση

Σχετικά με την ευκολία εκμάθησης των συστημάτων οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι και τα δύο συστήματα ήταν εύκολα, το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 1,65, τ.α. 0,49) σε μεγαλύτερο βαθμό από το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» (μ.ο. 1,53, τ.α. 0,51). Τα εικονίδια στην οθόνη ήταν ευανάγνωστα, για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» (μ.ο. 1,37, τ.α. 0,76) σε μεγαλύτερο βαθμό από το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 1,30, τ.α. 0,92). Το νόημα των εικονιδίων ήταν ευνόητο και για τα δύο συστήματα, για το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 1,60, τ.α. 0,50) σε μεγαλύτερο βαθμό από το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» (μ.ο. 1,47, τ.α. 0,61). Οι προειδοποιήσεις και των δύο συστημάτων ήταν εύκολα κατανοητές, για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» (μ.ο. 1,63, τ.α. 0,69) σε μεγαλύτερο βαθμό από το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 1,53, τ.α. 0,70). Καμία από τις διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

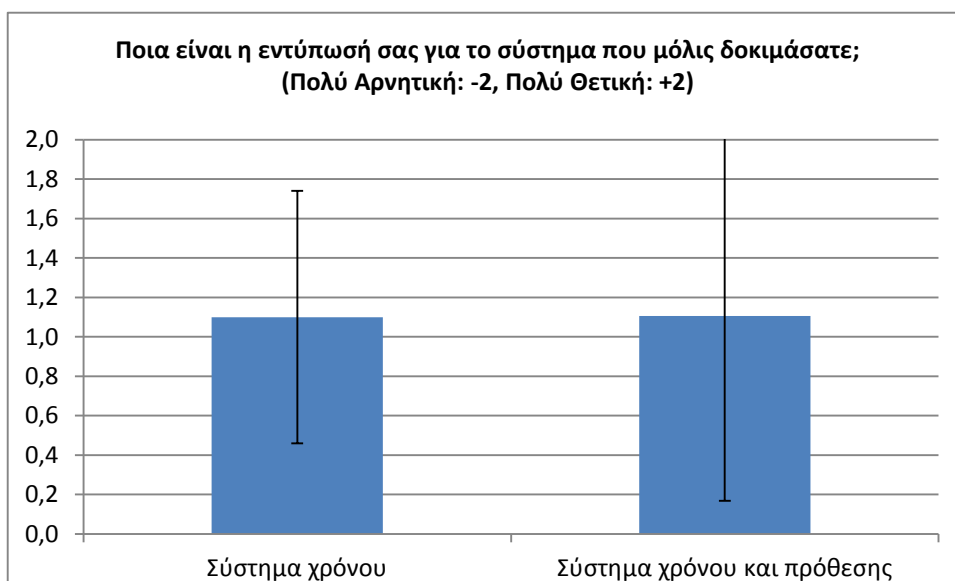
	«Σύστημα χρόνου»	«Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»
Η εκμάθηση του συστήματος ήταν εύκολη	1.65 (0.49)	1.53 (0.51)
Τα εικονίδια στην οθόνη ήταν ευανάγνωστα (αρκετά μεγάλα, καλή αντίθεση)	1.3 (0.92)	1.37 (0.76)
Το νόημα των εικονιδίων ήταν εύκολα κατανοητό	1.6 (0.5)	1.47 (0.61)
Μπορούσα εύκολα να καταλάβω την προειδοποίηση που λάμβανα	1.53 (0.7)	1.63 (0.6)

Πίνακας 27: Συγκριτικές εκτιμήσεις της ευκολίας εκμάθησης και κατανόησης των δύο συστημάτων, μέση τιμή και σε παρένθεση η τυπική απόκλιση



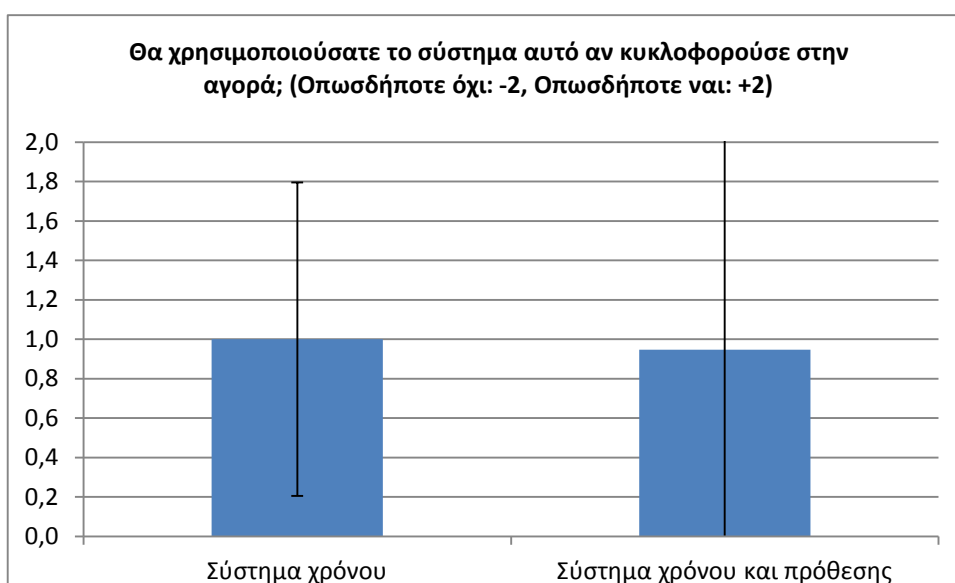
Εικόνα 72: Συγκριτικές εκτιμήσεις της ευκολίας εκμάθησης και κατανόησης των δύο συστημάτων

Οι συμμετέχοντες αποκόμισαν μάλλον θετική εντύπωση και για τα δύο συστήματα, για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» (μ.ο. 1,11, τ.α. 0,94) και για το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 1,10, τ.α. 0,64). Η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.



Εικόνα 73: Υποκειμενικές εντυπώσεις από τις δύο συνθήκες

Οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι «μάλλον θα χρησιμοποιούσαν» και τα δύο συστήματα σε περίπου ίδιο βαθμό, και το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» (μ.ο. 0,95, τ.α. 1,13) και το «Σύστημα χρόνου» (μ.ο. 1,00, τ.α. 0,79). Η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.



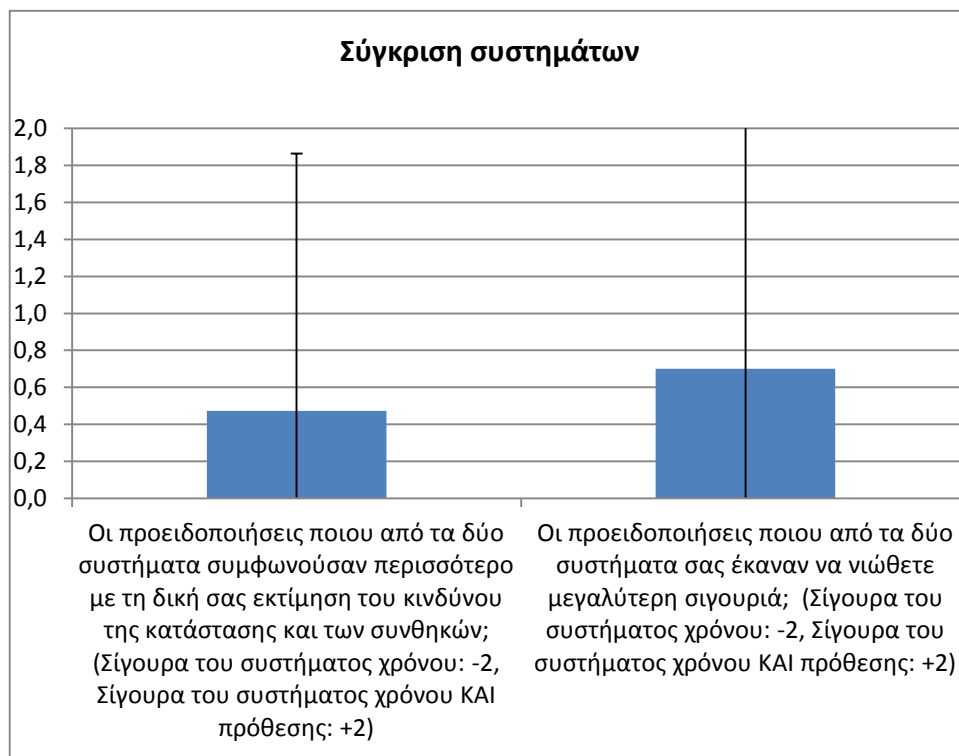
Εικόνα 74: Πρόθεση χρήσης των συστημάτων στις δύο συνθήκες

	«Σύστημα χρόνου»	«Σύστημα χρόνου και πρόθεσης»
Ποια είναι η εντύπωσή σας για το σύστημα που μόλις δοκιμάσατε; (Πολύ Αρνητική: -2, Πολύ Θετική: +2)	1.10 (0.64)	1.11 (0.94)
Θα χρησιμοποιούσατε το σύστημα αυτό αν κυκλοφορούσε στην αγορά; (Οπωσδήποτε όχι: -2, Οπωσδήποτε ναι: +2)	1.00 (0.79)	0.95 (1.13)

Πίνακας 28: Συγκριτική παράθεση της εντύπωσης και της πρόθεσης χρήσης για τις δύο συνθήκες, μέση τιμή και σε παρένθεση η τυπική απόκλιση

Στο τελικό συγκριτικό ερωτηματολόγιο, οι συμμετέχοντες ξεκάθαρα έδωσαν καλύτερη βαθμολογία στο «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης», αφού θεώρησαν ότι οι προειδοποιήσεις του συμφωνούσαν περισσότερο με τις δικές τους εκτιμήσεις κινδύνου από το «Σύστημα

χρόνου» (μ.ο. 0,47, τ.α. 1,39) και τους έκαναν να νιώθουν μεγαλύτερη σιγουριά (μ.ο. 0,70, τ.α. 1,42).



