



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ»

Μεταπτυχιακή εργασία

ΜΠΑΡΛΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Διπλ/χος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Τεχνολογίας Υπολογιστών

«ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ»
«INTELLIGENT VEHICLE SYSTEMS»

Επιβλέπων: Δρ.-Μηχ. Δ. Κουλοχέρης
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2015

Περίληψη

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση Ευφυών Συστημάτων Οχημάτων, η ανάλυση των επιμέρους τμημάτων τους και η λειτουργία τους σε ένα γενικότερο πλαίσιο Ευφυών Συστημάτων Μεταφορών. Αναλυτικά παρουσιάζονται τα συστήματα τοπικής ευφυΐας των οχημάτων με κυρίαρχα στοιχεία την προστασία και τη διασφάλιση της ομαλής οδηγικής συμπεριφοράς. Αυτό έχει ως στόχο της τοπικής ευφυΐας, τον έλεγχο της πέδησης και τον έλεγχο της επιτάχυνσης. Επίσης γίνεται αναφορά στα ασύρματα δίκτυα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων. Η τεχνολογία αυτή αφορά την ανάπτυξη των κατάλληλων συνθηκών για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών τύπων αυτοκινήτων καθώς και άλλων μεταφορικών μέσων. Ο σκοπός της επικοινωνίας αυτής είναι η άμεση και ακέραιη μεταφορά των κατάλληλων πληροφοριών με στόχο την ενημέρωση των χρηστών/οδηγών των οχημάτων αλλά ακόμα περισσότερο και τα ίδια τα οχήματα με στόχο την διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας του οδικού δικτύου. Στο κομμάτι αυτό παρουσιάζονται τα πρώτα ερευνητικά προγράμματα που οδήγησαν σε ένα πρωταρχικό ορισμό αυτών των συστημάτων και πλέον αρκετά από αυτά αρχίζουν και ενσωματώνονται στα οχήματα και τα πλαίσια της αγοράς. Στη συνέχεια αναφέρεται στο εθνικό στρατηγικό σχέδιο για την Ελλάδα καθώς και η δυνατότητα εφαρμογής τμημάτων των Ευφυών Συστημάτων Μεταφοράς σε γενικότερο πλαίσιο μαζί με τις δυνατότητες που θα προσφέρουν στις υποδομές. Τέλος γίνεται μια αναφορά στα ερευνητικά προγράμματα που είναι σε ενεργή διαδικασία αυτή τη στιγμή.

Abstract

The aim of this thesis is the presentation of Intelligent Vehicle Systems, the analysis of their individual parts and their function in context of Intelligent Transport Systems. In detail, the vehicle local intelligence systems with dominant elements, trying to protect and secure a smooth driving behavior. This is intended to influence the local intelligence, control of brake control and acceleration control. It also refers to wireless communication and data transfer networks. This technology is the development of appropriate conditions for data exchange between different types of vehicles and other transport means. The purpose of this communication is a direct and intact transfer of appropriate information in order to inform users-drivers of vehicles, but even more vehicles themselves in order to ensure a safe and variable transport network. In this section it is presented the research projects which led to a primary definition of these systems and now many of them are beginning to be used in vehicles of the market. Moreover it is refer to the national strategic plan for Greece and for the applicability sections of Intelligent Transport Systems in context and the possibilities that they offer for the country's infrastructure. Finally there is a reference to research programs that are active process at this time.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστώ θερμά τον κύριο Δημήτριο Κουλοχέρη ,επιβλέποντα καθηγητή μου που με εμπιστεύτηκε να εργαστώ σε ένα θέμα που διάλεξα ο ίδιος ,προσφέροντάς μου πολύτιμες συμβουλές και καθοδήγηση στην πορεία εξέλιξης της εργασίας. Επίσης τον ευχαριστώ για το χρόνο που διέθεσε τις στιγμές που χρειάστηκα τις συμβουλές του αλλά και για την άμεση ανταπόκριση του σε κάθε προβληματισμό μου.