Εικόνα 75: Υποκειμενικές εκτιμήσεις της συμφωνίας των συνθηκών με τις εκτιμήσεις κινδύνου των οδηγών και με το αίσθημα σιγουριάς που δημιουργούσαν σε αυτούς

	μ.τ. (τ.α.)
Οι προειδοποιήσεις ποιου από τα δύο συστήματα συμφωνούσαν περισσότερο με τη δική σας εκτίμηση του κινδύνου της κατάστασης και των συνθηκών; (Σίγουρα του «Συστήματος χρόνου»: -2, Σίγουρα του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης»: +2)	0.47 (1.39)
Οι προειδοποιήσεις ποιου από τα δύο συστήματα σας έκαναν να νιώθετε μεγαλύτερη σιγουριά; (Σίγουρα του «Συστήματος χρόνου»: -2, Σίγουρα του «Συστήματος χρόνου και πρόθεσης»: +2)	0.7 (1.42)

Πίνακας 29: Σύγκριση των δύο συνθηκών ως προς τη συμφωνία με τις εκτιμήσεις των οδηγών και την αίσθηση σιγουριάς που τους γεννούσαν

Τα θετικά σχόλια των συμμετεχόντων για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» ήταν: «Μεγαλύτερη σιγουριά για την επόμενη κίνηση αφού υπάρχει και η συγκατάβαση του εμπλεκόμενου οδηγού», «Βοηθά στην επικοινωνία με τυπικό και γρήγορο τρόπο μεταξύ των οδηγών», «Πάρα πολύ μεγάλη διαφορά μεταξύ των συστημάτων, είχα απόλυτη εμπιστοσύνη ότι ο άλλος επικοινωνεί, ενώ το πρώτο ήταν απλώς ενδεικτικό», « Άλλαξε προς το καλύτερο η συμπεριφορά μου οδήγησης καθώς είχα την αίσθηση ότι χρειαζόταν να κάνω λιγότερα πράγματα σε σχέση με πριν, είχα περισσότερη εμπιστοσύνη στο σύστημα».

Τα αρνητικά σχόλια των συμμετεχόντων για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης» ήταν: «Λίγο αποσπά την προσοχή αλλά βοηθά», «Αυτό το σύστημα είναι πιο μπερδευτικό, το άλλο ήταν απλούστερο», «Οι προειδοποιήσεις του άλλου συστήματος ήταν λιγότερες και το σύστημα ήταν λιγότερο αγχωτικό». «Οι προειδοποιήσεις αυτού είναι αντίθετες με τις δικές

μου εκτιμήσεις». Όταν ρωτήθηκε για διευκρινίσεις, ο συγκεκριμένος οδηγός απάντησε: «Όταν νόμιζα ότι μπορώ να προσπεράσω, δεν έβλεπα 2 πράσινα, έβλεπα πχ ένα πράσινο και ένα πορτοκαλί». Φαίνεται από την απάντηση ότι αυτός ο οδηγός περίμενε να δει ταυτόχρονα με τη συμφωνία του άλλου «οδηγού», που συμβολιζόταν με εικονίδιο πράσινου χρώματος, και το πράσινο εικονίδιο που συμβόλιζε χαμηλή τιμή χρόνου σύγκρουσης (TTC).

Μια οδηγός δεν κατάλαβε καμία διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων, είπε: «Και τα δύο συστήματα είναι το ίδιο στην ουσία».

Σχετικά με τα οπτικά σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν, υπήρξαν επίσης τρία σχόλια για τη θέση τους και προτάθηκε: «Θα προτιμούσα να φαίνεται σε σημείο της κεντρικής οθόνης παρά στον αριστερό καθρέπτη». Μια οδηγός επίσης πρότεινε να μη χρησιμοποιείται κλίμακα αλλά να παρουσιάζεται μόνο ένα σύμβολο κάθε φορά, και να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά σχήματα και μεγέθη αλλά και μεγαλύτερες αντιθέσεις για τις προειδοποιήσεις κάθε επιπέδου. Ειδικά για το σενάριο προσπέρασης, ένας άλλος οδηγός σχολίασε ότι μόνο η κόκκινη και η πράσινη προειδοποίηση είναι χρήσιμες, στον ελιγμό αυτό δεν υπάρχει ενδιαμέση κατάσταση, δηλαδή δε χρειάζεται η πορτοκαλί προειδοποίηση.

8.14 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Οι στόχοι του πειράματος που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο αυτό ήταν να μελετηθεί κατά πόσον η ενσωμάτωση των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων, μέσω μιας μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών βάσει του ΓΜΕΑΟ, σε ΣΥΑΟ θα μπορούσε να έχει επιδράσεις στην αποτελεσματικότητα της κυκλοφορίας, κατά πόσο θα αυξανόταν η βεβαιότητα των οδηγών σχετικά με την εξέλιξη της κατάστασης της κυκλοφορίας και αν η απόδοση του συστήματος θα ήταν περισσότερο σε συμφωνία με τις προσδοκίες και τις προβλέψεις των οδηγών.

Στην παρούσα μελέτη εντοπίστηκαν κάποιες επιδράσεις από τη δυνατότητα μιας τέτοιας διαπραγμάτευσης σε παραμέτρους που σχετίζονται με την κυκλοφοριακή απόδοση (efficiency). Συγκεκριμένα, σε τρία σενάρια ο χρόνος από τη στιγμή που ο συμμετέχων δήλωνε την πρόθεσή του για ελιγμό, δηλαδή από τη στιγμή που σύμφωνα με τις οδηγίες άναβε το φλας, έως τη στιγμή έναρξης του ελιγμού ήταν μικρότερος για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης», δηλαδή όταν υπήρχε η μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών, η οποία προσομοίωνε τις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών σύμφωνα με το ΓΜΕΑΟ, και η διαφορά αυτή βρέθηκε να είναι σημαντική σε ένα από τα προσομοιωμένα σενάρια. Οι χρονικές αποστάσεις με το αλληλεπιδρόν όχημα ήταν σε όλα τα σενάρια μικρότερες κατά τη στιγμή έναρξης του ελιγμού για το «Σύστημα χρόνου και πρόθεσης», και η διαφορά ήταν σημαντική σε δύο από τα τέσσερα προσομοιωμένα σενάρια. Αυτό σημαίνει ότι το επίπεδο του κινδύνου, σύμφωνα με τους φυσικούς νόμους ήταν υψηλότερο κατά τη στιγμή έναρξης του ελιγμού, αφού ο οδηγός βρισκόταν σε μικρότερη χρονική απόσταση από το άλλο εμπλεκόμενο όχημα. Σημειώνεται ότι δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο αστικό σενάριο, και αυτό μπορεί να οφείλεται στο μικρό αριθμό των περιπτώσεων που ήταν τελικά διαθέσιμα για ανάλυση λόγω κάποιων τεχνικών προβλημάτων στο συγκεκριμένο σενάριο. Σε κάθε περίπτωση, σε τρία από τα τέσσερα σενάρια οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν τον ελιγμό τους νωρίτερα και σε συνθήκες μεγαλύτερου αντικειμενικού κινδύνου όταν υπήρχε η «ρητή» συγκατάθεση του άλλου «οδηγού» για τον προτιθέμενο ελιγμό τους. Οι συμμετέχοντες δηλαδή ξεκίνησαν τον ελιγμό σε συνθήκες υπό τις οποίες δεν θα τον

ξεκινούσαν χωρίς τη ρητή «συναίνεση» των άλλων εμπλεκόμενων «οδηγών». Αυτό καταδεικνύει ότι τελικά αυτοί βασίζονταν στη συγκατάθεση του άλλου οδηγού και στην αναμενόμενη συνεργασία του με το σχέδιό τους. Αυτό υποδηλώνει ότι οι συμμετέχοντες ένιωθαν περισσότερο σίγουροι, όταν το σύστημα τους παρείχε τη ρητή «συναίνεση» του άλλου εμπλεκόμενου «οδηγού», από ό,τι όταν το σύστημα τους προειδοποιούσε μόνο σύμφωνα με τους φυσικούς νόμους, δηλαδή με την τιμή του χρόνου σύγκρουσης TTC.

Το συμπέρασμα αυτό υποστηρίζεται επιπλέον και από άλλα ευρήματα της ανάλυσης. Πράγματι, οι συμμετέχοντες ήταν περισσότερο υπέρ του συστήματος με τη μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών, που προσομοιώνει επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών. Αξιολόγησαν το σύστημα αυτό ως περισσότερο σύμφωνο με τη δική τους εκτίμηση του κινδύνου, εκτίμησαν ότι τους έκανε να οδηγούν με μεγαλύτερη ασφάλεια, τους έκανε να νιώθουν πιο ασφαλείς και πιο σίγουροι, και θεώρησαν ότι οι προειδοποιήσεις του τους μείωναν το φόρτο. Αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζουν το επιχείρημα ότι η απόδοση του συστήματος με τη μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών, που προσομοιώνει επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις οδηγών, είναι περισσότερο σύμφωνη με τις προσδοκίες και τις προβλέψεις των οδηγών.

Βέβαια, οι συμμετέχοντες απάντησαν ότι οι προειδοποιήσεις του συστήματος αυτού αποσπούσαν περισσότερο την προσοχή τους από το απλό σύστημα, αλλά αυτό μπορεί να οφείλεται στη συγκεκριμένη σχεδίαση των συμβόλων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Είναι πολύ πιθανό ότι η ταυτόχρονη παροχή προειδοποιήσεων και από τα δύο συστήματα και η χρήση του πράσινου χρώματος και στα δύο, να προκάλεσε σύγχυση σε κάποιους οδηγούς. Αυτό υποστηρίζεται από τις υψηλότερες βαθμολογίες που δόθηκαν στην κατανόηση των προειδοποιητικών συμβόλων του «Συστήματος χρόνου», αλλά και από τις συγκεκριμένες παρατηρήσεις που διατυπώθηκαν. Στο μέλλον θα πρέπει να μελετηθεί και να αναπτυχθεί μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση, πιθανόν όταν θα σηματοδοτείται η αποδοχή ενός οδηγού στο αίτημα ελιγμού από τη μονάδα επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων, τότε η προειδοποίηση από το υποκείμενο σύστημα προειδοποίησης θα μπορούσε να αναστέλλεται, ή τουλάχιστον να ελαχιστοποιείται.

Δύο συμμετέχοντες δεν μπόρεσαν να διακρίνουν διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων. Αυτό ίσως να οφείλεται στις οδηγίες που δόθηκαν. Θα πρέπει να παρέχονται πιο λεπτομερείς οδηγίες σχετικά με τη λειτουργικότητα ενός τέτοιου συστήματος πριν από τη χρήση του, αν και η πραγματική εξοικείωση με τη λειτουργικότητα του συστήματος μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη χρήση του σε πραγματικές συνθήκες.

9. Συμπεράσματα

Ο κύριος στόχος της παρούσας διατριβής ήταν να ρίξει φως στις επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών, ένα φαινόμενο συχνό και σημαντικό για την οδική κυκλοφορία. Οι επικοινωνιακές αυτές αλληλεπιδράσεις είναι απαραίτητες για την αποδοτική και ασφαλή χρήση του οδικού δικτύου από τους οδηγούς, όμως δεν έχουν έως τώρα μελετηθεί επαρκώς και ενσωματωθεί στο σχεδιασμό των Συστημάτων Υποστήριξης και Αυτοματοποίησης Οδήγησης (ΣΥΑΟ), και, όπως υποστηρίζεται στην παρούσα διατριβή, αυτός είναι ένας λόγος που τα συστήματα αυτά δεν έχουν μεγάλη αποδοχή από τους οδηγούς.

Ειδικότερα, αρχικός στόχος της παρούσας διατριβής ήταν να διερευνηθεί το κοινωνικό επίπεδο της οδήγησης, και ειδικότερα το φαινόμενο των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών, δηλαδή της επικοινωνίας πρόθεσης των οδηγών και συμφωνίας τους σε ένα μελλοντικό κοινό σχέδιο κίνησης πριν την έναρξη κάποιου ελιγμού, όταν πιθανόν υπάρχουν αντικρουόμενα σχέδια κίνησης. Υποστηρίζεται ότι σε πολλές περιπτώσεις οι οδηγοί θεωρούν τα άλλα οχήματα ως κοινωνικές μονάδες και, κατά μεγάλο βαθμό, βασίζονται τις προσδοκίες τους για την εξέλιξη της σκηνής κυκλοφορίας σε παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς των μονάδων αυτών. Υποστηρίζεται επίσης ότι όταν οι οδηγοί είναι αβέβαιοι ως προς την πρόθεση των άλλων πριν την έναρξη κάποιου ελιγμού, συνειδητά επιδιώκουν να επικαιροποιούν και να ανασκευάζουν το Κοινό τους Νοητικό Υπόβαθρο, να επαληθεύουν και να επιβεβαιώνουν την πρόθεση των άλλων, καθώς και τη συμφωνία τους στο μελλοντικό τους σχέδιο κίνησης, εμπλεκόμενοι σε επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις μαζί τους. Για την εμπειρική επιβεβαίωση των όσων υποστηρίζονται, διεξήχθη μελέτη επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες, κυρίως σε σχέση με ελιγμούς αλλαγής λωρίδας. Τα εμπειρικά ευρήματα υποστηρίζουν τη θεώρηση ότι, σε πολλές περιπτώσεις, οι οδηγοί θεωρούν τα άλλα οχήματα ως κοινωνικές μονάδες, ως «έμψυχους οχηματ-ανθρώπους», αφού κατά μέσο όρο στο 38,7% των περιόδων που εκφωνήθηκαν οι οδηγοί αναφέρθηκαν σε παρατηρήσεις και ερμηνείες κοινωνικής συμπεριφοράς. Επίσης, οι προσδοκίες των οδηγών για την εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής, δηλαδή η αναγνώριση πρόθεσης των άλλων «οχηματ-ανθρώπων», βρέθηκε να βασίζονται σε παρατηρήσεις κοινωνικής συμπεριφοράς, δηλαδή σε ρητές επικοινωνιακές πράξεις των άλλων οδηγών, σε παρατηρήσεις της οδού και των φυσικών περιορισμών αυτής και κυρίως σε παρατηρούμενες διαταραχές στην ομαλή ροή κυκλοφορίας, οι οποίες αναφέρθηκαν συχνότερα λόγω του περιβάλλοντος κυκλοφορίας που δεν ευνοούσε την άμεση οπτική επαφή μεταξύ των οδηγών. Τα ευρήματα της μελέτης υποστηρίζουν ότι η ανάγκη για επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις αναδύεται όταν προκύπτει κίνδυνος κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου.

Ένας άλλος στόχος της διατριβής ήταν να μοντελοποιηθεί ο τομέας των επικοινωνιακών αυτών αλληλεπιδράσεων. Χρησιμοποιώντας τη θεωρία γλωσσικών πράξεων του Austin (1962), οι επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις των οδηγών μοντελοποιήθηκαν ως απαρτιζόμενες από διαδοχικές, στοιχειώδεις επικοινωνιακές πράξεις, με συγκεκριμένη προσλεκτική ισχύ με τη μορφή «συζήτησης», μέσω του Γλωσσολογικού Μοντέλου Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων Οδηγών (ΓΜΕΑΟ). Όπως καταδεικνύουν τα ευρήματα της μελέτης τέτοιων αλληλεπιδράσεων σε πραγματικές συνθήκες, το ΓΜΕΑΟ μπορεί να απεικονίσει ικανοποιητικά τον τρόπο με τον οποίο οι οδηγοί εμπλέκονται σε τέτοιες «συζητήσεις» ώστε να συμφωνήσουν στο μελλοντικό σχέδιο κίνησής τους.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στόχος της διατριβής δεν ήταν να δημιουργηθεί ένα «λεξικό» των πράξεων αυτών στο «λεκτικό» επίπεδο, δηλαδή η ακριβής έννοια και αναφορά κάθε πράξης σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο κυκλοφορίας, δεδομένου ότι αυτό θα ήταν πρακτικά

ανεξάντλητο, αλλά και διαφορετικό μεταξύ γεωγραφικών περιοχών. Αντίθετα, η έμφαση δόθηκε στο προσλεκτικό επίπεδο, αφού αυτό είναι και πεπερασμένο και καθολικό ως προς τη δομή του. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών του, το προσλεκτικό επίπεδο αναμένεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη μοντελοποίηση των επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων των οδηγών και στην ενσωμάτωσή τους στο σχεδιασμό των ΣΥΑΟ. Εφόσον το ΓΜΕΑΟ εστιάζει στο προσλεκτικό επίπεδο της αλληλεπίδρασης, διατηρεί ένα βαθμό γενικότητας, και μπορεί να αποδειχθεί αρμόζον για τη μοντελοποίηση μικτών αλληλεπιδράσεων μεταξύ ανθρώπων και τεχνητών πρακτόρων, και συγκεκριμένα συστημάτων αυτόματης οδήγησης, σε κυκλοφοριακά σενάρια του μέλλοντος. Έτσι, το ΓΜΕΑΟ είναι πολλά υποσχόμενο ως ένα εννοιολογικό πλαίσιο επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων μεικτών πρακτόρων, που μπορεί να ενσωματωθεί σε συνεργατικά ΣΥΑΟ. Η τρέχουσα προσέγγιση για την αυτοματοποίηση της οδήγησης, η οποία βασίζεται αποκλειστικά σε μοντέλα βάσει των νόμων της κινηματικής και δυναμικής, ακόμη και εμπλουτισμένων με γενικές ψυχοκοινωνικές μεταβλητές, δεν μπορεί να ανταποκριθεί στην πολυπλοκότητα των προσδοκιών των οδηγών σχετικά με την εξέλιξη της κυκλοφοριακής κατάστασης. Για το λόγο αυτό, ένα επίπεδο κοινωνικών αλληλεπιδράσεων στα μελλοντικά συστήματα αυτοματισμού, με τη μορφή μιας μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών, που θα υποστηρίζει έναν πλήρη και ανόθευτο κύκλο του ΓΜΕΑΟ, μπορεί να αποδειχθεί πολύ σημαντικό για τη βελτίωση της «λογικής» αλλά και ασφάλειας κατά την οδήγηση σε διαφορετικά επίπεδα αυτοματοποίησης.