Θέλω να ευχαριστώ θερμά τον Αδερφό μου που με βοήθησε στην μορφοποίηση του κειμένου και στις υποδείξεις του στον κειμενογράφο *Word*.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου, τους μεταπτυχιακούς συμφοιτητές που με βοήθησαν στην διάρκεια της φοίτησης μου στη σχολή, όπως και την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract	3
Περιεχόμενα	5
1 Εισαγωγή	8
1.1 Σκοπός Εργασίας	8
1.2 Δομή Εργασίας.....	8
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα ερευνητικά έργα στο κομμάτι των Ευφυών Συστημάτων Οχημάτων που λαμβάνουν χώρα αυτή τη στιγμή.	9
2 Στοιχεία Θεωρίας	10
2.1 Μηχανοτρονική	10
2.1.1 Όρος	10
2.1.2 Το ιστορικό.....	10
2.1.3 Στόχος.....	11
2.1.4 Παραδείγματα.....	11
2.1.5 Εφαρμογές Μηχανοτρονικής	12
2.1.6 Οι Ενεργοποιητές	13
2.1.7 Οι Αισθητήρες	13
2.2 Ασύρματη Επικοινωνία	14
2.2.1 GSM.....	14
2.2.2 GPS	16
3 ITS - Σύστημα Ευφυών Μεταφορών	20
3.1 Ιστορικό	20
3.2 Τεχνολογίες Ευφυών Μεταφορών	21
3.2.1 Ασύρματες Επικοινωνίες	21
3.2.2 Υπολογιστικές Τεχνολογίες.....	21
3.2.3 Επιπλέοντα Δεδομένα Οχήματος (Floating Car Data/ Floating Cellular Data).....	22
3.3 Τεχνολογίες Ανίχνευσης.....	23
3.3.1 Ανίχνευση με Βρόχους Επαγωγής.....	23
3.3.2 Ανίχνευση Οχημάτων με Κάμερες	23
4 Τεχνολογίες Ασφαλείας Αυτοκινήτων	25
4.1 Εισαγωγή.....	25
4.2 Υπάρχουσες τεχνολογίες σχετικά με την πέδηση	25
4.2.1 Σύστημα Αντιμπλοκαρίσματος Τροχών (ABS).....	25
4.2.2 Υποβοήθηση Πέδησης	26
4.2.3 Ηλεκτρονική Διανομή της Δύναμης Πέδησης	27
4.2.4 Ηλεκτρονικός Έλεγχος Ευστάθειας.....	27
4.3 Συστήματα σχετικά με την επιτάχυνση (throttle)	28
4.3.1 Έλεγχος Πλοήγησης.....	28

4.4 Μεικτά συστήματα.....	29
4.4.1 Αυτόνομος Έλεγχος Πλοήγηση	29
4.4.2 Συστήματα που διατίθενται	30
4.4.3 Σύστημα Ελέγχου Πρόσφυσης	31
5 Ασύρματα δίκτυα αυτοκινήτων.....	32
5.1 Ιστορική εξέλιξη.....	32
5.2 Χαρακτηριστικά του ασύρματου δικτύου αυτοκινήτων	33
5.3 Δραστηριότητες προτυποποίησης και Ευρωπαϊκά έργα.....	35
5.3.1 Οργανισμοί.....	35
5.3.2 Πρότυπα	37
5.4 Ευρωπαϊκά έργα.....	40
5.4.1 SAFESPOT	40
5.4.2 CVIS.....	41
5.4.3 COOPERS	42
5.5 Δρομολόγηση	43
5.6 Ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων	45
5.6.1 Πιθανές επιθέσεις	46
5.6.2 Ανάγκες ασφάλειας και προστασίας προσωπικών δεδομένων	47
5.6.3 Μετριασμός της απειλής.....	48
6 Επιρροή της εφαρμογής των ΕΣΜ (Ευφυών Συστημάτων Μεταφορών) στην Ελλάδα.....	49
6.1 Ο ρόλος των βιομηχανιών και των διαχειριστών	49
6.1.1 Στη βελτίωση της ασφάλειας και της διαφάνειας του μεταφορικού έργου	49
6.1.2 Στη βελτίωση της παραγωγικότητας του μεταφορικού έργου	49
6.1.3 Στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των Συνδυασμένων Μεταφορών ..	50
6.2 Η ανάπτυξη της Οικονομίας	50
6.2.1 Τουρισμός.....	50
6.2.2 Πρωτογενής και Δευτερογενής Παραγωγή	50
6.2.3 Ανάπτυξη Καινοτόμων Προϊόντων και Υπηρεσιών	51
6.3 Για τους χρήστες.....	51
6.3.1 Βελτίωση της οδικής ασφάλειας.....	51
6.3.2 Βελτίωση του χρόνου αναγγελίας εκτάκτου συμβάντος και παροχής βοήθειας	52
6.3.3 Βελτίωση της πληροφόρησης για τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε πραγματικό χρόνο.....	52
6.3.4 Βελτίωση της πληροφόρησης για τις πολυτροπικές μετακινήσεις	53
6.3.5 Βελτίωση της πληροφόρησης για τα μέσα μαζικής μεταφοράς	53
6.3.6 Βελτίωση και ενίσχυση της συνεργασίας οχήματος-υποδομής	53
6.4 Για την ενέργεια και το περιβάλλον	53
6.5 Για την έρευνα και την εγχώρια καινοτομία.....	54
7 Προγράμματα σε Εξέλιξη.....	57
7.1 DRIVE C2X.....	57
7.2 SEE-ITS.....	58
7.3 Σύστημα SCATS Adaptive Ελέγχου Κυκλοφορίας.....	58
7.4 ITS Joint Program Office.....	59