Επιπλέον, στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι ΣΥΑΟ που αποτρέπουν έναν ελιγμό με βάση μόνο φυσικούς νόμους, χωρίς να λαμβάνουν υπ'όψιν τις πιθανές αλληλεπιδράσεις των οδηγών, δεν μπορούν να γίνουν αποδεκτά από οδηγούς, επειδή μπορεί να γνωρίζουν ότι οι άλλοι οδηγοί έχουν ήδη αναγνωρίσει την πρόθεσή τους για κάποιο ελιγμό και έχουν ήδη συμφωνήσει να τους διευκολύνουν. Πολύ πρόσφατα υπάρχουν αναφορές στην ερευνητική κοινότητα ότι είναι απαραίτητη μια τέτοιου είδους επικοινωνία μεταξύ ΣΥΑΟ, ιδίως για συστήματα επικοινωνίας μεταξύ αυτόματα οδηγούμενων οχημάτων, τα οποία θα πρέπει να διαπραγματεύονται μεταξύ τους τους προγραμματισμένους ελιγμούς τους πριν από την εκτέλεση τους. Έτσι, ένας ακόμη στόχος της παρούσας διατριβής ήταν να αξιολογηθεί κατά πόσον η ενσωμάτωση του ΓΜΕΑΟ, ως επιπέδου διαπραγμάτευσης ελιγμών, σε ΣΥΑΟ, θα ήταν επωφελής για την αποτελεσματικότητα της κυκλοφορίας και κατά πόσον η λειτουργικότητα των ΣΥΑΟ αυτών θα ήταν περισσότερο σύμφωνη με τις εκτιμήσεις των οδηγών. Για το σκοπό αυτό, σχεδιάστηκε και διεξήχθη πείραμα με χρήση προσομοιωτή οδήγησης, κατά το οποίο οι οδηγοί λάμβαναν προειδοποιήσεις για κίνδυνο σύγκρουσης πριν την έναρξη κάποιου ελιγμού σε δύο συνθήκες: α) χωρίς δυνατότητα επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων με τους άλλους «οδηγούς» και β) με προσομοιωμένη δυνατότητα επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων σχετικά με την εκτέλεση του εκάστοτε ελιγμού, βάσει του ΓΜΕΑΟ. Η ανάλυση της συμπεριφοράς οδήγησης των οδηγών στις δύο συνθήκες έδειξε ότι οι οδηγοί ξεκινούσαν τον ελιγμό σε συνθήκες μεγαλύτερου αντικειμενικού κινδύνου, όταν υπήρχε η ρητή συγκατάθεση των άλλων «οδηγών» στον προτιθέμενο ελιγμό τους. Αυτό υποστηρίζει ότι η ενσωμάτωση του ΓΜΕΑΟ σε ΣΥΑΟ μπορεί να έχει θετικές επιδράσεις στην κυκλοφοριακή απόδοση. Τα ευρήματα σε σχέση με τη συμπεριφορά οδήγησης, αλλά και οι υποκειμενικές εκτιμήσεις των οδηγών σχετικά με τη λειτουργικότητα των συστημάτων στις δύο συνθήκες, δείχνουν ότι οι οδηγοί αισθάνονται περισσότερο σίγουροι όταν υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας με τους άλλους οδηγούς, όταν δηλαδή υπάρχει η ρητή «συναίνεση» των άλλων στον προτιθέμενο ελιγμό τους. Τα ευρήματα του πειράματος επίσης δείχνουν ότι η λειτουργικότητα των ΣΥΑΟ με ενσωματωμένο ένα επίπεδο διαπραγμάτευσης ελιγμών είναι πιο σύμφωνη με τις ανθρώπινες εκτιμήσεις και προσδοκίες.

Στην παρούσα διατριβή, η διερεύνηση της κοινωνικής πτυχής της οδήγησης και η εμπειρική επιβεβαίωση του ΓΜΕΑΟ βασίστηκαν στην παρατήρηση πραγματικών επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων, η οποία έλαβε χώρα σε συγκεκριμένο περιβάλλον κυκλοφορίας, και για το λόγο αυτό εστιάστηκε σε ελιγμούς αλλαγής λωρίδας. Στο μέλλον, θα πρέπει να συλλεχθούν περαιτέρω εμπειρικά δεδομένα από κοινωνικές και επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις μέσω παρατηρήσεων και άλλου τύπου ελιγμών σε διαφορετικά περιβάλλοντα κυκλοφορίας, π.χ. σε αστικό περιβάλλον ή σε διασταυρώσεις, ώστε να επικυρωθούν ή να επεκταθούν τα θέματα που αναδείχτηκαν. Επιπρόσθετα, η μέθοδος καταγραφής της κυκλοφοριακής σκηνής γύρω από το όχημα με παράλληλο σχολιασμό των συμβάντων από τους οδηγούς και η μετέπειτα ανάλυση αυτών από τους παρατηρητές δεν μπορεί να αναδείξει το πλήρες εύρος του φαινομένου, αφού δεν μπορεί να καταγράψει το σύνολο των υπό παρατήρηση συμβάντων, παρά μόνο όσα λεκτικοποιούνται από τους οδηγούς και όσα εντοπίζονται από τους παρατηρητές, ενώ και σε αυτά υπεισέρχεται η ερμηνεία και οι υποκειμενικές εκτιμήσεις τόσο των οδηγών όσο και των παρατηρητών. Παρά τις αδυναμίες της, η μέθοδος αυτή αποτέλεσε μια πλούσια πηγή υλικού, κατάλληλου για ποιοτική ανάλυση, σχετικά με την εμπλοκή των οδηγών σε επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις και με τις υποκείμενες νοητικές διεργασίες των οδηγών. Πράγματι, η μέθοδος πέτυχε να καταγράψει αρκετές περιπτώσεις όπου οι οδηγοί επιδείκνυαν κοινωνική συμπεριφορά, όπου βάσιζαν τις προσδοκίες τους για την εξέλιξη της κυκλοφοριακής σκηνής σε παρατηρήσεις και ερμηνείες κοινωνικής συμπεριφοράς και όπου εμπλέκονταν σε επικοινωνιακές αλληλεπιδράσεις με άλλους οδηγούς.

Περαιτέρω, τα ευρήματα από το πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης, έδειξαν ότι υπάρχουν πιθανά οφέλη από την ένταξη μιας μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών σε ΣΥΑΟ, κυρίως όσον αφορά την αποδοχή τους από τους οδηγούς. Όμως στη συγκεκριμένη μελέτη, η επικοινωνιακή αλληλεπίδραση προσομοιώθηκε, αφού λόγω του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε, στο πείραμα συμμετείχε μόνο ένας οδηγός. Οι μελλοντικές μελέτες τέτοιων μονάδων διαπραγμάτευσης θα πρέπει να περιλαμβάνουν δύο ή περισσότερους αλληλεπιδρώντες και θα πρέπει να καταγραφούν και να αναλυθούν πλήρεις κύκλοι επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων σε πραγματικές συνθήκες. Μια μελέτη που θα περιλαμβάνει μια μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών και θα καταγράφει πραγματικές ανθρώπινες αλληλεπιδράσεις, θα μπορέσει να αποκαλύψει περισσότερα στοιχεία σχετικά με τις επιδράσεις της μονάδας αυτής στις ίδιες τις αλληλεπιδράσεις, αλλά και στη συμπεριφορά οδήγησης. Οι μελλοντικές μελέτες επίσης θα πρέπει να διερευνήσουν κατά πόσον η ενσωμάτωση του ΓΜΕΑΟ θα έχει επιδράσεις στην οδική ασφάλεια λόγω μείωσης των σφαλμάτων αντίληψης και παρερμηνειών επικοινωνιακών πράξεων. Επιπλέον, θα πρέπει να σχεδιασθούν πειράματα που θα περιλαμβάνουν αυτοματοποιημένα οχήματα, έτσι ώστε να αναλυθεί η επίδραση της μονάδας επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων στις μορφές και τα πρότυπα αλληλεπίδρασης μεταξύ οδηγών και αυτοματοποιημένων συστημάτων, αλλά και μεταξύ των αυτοματοποιημένων συστημάτων. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει επίσης να επικεντρωθεί στο σχεδιασμό κατάλληλων «κοινωνικά αλληλεπιδρώντων» συστημάτων αυτοματοποίησης οδήγησης, όσον αφορά στην ταξινόμηση των σεναρίων χρήσης, στους ενσωματωμένους κοινωνικούς κανόνες, στο πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων και στο περιεχόμενο και στην τυπολογία των μηνυμάτων αυτών. Οι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να επικεντρωθούν περαιτέρω στη σχεδίαση της μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών, πώς δηλαδή θα αντιμετωπίζονται οι περιπτώσεις όπου δε θα λαμβάνεται απόκριση στο αίτημα ελιγμού ή οι περιπτώσεις όπου η παρατηρούμενη συμπεριφορά του οχήματος δε θα συνάδει

με την αναμενόμενη βάσει της απάντησης στο αίτημα ελιγμού, ώστε να προφυλαχθεί το όλο σύστημα από τυχόν κακόβουλη ή ανεύθυνη χρήση.

Με την ενσωμάτωση του ΓΜΕΑΟ ως μονάδας διαπραγμάτευσης ελιγμών σε ΣΥΑΟ θα είναι δυνατή η καλύτερη πρόβλεψη και η καλύτερη «συνεργατική» σχεδίαση της μελλοντικής τροχιάς των οχημάτων. Ειδικά στην περίπτωση αυτοματοποιημένης οδήγησης, είτε χρησιμοποιηθεί ντετερμινιστική τεχνική και θεσπιστούν κανόνες ελέγχου για περιπτώσεις όπου υπάρχει σύγκρουση σχεδίων μεταξύ οχημάτων, είτε χρησιμοποιηθούν στοχαστικές μέθοδοι, οι οποίες πάντως δεν έχουν δείξει αξιόπιστα αποτελέσματα έως σήμερα, δεν είναι ποτέ δυνατόν να προβλεφθούν όλες οι περιπτώσεις αντικρουόμενων σχεδίων πορείας μεταξύ δύο ή περισσότερων γειτνιαζόντων αυτοματοποιημένων ή μη οχημάτων, και θα τύχουν πάντα περιπτώσεις όπου δε θα έχει προβλεφθεί ντετερμινιστικός κανόνας ή δε θα μπορεί το πρόβλημα να επιλυθεί στοχαστικά με αξιοπιστία. Σήμερα, σε τέτοιες περιπτώσεις τα αυτοματοποιημένα οχήματα μεταβιβάζουν τον έλεγχο σε κάποιο κεντρικό ελεγκτή, ο οποίος αναλαμβάνει την επίλυση του προβλήματος και την πρόταση λύσης, με αποτέλεσμα τη μειωμένη αποδοτικότητα του όλου συστήματος. Σε κάθε τέτοια περίπτωση κινδύνου κατάρρευσης του Κοινού Νοητικού Υποβάθρου θα είναι πολύ χρήσιμη η διαπραγμάτευση ελιγμών μεταξύ των συστημάτων με τη μορφή αιτήματος – απόκρισης σε συμφωνία με το ΓΜΕΑΟ, και η κατάληξη σε κάποιο κοινό σχέδιο, σε κάποια κοινή συμφωνία δράσης μεταξύ τους. Με τον τρόπο αυτό θα γίνει δυνατή η τοπική αντιμετώπιση του κινδύνου κατάρρευσης, με αποτέλεσμα την αυξημένη αποδοτικότητα του όλου συστήματος.

Η ενσωμάτωση μιας τέτοιας μονάδας σε μεικτούς στόλους αυτό-οδηγούμενων και συμβατικά οδηγούμενων οχημάτων διευκολύνεται σήμερα λόγω των πρόσφατων τεχνολογικών εξελίξεων και των εργασιών προτυποποίησης που ήδη έχουν λάβει χώρα σχετικά με ασύρματες τεχνολογίες επικοινωνίας για την κυκλοφοριακή αλυσίδα του μέλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, ως βάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αρχιτεκτονική αναφοράς για τα δίκτυα οχημάτων που έχει προτυποποιήσει το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI). Ένα στοιχείο αυτής της αρχιτεκτονικής είναι το πρωτόκολλο Decentralized Environmental Notification Messages (DENM). Τα μηνύματα DENM στέλνονται ως συνέπεια κάποιου συμβάντος και περιέχουν ειδικές προειδοποιήσεις για κάποια εφαρμογή από αυτές που προβλέπει ήδη η αρχιτεκτονική. Το πρωτόκολλο DENM θα μπορούσε να επεκταθεί, ενσωματώνοντας ένα πρωτόκολλο διαπραγμάτευσης ελιγμών μεταξύ πολλαπλών οχημάτων, για αλλαγές λωρίδας ή άλλους ελιγμούς όπου υπάρχουν αντικρουόμενα σχέδια πορείας μεταξύ των εμπλεκόμενων οχημάτων. Στην περίπτωση αυτή, η μονάδα διαπραγμάτευσης ελιγμών θα μπορούσε να αναπαριστά το επίπεδο επικοινωνιακών αλληλεπιδράσεων, το οποίο θα επιτρέπει μεικτές αλληλεπιδράσεις μεταξύ οδηγών, μεταξύ αυτοματοποιημένων συστημάτων και μεταξύ οδηγών και συστημάτων, παρόμοια με τον τρόπο που οι οδηγοί επικοινωνούν μεταξύ τους σήμερα.

Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής καταδεικνύουν ότι (i) οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις είναι και θα παραμείνουν ένα σημαντικό μέρος του οδηγικού καθήκοντος και (ii) ότι τα ΣΥΑΟ μπορούν να εμπλουτιστούν με την ενσωμάτωση ενός επιπέδου κοινωνικής αλληλεπίδρασης βάσει κάποιου μοντέλου όπως το ΓΜΕΑΟ. Μια τέτοια προσπάθεια, αν είναι επιτυχής, θα εξασφαλίσει ότι η απόδοση και η λειτουργικότητα των ΣΥΑΟ θα είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς εκείνες του ανθρώπου οδηγού και προς τις προσδοκίες του.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι, βάσει της γενικότερης θεωρίας ότι κάθε επίκτητη επικοινωνιακή συμπεριφορά, την οποία ένας παρατηρητής μπορεί να περιγράψει με σημασιολογικούς όρους, είναι γλωσσική συμπεριφορά και δημιουργεί ένα γλωσσικό τομέα αλληλεπιδράσεων, θα μπορούσε στο μέλλον να διερευνηθεί κατά πόσον το Γλωσσολογικό Μοντέλο Επικοινωνιακών Αλληλεπιδράσεων είναι κατάλληλο για μοντελοποίηση ως «συζήτησης» κάθε μη λεκτικής αλληλεπίδρασης συμμετεχόντων σε μια συλλογική δραστηριότητα. Για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να παρατηρηθούν οι σχετικές αλληλεπιδράσεις σε πραγματικές συνθήκες και να διερευνηθεί κατά πόσον μπορεί να αναπαρασταθεί η προσλεκτική ισχύς των διαδοχικών πράξεων που τις απαρτίζουν ως «συζήτηση».

Βιβλιογραφία

- Alkim, T., Bootsma, G. and Looman, P. (2007). *The Assisted Driver: Systems that support driving*. Report by the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Rijkswaterstaat, roads to the Future, Delft, the Netherlands.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1990). *A policy on geometric design of highways and streets*. Washington, D.C.: AASHTO.
- Austin, J. L. (1962). *How To Do Things With Words*. Oxford: Clarendon Press.
- Ball, K. and Sekuler, R. (1986). Improving visual perception in older observers. *Journal of Gerontology*, 41: 176–182.
- Banks, V.A., Stanton, N.A. and Harvey C. (2014). What the drivers do and do not tell you: using verbal protocol analysis to investigate driver behaviour in emergency situations. *Ergonomics*, DOI:10.1080/00140139.2014.884245.
- Barber, P. and Clarke, N. (1998). Advanced collision warning systems. *IEE Colloquium*, 234, pp. 2/1–2/9.
- Barnard, Y., Risser, R., Krems, J. (eds.) (2011). *The Safety of Intelligent Driver Support Systems. Design, Evaluation and Social Perspectives*. Ashgate, ISBN: 978-0-7546-7776-5
- Bellet, T., Bailly, B., Mayenobe, P. and Georgeon, O. (2007). Cognitive modelling and computational simulation of drivers mental activities. In: *Modelling Driver Behaviour in Automotive Environment: Critical Issues in Driver Interactions with Intelligent Transport Systems*, P. Cacciabue (ed.), pp. 315-343, Springer Verlag.
- Berndt, H., Emmert, J. and Dietmayer, K. (2008). Continuous driver intention recognition with hidden markov models. In: *Proc. IEEE Conf. Intell. Transport. Syst.*, Oct. 2008, pp. 1189–1194.
- Bowles, S. and Gintis, H. (2003). Origins of human cooperation. In: *Genetic and Cultural Evolution of Cooperation*, P. Hammerstein (ed.), pp. 429–443. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Broberg, T. and Dukic Willstrand, T. (2014). Safe mobility for elderly drivers—Considerations based on expert and self-assessment. *Accident Analysis and Prevention*, 66, pp. 104–113.
- Brouwer, W., Waterink, W., Wolffelaar, P. and Rothengatter, T. (1991). Divided attention in experienced young and older drivers: lane tracking and visual analysis in a dynamic driving simulator. *Human Factors*, 33: 573–582.
- Brunson, S., Kyle, E., Phamdo, N. and Preziotti, G. (2002). Alert Algorithm Development Program. NHTSA Rear-End Collision Alert Algorithm. *Final Report.DOT HS 809 526*, September 2002.
- Bshary, R. and Bergmueller, R. (2008). Distinguishing four fundamental approaches to the evolution of helping. *Journal of Evolutionary Biology*, 21: 405–420. doi: 10.1111/j.1420-9101.2007.01482.x
- Burg, A. (1966). Visual acuity as measured by dynamic and static tests: A comparative evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 50:460–466.
- Campbell, J.L., Richard, C.M., Brown, J.L. and McCallum, M. (2007). *Crash Warning System Interfaces: Human Factors Insights and Lessons Learned*. NHTSA DOT HS 810 697, available at:
http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/Crash%20Avoidance/2007/CW_S_HF_Insights_Task_5_Final_Rpt.pdf
- Cerella, J. (1985). Information processing rates in the elderly. *Psychological Bulletin*, 98: 67–83.
- Charlton, J. (2006). Characteristics of older drivers who adopt self-regulatory driving