Βιβλιογραφία	60
Ιστολόγιο	61

1 Εισαγωγή

1.1 Σκοπός Εργασίας

Σκοπός αυτής της Μεταπτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση των Ευφυών Συστημάτων που ενσωματώνονται στα οχήματα και αποτελούν την τοπική ευφυΐα των οχημάτων, καθώς και η εφαρμογή συγκεκριμένων τεχνολογιών ασύρματων δικτύων για την ασφαλέστερη και πιο άμεση μεταφορά των σημάτων μεταξύ οχημάτων και συστήματος. Στο κείμενο παρουσιάζονται τα βασικά μηχανοτρονικά στοιχεία που παράγουν σήματα προειδοποίησης από τα οχήματα και τα ασύρματα πρωτόκολλα μεταφοράς τους. Τέλος γίνεται μια ανασκόπηση στις υποδομές που υπάρχουν στην χώρα μας σχετικά με αυτά τα Συστήματα και παρουσιάζονται ερευνητικά έργα που υλοποιούνται αυτή τη στιγμή σε Ευρωπαϊκό και Διεθνές Επίπεδο.

1.2 Δομή Εργασίας

Κεφάλαιο 1

Γίνεται μια εισαγωγή στο θέμα της εργασίας. Περιγράφεται η δομή του κειμένου.

Κεφάλαιο 2

Το κεφάλαιο αυτό παρέχει πληροφορίες για τα απαραίτητα αντικείμενα όπου απαιτούνται γνώσεις για την άμεση και καλύτερη ανάγνωση της εργασίας και επικεντρώνονται στην επεξήγηση των Μηχανοτρονικών συστημάτων και των Ασύρματων δικτύων.

Κεφάλαιο 3

Στο κεφάλαιο αυτό αναπτύσσεται η έννοια των Ευφυών Συστημάτων Μεταφορών που περιλαμβάνει την κατηγορία Οχημάτων. Στο κείμενο αυτό γίνεται μια παρουσίαση των στοιχείων που αποτελούν το σύνολο αυτών των συστημάτων.

Κεφάλαιο 4

Στο 4ο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των συστημάτων τοπικής ευφυΐας των οχημάτων που αποτελούν την αρχή παραγωγής σημάτων στο σύστημα ευφυΐας.

Κεφάλαιο 5

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας για την παρακολούθηση των σημάτων και την αποστολή νέων σημάτων από και προς τα οχήματα.

Κεφάλαιο 6

Στο 6ο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των υποδομών στα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών στην Ελλάδα και η ανάπτυξη σχεδίου ενσωμάτωσης τους στην καθημερινότητα.

Κεφάλαιο 7

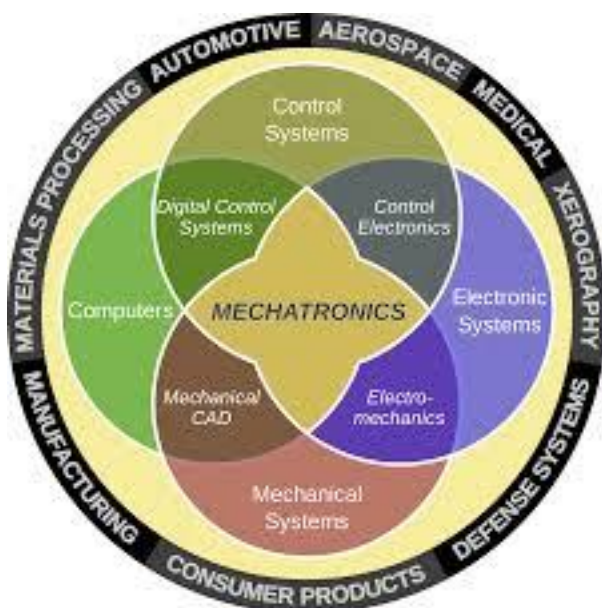
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα ερευνητικά έργα στο κομμάτι των Ευφύων Συστημάτων Οχημάτων που λαμβάνουν χώρα αυτή τη στιγμή.

2 Στοιχεία Θεωρίας

2.1 Μηχανοτρονική

2.1.1 Όρος

Ο όρος Μηχανοτρονική είναι ένας σύγχρονος νεολογισμός, ο οποίος υποδηλώνει τον συνδυασμό των επιστημών της Μηχανολογίας της Ηλεκτρονικής-Ηλεκτρολογίας και της Πληροφορικής, με σκοπό τη δημιουργία συστημάτων που απλοποιούν την παραγωγή. Στην πράξη σημαίνει τον εμπλουτισμό των κατά βάση μηχανολογικών συστημάτων με ηλεκτρονικά εξαρτήματα που αρκετά συχνά εμπεριέχουν λογισμικό.



Στη φιλοσοφία της Μηχανοτρονικής, ο ενσωματωμένος υπολογιστής ελέγχου είναι το κεντρικό στοιχείο, και ο πυρήνας της τεχνολογίας η οποία καθιστά τη Μηχανοτρονική ένα μοναδικό τομέα. Ψηφιακά και αναλογικά κυκλώματα, μαζί με επενεργητές και επιστημονικά όργανα περιβάλλουν άμεσα τον υπολογιστή ελέγχου και λειτουργούν προσαρμοστικά μεταξύ του υπολογιστή και του ελεγχόμενου φυσικού συστήματος. Τα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν το κάθε σύγχρονο μηχανικό σύστημα, καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από την εφευρετικότητα και αποτελεσματικότητα του ενσωματωμένου σε αυτό λογισμικού. Τα παρεμβαλλόμενα στοιχεία υποστηρίζουν το λογισμικό αυτό παρέχοντάς του τις τρέχουσες πληροφορίες από το ελεγχόμενο σύστημα και μεταφράζοντας τις εντολές του σε ενεργή παροχή διαμορφωμένης ισχύος.

2.1.2 Το ιστορικό

Η Μηχανοτρονική επικεντρώνεται στη μηχανική, στην ηλεκτρονική, στη μηχανολογία συστημάτων ελέγχου των ηλεκτρονικών υπολογιστών και στη μοριακή μηχανική. Ένας συνδυασμός δηλαδή που έχει ως στόχο να καταστήσει την παραγωγή, απλούστερη, πιο οικονομική, αξιόπιστη και ευέλικτη. Ο όρος «Μηχανοτρονική» επινοήθηκε για πρώτη φορά από τον Tetsuro Mori, ανώτερο μηχανικό της ιαπωνικής εταιρείας Yaskawa, το 1969. Η Μηχανοτρονική εναλλακτικά, μπορεί να αναφέρεται και ως η Επιστήμη των «ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων» ή λιγότερο συχνά ως η Επιστήμη «ελέγχου και αυτοματισμού της μηχανικής». Το 1982 πάντως επιτράπηκε από την εταιρεία η ελεύθερη χρήση του όρου. Η Μηχανοτρονική