- behaviours. *Transportation Research Part F*, 9, n°5, 363-373.
- Charness, N. and Bosman, E.A. (1992). Human factors and age. In: Craik, F.I.M., Salthouse, T.A. (eds.), *Handbook of Aging and Cognition*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp. 495–551.
- Cheng, S. Y. and Trivedi, M. M. (2006). Turn-intent analysis using body pose for intelligent driver assistance. *IEEE Pervasive Computing*, vol. 5, no. 4, pp. 28–37, Oct-Dec 2006, special Issue on Intelligent Transportation Systems.
- Christoffersen, K., and Woods, D. D. (2002). How to make automated systems team players. *Advances in Human Performance and Cognitive Engineering Research*, 2, 1-12.
- Clancey, W. B. (2004). Roles for agent assistants in field science: Understanding personal projects and collaboration. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics--Part C: Applications and Reviews*, 32(2), 125-137.
- Clark, H. and Wilkes-Gibbs, D. (1986). Referring as a Collaborative Process. *Cognition*, vol. 22, no. 1, pp. 1–39.
- Clark, H.H. and Brennan, S.E. (1991). Grounding in Communication. *Perspectives on socially shared cognition*, Lauren B. Resnick, John M. Levine, and Stephanie D. Teasley (eds.), American Psychological Association, Washington, pp.127-149.
- Clark, Herbert H. (1996). *Using Language*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Clarke, D.D., Ward, P.J. and Jones, J. (1998). Overtaking road-accidents: Differences on maneuver as a function of driver age. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 455-467.
- de La Fortelle, A., Qian, X., Diemer, S., Grégoire, J., Moutarde, F., Bonnabel, S., Marjovi, A., Martinoli, A., Llatser, I. and Festag, A. (2014). Network of automated vehicles: The AutoNet2030 vision. Presented at: *21st World Congress on Intelligent Transport Systems*, Detroit, Michigan, USA, September 7-11, 2014, available at: <http://infoscience.epfl.ch/record/200533/files/ITSWC2014-AutoNet2030-v4.pdf>.
- Dewey, J. and Bentley, A. (1949). *Knowing and the Known*. Beacon Press, Boston.
- Doi, A., Butsuen, T., Niibe, T., Takeshi, T., Yamamoto, Y. and Seni, H. (1994). Development of a rear-end collision avoidance system with automatic brake control. *JSAE Review*, 15 , p. 335–340.
- Doshi, A. and Trivedi, M. M. (2009). On the roles of eye gaze and head pose in predicting driver's intent to change lanes. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 10, no. 3, pp. 453–462, Sep. 2009.
- Dugatkin, L. A. (1997) *Cooperation among animals: an evolutionary perspective*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Dugatkin, L.A., (1992). Tendency to inspect predators predicts mortality risk in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Behav. Ecol.* 3, 124-128.
- Dugatkin, L-A. and Mesterton-Gibbons, M. (1996). Cooperation among unrelated individuals: reciprocal altruism, by-product mutualism and group selection in fishes. *BioSystems* 37, 19-30
- Endsley M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37 (1), 32-64.
- Ericsson, K.A. and Simon, H.A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data*, MIT Press, Cambridge, MA
- ETSI EN 302 665 Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture, V1.1.1, 2010.
- ETSI TC ITS TS 102 637-2 Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service, V1.1.1, 2010.
- ETSI TC ITS, TS 102 637-3 Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 3: Specification of Decentralized Environmental Notification Basic Service, V1.1.1, 2010

- Evans, L., and Wasielewski, P. (1982). Do accident involved drivers exhibit riskier everyday driving behavior? *Accident Analysis and Prevention*, 14, 57-64.
- Feltovich, P. J., Bradshaw, J. M., Jeffers, R., Suri, N. and Uszok, A. (2004). Social order and adaptability in animal and human cultures as analogues for agent communities: Toward a policy-based approach. In A. Omacini, P. Petta & J. Pitt (Eds.), *Engineering societies in the agents world IV, Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3071, p. 21-48, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- Fujita, Y., Akuzawa, K. and Sato, M. (1995). Radar brake system. *Proceedings of Annual meeting of ITS America*, p. 95–101.
- Fukushima, M., Kawata, K. and Tsukada, N. (2009). Progress of vehicle–infrastructure cooperative safety support system, DSSS, in Japan (Paper No. 2889). *16th ITS World Congress*, Stockholm, Sweden.
- Gabaude, C. (2003). Exploration des capacités visuelles et attentionnelles des conducteurs âgés. Intérêts et techniques. *Recherche Transports Sécurité*, 81, 165-176.
- Gehlen, G., Ramme, F., Sories, S. and Jodlauk, G. (2007). Cooperative cars—Using cellular communications for co-operative automotive applications (Paper No. 2258). *2007 ITS World Congress*, Beijing, China.
- Gogging, N. and Stelmach, G. (1990): Age-related deficits in cognitive-motor skills. In Lovelace (Ed.): *Aging and cognition. Mental processes, self-awareness and interventions*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers.
- Gowal, S. and Martinoli, A. (2012). Real-time Optimization of Trajectories that Guarantee the Rendezvous of Mobile Robots. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Vilamoura, Algarve, Portugal.
- Gregoire, J., Bonnabel, S. and de la Fortelle, A. (2012). Optimal Cooperative Motion Planning for Vehicles at Intersections. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, Spain.
- Grubb, G., Jakobsson, E., Beutner, A. and Ahrholdt, M. (2009). Automatic queue assistance to aid under-loaded drivers. *Proc. 16th World Congress on ITS*, Stockholm, Sweden
- Hakamies-Blomqvist, L., Mynttinen, S., Backman, M. and Mikkonen, V. (1999): Age-Related Differences in Driving: Are Older Drivers More Serial? *International Journal of Behavioral Development* 23: 575–589.
- Heeschen, V., Schiefenhovel, W. and Eibl-Eibesfeldt, I. (1980). Requesting, Giving, and Taking: The Relationship Between Verbal and Nonverbal Behavior in the Speech Community of the Eipo, Irian Jaya (West New Guinea), In: *The Relationship of Verbal and Nonverbal Communication*, Key, Mary Ritchie (ed.), The Hague: Mouton, pp. 139-165.
- Hegeman, G., van der Horst, A.R.A. and Hoogendoorn, S.P. (2007). Functioning and acceptance of an overtaking assistant design tested in a driving simulator study. In: *Proceedings of the 86th Meeting of the Transportation Research Board*. Washington, DC.
- Hewson, P. (2006). Ageing drivers or ageing casualties? Presented at *The Older People in Rural Area (OPeRA) Research Conference*, Taunton.
- Hollnagel, E. (1993). *Human Reliability Analysis: Context and Control*. Harcourt Brace, London
- Hollnagel, E., Nabo, A. and Lau, I.V. (2003). A system model of driver in-control. *Proceedings of the second international driving symposium on human factors in driver assessment, training and vehicle control*, Park City, Utah, p. 86-91.
- Hoyer, W. (1990): Levels of knowledge utilization and visual information processing. In Hess, T. (Ed.): *Aging and cognition. Knowledge organization and utilization*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers.
- Hutchins, E. and Klausen, T. (2000). Distributed Cognition in an Airline Cockpit. In *Cognition and communication at work*, Y. Engström and D. Middleton (Eds.) Cambridge University Press,