αποτελεί το άμεσο εκείνο υπόβαθρο για την έρευνα στον τεχνικό τομέα της Κυβερνητικής. Σημαντικές φυσιογνωμίες και χρονολογίες σταθμοί στην Κυβερνητική και κατ επέκταση στη Μηχανοτρονική υπήρξαν, το 1936 από τον Άλαν Τούρινκ, το 1948 από τους Νόρμπερτ Βίνερ και Μόρθυ (Morthy), με τις μηχανές ψηφιακού ελέγχου που αρχικά αναπτύχθηκαν το 1946, με τον τηλεχειρισμό το 1951 από τον Γκερτζ (Goertz), καθώς και από την ανώνυμη εταιρεία Bedford Associates που αναπτύχθηκε το 1968.

Οι ορισμοί της Μηχανοτρονικής επί του παρόντος υπάρχουν διάφοροι ορισμοί της Μηχανοτρονικής, ανάλογα με την περιοχή ενδιαφέροντος. Ειδικότερα, η UNESCO ορίζει για τη Μηχανοτρονική ότι είναι: «Η συνεργιακή ολοκλήρωση της μηχανολογίας με την ηλεκτρονική και τον ευφυή υπολογιστή ελέγχου στο σχεδιασμό και την κατασκευή των προϊόντων και διαδικασιών». Ωστόσο ένας πιο ενδιαφέρων ορισμός είναι ότι Μηχανοτρονική είναι: «Η μελέτη και κατασκευή των ευφυών μηχανικών συστημάτων». Κάτω από αυτή τη θεώρηση, η Μηχανοτρονική μπορεί να ερμηνευθεί ως «Η εφαρμογή πολύπλοκης διαδικασίας λήψης αποφάσεων κατά τη λειτουργία φυσικών συστημάτων». Η Μηχανοτρονική όπως προαναφέρθηκε, πρόκειται να συγχωνεύσει τις πιο πάνω επιστήμες και να περιγράψει αντί διάφορων προτύπων ένα γενικό ολιστικό Μηχανοτρονικό σύστημα.

2.1.3 Στόχος

Τα συστήματα της Μηχανοτρονικής έχουν ως στόχο να μετατρέψουν με την τεχνολογία που τα διέπει (Επεξεργαστές, Ενεργοποιητές, Αισθητήρες, κ.λπ.), τη μορφή της ενέργειας αλλά και των υλικών, τη μεταφορά τους και την περαιτέρω επεξεργασία τους καθώς και τη μεταφορά ή/και αποθήκευση των πληροφοριών.

Ένα μηχανοτρονικό σύστημα αποτελείται κυρίως από μηχανισμούς κίνησης, ελέγχου και αισθητήρων, ενώ η παραδοσιακή Μηχανική αποτελείται μόνο από μηχανισμούς και ενεργοποιητές, και προαιρετικά μπορεί να ενσωματωθεί ο έλεγχος. Η Μηχανοτρονική όμως ενσωματώνει όλες τις απαιτούμενες προϋποθέσεις για έλεγχο κλειστού βρόχου και ως εκ τούτου και τους ανάλογους αισθητήρες. Ένα μηχανοτρονικό σύστημα είναι ένα σύστημα το οποίο ενσωματώνει την ψηφιακή επεξεργασία σήματος και την έκδοση του σήματος αυτού σε ένα τελικό σημείο δράσης μέσω ενός ενεργοποιητή, δημιουργώντας κινήσεις ή ενέργειες σχετικά με το σύστημα. Είναι δηλαδή ένα ολοκληρωμένο σύστημα με αισθητήρες, μικροεπεξεργαστές και ελεγκτές.

Τα συστήματα Μηχανοτρονικής μπορούν να διαιρεθούν έτσι σε ομάδες λειτουργίας, να διαμορφωθούν σε εκείνους τους βρόχους αυτόματου ελέγχου και να αποτελέσουν μέρος των ενότητων με τα μηχανικά-ηλεκτρικά-μαγνητικά-θερμικά-οπτικά στοιχεία τους και την τεχνολογία αισθητήρων. Κύριος σκοπός τους είναι η συλλογή των μετρημένων μεταβλητών της επιβλέπουσας κατάστασης, η ενεργοποίηση - κανονικοποίηση, ο έλεγχος και η επεξεργασία καθώς επίσης και η πληροφορική στην επεξεργασία δεδομένων.