- New York, NY, pp. 15-34.
- Ibanez-Guzman, J., Lefevre, S., Mokkadem, A. and Rodhaim, S. (2010). Vehicle-to-vehicle communications applied to road intersection safety field results. *13th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems* (pp. 192–197). Madeira Island, Portugal.
- Ji, M. and Egerstedt, M. (2007). Distributed Coordination Control of Multiagent Systems while Preserving Connectedness. *IEEE Trans. on Robotics*, 23(4):693–703.
- Kiefer, R., LeBlanc, D., Palmer, M., Salinger, J., Deering, R. and Shulman, M. (1999). *Development and Validation of Functional Definitions and Evaluation Procedures for Collision Warning/Avoidance System*, NHTSA Technical Report DOT HS 808 964, available online at: http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/87101!.pdf
- Klein, G. (2001). Features of team coordination. In M. McNeese, M. R. Endsley & E. Salas (Eds.), *New trends in cooperative activities*. Santa Monica, CA: HFES.
- Klein, G., Feltovich, P. J., Bradshaw, J. M. and Woods, D. D. (2005) Common Ground and Coordination in Joint Activity, in *Organizational Simulation* (eds W. B. Rouse and K. R. Boff), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. doi: 10.1002/0471739448.ch6
- Koschmann, T. D., LeBaron, C., Goodwin, C. and Feltovich, P. J. (2001). Dissecting common ground: Examining an instance of reference repair. In *Proceedings of the 23rd Conference of the Cognitive Science Society*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kuge, N., Yamamura, T., Shimoyama, O. and Liu, A. (2000). A driver behaviour recognition method based on a driver model framework. *Proceedings of the Society of Automotive Engineers World Congress, 2000*.
- Lee, K. and Peng, H. (2005). Evaluation of automotive forward collision warning and collision avoidance algorithms. *Vehicle System Dynamics*, Vol. 43, No. 10, October 2005, pp. 735–751.
- Lee, S. E., Olsen, C. B. and Wierwille, W.W. (2004). A comprehensive examination of naturalistic lane changes. *Report DOT HS 809702*, NHTSA, U.S. Department of Transportation, March 2004.
- Lerner, N. D., Ratte, D. J., Huey, R. W., Jr., McGee, H. W. and Hussain, S. F. (1990). *Literature review: Older driver perception-reaction time* (Contract DTFH 61-90-C-00038, Task B Working Paper). Washington, D.C.: U. S. DOT, Federal Highway Administration.
- Maturana, H.R. and Varela, F.J. (1998). *The Tree of Knowledge*. Shambhala, Bostn & London, ISBN 978-0-87773-642-4
- Maynard Smith, J. (1982). *Evolution and the theory of games*. Cambridge University Press, Cambridge.
- McCall, J. C. and Trivedi, M. M. (2007). Driver behavior and situation aware brake assistance for intelligent vehicles. *Proc. IEEE*, vol. 95, no. 2, pp. 374–387, Feb. 2007, special Issue on Advanced Automobile Technology.
- McCall, J. C., Wipf, D., Trivedi, M. M. and Rao, B. (2007). Lane change intent analysis using robust operators and sparse bayesian learning. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 8, no. 3, pp. 431–440.
- McGwin, J. and Gerald B.D.B. (1999). Characteristics of traffic crashes among young, middle-aged, and older drivers. *Accident Analysis & Prevention* 31 (3), 181–198, [http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575\(98\)00061-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575(98)00061-X).
- Mehani, O. and de la Fortelle, A. (2007). Trajectory Planning in a Crossroads for a Fleet of Driverless Vehicles. *Proceedings of the 11th international conference on Computer aided systems theory (EUROCAST'07)*, p.p. 1159–1166, Berlin, Heidelberg, 2007. Springer-Verlag.
- Mehrabian, A. (1972). *Nonverbal Communication*. Chicago, IL: Aldine-Atherton. ISBN 0-202-

- 30966-5.
- Melis, A.P. and Semmann, D. (2010). How is human cooperation different? *Phil. Trans. R. Soc. B* 2010 365, 2663-2674
- Michon, J.A. (1985). A critical view of driver behavior models: What do we know, What should we do? In: L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety* (pp. 485-520), New York: Plenum Press, 1985.
- Morris, B., Doshi, A. and Trivedi, M. (2011). Lane Change Intent Prediction for Driver Assistance: On-Road Design and Evaluation. *2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Baden-Baden, Germany, June 5-9, 2011
- Mourant, R. R. and Donahue, R. J. (1974). Mirror sampling characteristics of Drivers. *Society of Automotive Engineers*, no. 740964.
- Musselwhite, C. and Haddad, H. (2010). Exploring older drivers' perceptions of driving. *European Journal of Ageing* 7 (3), 181–188, <http://dx.doi.org/10.1007/s10433-010-0147-3>.
- Najm, W.G., Stearns, M.D., Howarth, H., Koopmann, J. and Hitz J. (2006). Evaluation of an Automotive Rear-End Collision Avoidance System. U.S. Department of Transportation, *National Highway Traffic Safety Administration*, available at: http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/14303_files/14303.pdf.
- NHTSA DOT HS 810 697 (2007). *Crash Warning System Interfaces: Human Factors Insights and Lessons Learned*, January 2007.
- NHTSA Project No. DTNH22-91-C-07004 (1996). *PRELIMINARY HUMAN FACTORS GUIDELINES FOR CRASH AVOIDANCE WARNING DEVICES*, January 1996, available at: http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/5583.pdf.
- Noë, R. (2006). Cooperation experiments: coordination through communication vs. acting apart together. *Anim. Behav.* 71: 1–18.
- Norman, D. A. (1992). Turn signals are the facial expressions of automobiles. In: *Turn Signals Are the Facial Expressions of Automobiles*. (pp. 117-134). Reading, MA: Addison-Wesley.
- Olfati-Saber, R., Fax, J. A. and Murray, R. M. (2007). Consensus and Cooperation in Networked Multi-agent systems. *Proceedings of the IEEE*, 95(1):215–233.
- Oliver N. and Pentland, A. P. (2000). Graphical models for driver behavior recognition in a smartcar. *IEEE Proceedings of Symposium on Intelligent Vehicles*.
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Sloane, M.E., Roenker, D.L., White, M.F. and Overley, E.T. (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *Journal of the American Medical Association* 279 (14), 1083–1088, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.279.14.1083>.
- Oxley, J., Fildes, B., Corben, B. and Langford, J. (2006). Intersection design for older drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 9 (5), 335–346, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2006.06.005>.
- Portouli, E., Nathanael, D. and Marmaras, N. (2014). Drivers' Communicative Interactions: On-road observations and modelling for integration in future automation systems. *Ergonomics*, DOI: 10.1080/00140139.2014.952349.
- Portouli, E., Nathanael, D., Marmaras, N. and Papakostopoulos, V. (2012). Naturalistic observation of drivers' interactions while overtaking on an undivided road. *Work* 41, pp. 4185-4191, DOI: 10.3233/WOR-2012-0120-4185, IOS Press.
- Reich, W. (2011). The cooperative nature of communicative acts. *Journal of Pragmatics*, Volume 43, Issue 5, p. 1349–1365.
- Renner, L. and Johansson, B. (2006). Driver coordination in complex traffic environments. ECCE '06 *Proceedings of the 13th European conference on Cognitive ergonomics: trust and control in complex socio-technical systems*, ACM New York, NY, USA 2006, ISBN: 978-3-

906509-23-5 doi>10.1145/1274892.1274899.

- Rummel, R.J. (1976). *Understanding Conflict and War: Vol. 2: The Conflict Helix*, Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Sachs, J. L., Mueller, U. G., Wilcox, T. P. and Bull, J. J. (2004). The evolution of cooperation. *Q Rev Biol* 79, 135–160.
- Sahin, E. (2005). Swarm Robotics: From Sources of Inspiration to Domains of Application. In Sahin E. and Spears W., editors, *Proceedings of the SAB 2004 Workshop on Swarm Robotics*, July 2004, Santa Monica, CA, USA. *Lecture Notes in Computer Science* (2005), Vol. 3342, pp. 10-20.
- Salthouse, T. (1989): Ageing and skilled performance. In A M Colley & J R Beech (Eds.) *Acquisition and performance of cognitive skills*, 247–264. New York: Wiley.
- Salvucci, D. D., Mandalia, H. M., Kuge, N. and Yamamura, T. (2007). Lane-change detection using a computational driver model. *Human Factors*, vol. 49, no. 3, June 2007.
- Schubert, R., Richter, E. and Wanielik, G. (2008). Comparison and Evaluation of Advanced Motion Models for Vehicle Tracking. In *Proceedings of the 11th International Conference of Information Fusion*, available online at: <http://isif.org/fusion/proceedings/fusion08CD/papers/1569107835.pdf>.
- Searle, J. (1975). Indirect speech acts. In *Syntax and Semantics, 3: Speech Acts*, P. Cole & J. L. Morgan (eds.), pp. 59–82. New York: Academic Press.
- Shladover, S. (2005). Automated vehicles for highway operations (automated highway systems). *Proc. Inst. Mech. Eng. I, J. Syst. Control Eng.*, 219, (1), pp. 53 –75.
- Sivak M. and Schoettle B. (2015). *Road Safety with Self-Driving Vehicles: General Limitations and Road Sharing with Conventional Vehicles*. The University of Michigan, UMTRI-2015-2, January 2015
- Sorokin, P. (1969). *Society, Culture and Personality*, New York: Cooper Square.
- Stanton, N. A., Stewart, R., Harris, D., Houghton, R. J., Baber, C., McMaster, R., Salmon, P. M., Hoyle, G., Walker, G. H., Young, M. S., Linsell, M., Dymott, R., and Green, D. (2006). Distributed situation awareness in dynamic systems: theoretical development and application of an ergonomics methodology. *Ergonomics*, 49, pp. 1288 – 1311.
- Stanton, N.A. and Young, M. S. (1998). Vehicle automation and driving performance, *Ergonomics*, 41:7, pp. 1014-1028.
- Stelmach, G.E. and Nahom, A. (1992): Cognitive-motor abilities of the elderly driver. *Human Factors*, 34: 53–65.
- Tideman. M., van der Voort, M.C. and van Arem, B. (2010). A new scenario based approach for designing driver support systems applied to the design of a lane change support system. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 18, Issue 2, April 2010, pp. 247-258.
- Tijerina, L. , Garrott, W. R., Stoltzfus, D. and Parmer, E. (2005). Eye glance behavior of van and passenger car drivers during lane change decision phase. *Transportation Research Record*, vol. 1937, pp. 37–43.
- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T. and Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 675-735.
- Triggs, T. and Harris, W. G. (1982). *Reaction time of drivers to road stimuli* (Human Factors Report HFR-12). Melbourne, Australia: Monash University.
- Villame T. (2004). Conception de systèmes d’assistance au conducteur: comment prendre en compte le caractère complexe, dynamique et situé de la conduite automobile? Cognition située et conception de systèmes d’assistance au conducteur, *@ctivités*, 1(2), pp. 146-169.
- Walker, G.H., Stanton, N.A. and Young, M.S. (2008). Feedback and driver situation awareness

- (SA): A comparison of SA measures and contexts. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 11, Issue 4, pp. 282–299.
- Warneken, F., Chen, F. and Tomasello, M. (2006). Cooperative Activities in Young Children and Chimpanzees. *Child Development*, May/June 2006, Volume 77, Number 3, Pages 640 – 663
- Weingarten, K. and Mechner, F. (1966). The contingency as an independent variable of social interaction. In T. Verhave (Ed.), *The experimental analysis of behavior: Selected readings* (pp. 447-459). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Wickens, C.D. and Hollands J.G. (1999). *Engineering Psychology and Human Performance*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Wilde, G. J. S. (1972). General survey of efficiency and effectiveness of road safety campaigns: Achievements and challenges. *Paper presented at the International Congress on Road Safety Campaigns, The Hague, Holland, October 19-20*.
- Wilde, G.J.S (1976). Social Interaction Patterns in Driver Behavior: An Introductory Review. *Human Factors*, 18(5), 477-492.
- Wilde, G.J.S. (1982). The theory of risk homeostasis: implications for safety and health. *Risk Analysis*, 2, pp. 209-225.
- Winograd, T. and Flores, F. (1986). *Understanding Computers and Cognition*. Adison-Wesley.
- Zalesny, M. D., Salas, E. and Prince, C. (1995). Conceptual and measurement issues in coordination: Implications for team behavior and performance. In M. D. Zalesny, E. Salas & C. Prince (Eds.), *Research in personnel and human resources management* (Vol. 13, pp. 81-115). Greenwich, CT: JAI Press Inc.

Παράρτημα: Ερωτηματολόγια του πειράματος προσομοίωσης

Αρχικό Ερωτηματολόγιο

ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ: _____

1. Το φύλο σας άνδρας γυναίκα

2. Η ηλικία σας _____ χρονών

3. Πόσο καιρό έχετε άδεια οδήγησης επιβατικού αυτοκινήτου; _____ χρόνια

4. Συνολικά, πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε κατά μέσο όρο ανά έτος; λιγότερο από 10 000 χιλιόμετρα/χρόν

10 001-20 000 χιλιόμετρα/χρόνο

20 001-30 000 χιλιόμετρα/χρόνο

30 001-50 000 χιλιόμετρα/χρόνο

50 001 χιλιόμετρα/χρόνο ή περισσότερα

5. Πώς θα περιγράφατε τον εαυτό σας όσον αφορά την οδηγική σας συμπεριφορά;

Πολύ άπειρος οδηγός

Άπειρος οδηγός

Ούτε άπειρος, ούτε έμπειρος

Έμπειρος οδηγός

Πολύ έμπειρος οδηγός

6. Πώς θα περιγράφατε το στυλ οδήγησης σας γενικά;

Πολύ συντηρητικό

Συντηρητικό

Ισορροπημένο

Δυναμικό

Πολύ δυναμικό

7. Πόσο εξοικειωμένος/η είστε με τα παρακάτω;

	Δεν έχω ποτέ ακούσει για αυτό	Γνωρίζω τι είναι αλλά δεν το έχω χρησιμοποιήσει	Έχω κάποια εμπειρία χρήσης	Έχω σημαντική εμπειρία χρήσης
Προσομοιωτής οδήγησης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σύστημα πλοήγησης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σύστημα έξυπνης διατήρησης ταχύτητας (Advanced Cruise Control)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σύστημα προειδοποίησης εμπρόσθιας σύγκρουσης (προειδοποιεί τον οδηγό όταν υπάρχει κίνδυνος σύγκρουσης με το προπορευόμενο όχημα)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σύστημα προειδοποίησης σύγκρουσης κατά την αλλαγή λωρίδας (προειδοποιεί όταν υπάρχει κίνδυνος σύγκρουσης με όχημα στην πλευρική λωρίδα)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ημερομηνία: _____

Ομάδα: «Χρόνου» - «Χρόνου+Πρόθεσης»

«Χρόνου+Πρόθεσης» - «Χρόνου»

Ερωτηματολόγιο μετά το πέρας κάθε συνθήκης

ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ: _____

Θέλουμε τη γνώμη σας για το σύστημα που μόλις δοκιμάσατε

1. Το σύστημα επηρέασε τον τρόπο που οδηγούσατε;

<i>Με έκανε να οδηγώ πολύ λιγότερο ασφαλώς</i>	<i>Με έκανε να οδηγώ μάλλον λιγότερο ασφαλώς</i>	<i>Καμία διαφορά</i>	<i>Με έκανε να οδηγώ μάλλον περισσότερο ασφαλώς</i>	<i>Με έκανε να οδηγώ πολύ περισσότερο ασφαλώς</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Οι προειδοποιήσεις του συστήματός σας έκαναν να νιώθετε:

<i>Πολύ λιγότερο ασφαλής</i>	<i>Μάλλον λιγότερο ασφαλής</i>	<i>Κάμμου διαφορά</i>	<i>Μάλλον περισσότερο ασφαλής</i>	<i>Πολύ περισσότερο ασφαλής</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Οι προειδοποιήσεις του συστήματός σας πρόσθεταν επιπλέον φόρτο κατά την οδήγηση;

<i>Αφαιρούσαν πολύ φόρτο</i>	<i>Μάλλον αφαιρούσαν φόρτο</i>	<i>Δεν τον επηρέαζαν</i>	<i>Μάλλον πρόσθεταν φόρτο</i>	<i>Πρόσθεταν πολύ φόρτο</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Οι προειδοποιήσεις του συστήματός σας αποσπούσαν την προσοχή σε στιγμές που δεν ήταν χρήσιμες;

<i>Σίγουρα δεν την αποσπούσαν</i>	<i>Μάλλον δεν την αποσπούσαν</i>	<i>Ούτε ναι ούτε όχι</i>	<i>Μάλλον την αποσπούσαν</i>	<i>Σίγουρα την αποσπούσαν</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τα εξής;

	<i>Διαφωνώ απόλυτα</i>	<i>Μάλλον διαφωνώ</i>	<i>Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ</i>	<i>Μάλλον συμφωνώ</i>	<i>Συμφωνώ απόλυτα</i>
Η εκμάθηση του συστήματός ήταν εύκολη	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τα εικονίδια στην οθόνη ήταν ευανάγνωστα (αρκετά μεγάλα, καλή αντίθεση)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Το νόημα των εικονιδίων ήταν εύκολα κατανοητό	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Μπορούσα εύκολα να καταλάβω την προειδοποίηση που λάμβανα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Ποια είναι η εντύπωσή σας για το σύστημα που μόλις δοκιμάσατε;

Πολύ Αρνητική

Αρνητική

Ουδέτερη

Θετική

Πολύ Θετική

Παρακαλώ εξηγήστε γιατί έχετε αυτή την εντύπωση:

7. Θα χρησιμοποιούσατε το σύστημα αυτό αν κυκλοφορούσε στην αγορά;

Οπωσδήποτε όχι

Μάλλον όχι

Ίσως, δεν μπορώ
να αποφασίσω

Μάλλον ναι

Οπωσδήποτε ναι

Ημερομηνία: _____

Ομάδα: «Χρόνου» - «Χρόνου+Πρόθεσης»

«Χρόνου+Πρόθεσης» - «Χρόνου»

Ερωτηματολόγιο μετά το πέρας και των δύο συνθηκών

ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ: _____

Θέλουμε τη γνώμη σας σχετικά με τη σύγκριση των δύο συστημάτων που μόλις δοκιμάσατε.

Σύστημα προειδοποιήσεων **χρόνου** σύγκρουσης



Σύστημα προειδοποιήσεων **χρόνου** σύγκρουσης **ΚΑΙ** ειδοποίησης για την **πρόθεση** του άλλου οδηγού



1. Οι προειδοποιήσεις ποιου από τα δύο συστήματα συμφωνούσαν περισσότερο με τη δική σας εκτίμηση του κινδύνου της κατάστασης και των συνθηκών;

Σίγουρα του
συστήματος **χρόνου**

Μάλλον του
συστήματος
χρόνου

Το ίδιο και τα δύο
συστήματα

Μάλλον του
συστήματος **χρόνου**
ΚΑΙ πρόθεσης

Σίγουρα του
συστήματος **χρόνου**
ΚΑΙ πρόθεσης

2. Οι προειδοποιήσεις ποιου από τα δύο συστήματα σας έκαναν να νιώθετε μεγαλύτερη σιγουριά;

Σίγουρα του
συστήματος **χρόνου**

Μάλλον του
συστήματος
χρόνου

Το ίδιο και τα δύο
συστήματα

Μάλλον του
συστήματος **χρόνου**
ΚΑΙ πρόθεσης

Σίγουρα του
συστήματος **χρόνου**
ΚΑΙ πρόθεσης

Ημερομηνία: _____

Ομάδα: «Χρόνου» - «Χρόνου+Πρόθεσης»

«Χρόνου+Πρόθεσης» - «Χρόνου»