2.1.4 Παραδείγματα

- Μηχανοτρονικών Συστημάτων
- Χειρισμός/συστήματα ρομπότ
- Ενότητες εργαλειομηχανών
- Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές
- Κίνηση και έλεγχος φορέα CD/DVD Player
- Ανεμογεννήτριες
- Αντιολισθητικά συστήματα αυτοκινήτων

- Ηλεκτρονικά προγράμματα σταθερότητας οχημάτων Ειδικά για τα δύο τελευταία παραδείγματα, τα ηλεκτρονικά και το λογισμικό αντικαθιστούν τα μικρότερης ακρίβειας, πιο ευπαθή και πιο ακριβά αναλογικά μηχανικά συστήματα με ψηφιακό ηλεκτρονικό έλεγχο, όπως τα συστήματα αντιεμπλοκής πέδησης (ABS), τα συστήματα ελέγχου μείγματος, προπορείας, σπινθρισμού (ECU) και τα συστήματα ελέγχου ολίσθησης (ASP/ ESP) στα αυτοκίνητα. Παγκοσμίως η μηχανοτρονική είναι αντικείμενο ειδίκευσης μηχανολόγων ή μηχανικών παραγωγής.

2.1.5 Εφαρμογές Μηχανοτρονικής

Η απλούστερη εφαρμογή αφορά στη δυναμική ανάλυση ενός μηχανικού συστήματος και τον (ενεργό, ημι - ενεργό ή παθητικό) έλεγχό του. Οι πιο σημαντικές εφαρμογές της Μηχανοτρονικής είναι η ρομποτική, τα συστήματα μεταφορών, συστήματα αυτοκινήτου, συστήματα παραγωγής, μηχανές CNC και οι βιομηχανοτρονικές νανομηχανές.

Η τελειότερη όμως εφαρμογή της Μηχανοτρονικής είναι το Ρομπότ. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η Ρομποτική αποτελεί κλάδο της Μηχανοτρονικής.

Ρομποτική είναι η τέχνη του σχεδιασμού και της κατασκευής επαναπρογραμματιζομένων στοιχείων-συσκευών ευέλικτων και ικανών να εκτελούν διάφορες λειτουργίες. Το επίπεδο του αυτοματισμού είναι πολύ πιο ευέλικτο και δείχνει τις μελλοντικές τάσεις στην υπόλοιπη μηχανοτρονική. Η εφαρμογή της μηχανοτρονικής στη μεταφορά λαμβάνει χώρα κατά το σχεδιασμό των ενεργητικών μηχανισμών (π.χ. ενεργός αναστολή), των κραδασμών ελέγχου, των μηχανισμών σταθεροποίησης και της αυτόνομης πλοήγησης.

Στην κατασκευή, η Μηχανοτρονική έχει χρησιμοποιηθεί για μοντέλα διακριτών κατά περίπτωση συστημάτων και έχει υποβάλει αίτηση για το βέλτιστο σχεδιασμό των γραμμών παραγωγής, καθώς και τη βελτιστοποίηση των υφιστάμενων διαδικασιών. Επίσης, έχει συμβάλει στην αυτοματοποίηση των γραμμών παραγωγής και τη δημιουργία της έννοιας της ευέλικτης κατασκευής.

Μηχανοτρονική είναι η ιστορία του ψηφιακού ελέγχου μηχανών. Σε αυτό το θέμα οι τελευταίες εξελίξεις είναι η ανάλυση, ανίχνευση και έλεγχος των κραδασμών και της θερμοκρασίας, τα εργαλεία κοπής, οι μέθοδοι διάγνωσης και εργαλεία κοπής για ταχεία προτυποποίηση, EDM λέιζερ και σύνθεση. Στο πεδίο αυτό γίνεται σύντομη εισαγωγή στην προσομοίωση δυναμικών μηχανικών συστημάτων, στον έλεγχο κατασκευών και ιδιαίτερα στη χρήση μεθόδων Ανάλυσης και Μοντελοποίησης ευφυούς ελέγχου και συγκεκριμένα, σε μεθόδους οι οποίες στηρίζονται σε:

- ασαφή λογική,
- νευρωνικά δίκτυα,
- συναφείς υβριδικές τεχνικές,
- γενετικούς αλγόριθμους

Η βασική γνώση της τεχνικής δυναμικής καθώς και η δυνατότητα τουλάχιστον χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή θεωρούνται αναγκαία. Καθώς τα συστήματα αυτά σπάνια πληρούν τις προϋποθέσεις μιας μελέτης, το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται είναι πολύπλοκο (μη - γραμμικό), έχει ατέλειες, κ.λπ., γι αυτό και χρησιμοποιούμε τα προαναφερθέντα ευφυή συστήματα ελέγχου.

Γενικότερες εφαρμογές

- Αυτοματισμοί, και στον τομέα της ρομποτικής

- Σερβουδραυλική μηχανική
- Αισθητήρες και συστήματα ελέγχου
- Αυτοκινητοβιομηχανίες, στη σχεδίαση των υποσυστημάτων, όπως η αντί - εμπλοκή κατά την πέδηση
- Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, του σχεδιασμού μηχανισμών, όπως οι οδηγοί δίσκων
- Εφαρμοσμένη Μηχανοτρονική

Στον τομέα των μηχανισμών, τα κυριότερα προβλήματα είναι:

- Η μείωση της πολυπλοκότητας,
- Η κατάργηση των μηχανισμών και
- Η σύνθεση των επιμέρους Μηχανοτρονικών μηχανισμών.

Η μείωση της πολυπλοκότητας σχετίζεται με τη μείωση του αριθμού των στοιχείων του μηχανισμού και τη χρήση ευφυών ελέγχων. Η κατάργηση των μηχανισμών περιλαμβάνει την άμεση και πιο πολύπλοκη χρήση των ενεργοποιητών και των στοιχείων ελέγχου

2.1.6 Οι Ενεργοποιητές

Για τη λειτουργία ενός μηχανισμού απαιτείται μια πηγή ενέργειας. Αρχικά, αυτή η πηγή ήταν ζωικής προέλευσης, στη συνέχεια προήλθε από την ισχύ που παράγεται από τη ροή του αέρα ή του νερού, και στη συνέχεια η παραγόμενη ενέργεια ήρθε μέσω του ατμού, από μηχανές εσωτερικής καύσης και εν τέλει από γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος. Για να είναι αυτή η δύναμη ρυθμιζόμενη και να μπορεί να ελεγχθεί υπάρχουν οι ενεργοποιητές. Οι κυριότερες εξελίξεις της ενεργοποιητών στη Μηχανοτρονική είναι, η άμεση διαχείριση ενός μηχανισμού, με τη χρήση ηλεκτρομαγνητικών και πιεζοηλεκτρικών ενεργοποιητών. Ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο είδος των ενεργοποιητών οι ηλεκτρικοί κινητήρες, έχουν αναπτύξει νέα μαθηματικά μοντέλα στην έρευνα, νέα είδη διαχείρισης και νέες μορφές ελέγχου. Ένα είδος του ενεργοποιητή που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε ηλεκτροστατικούς ενεργοποιητές προέρχεται από το πεδίο της Νανομηχανικής.

Ο Έλεγχος Ένας χώρος που έχει αναπτυχθεί καλά στη Μηχανοτρονική είναι ο έλεγχος, ο οποίος επιτυγχάνεται είτε με τη χρήση των πλέον πρόσφατων τεχνικών της θεωρίας του αυτόματου ελέγχου, είτε με την ανάπτυξη ευφυών ελέγχων, η οποία επιδιώκει να βελτιώσει την αντίληψη του περιβάλλοντος και να αποκτήσει ένα καλύτερο εαυτό. Μερικά από τα πιο σημαντικά βήματα στον τομέα της Μηχανοτρονικής είναι τα νευρωνικά δίκτυα, η συρόμενη λειτουργία του ελέγχου, η ασαφής λογική και ο σταθερός έλεγχος.

2.1.7 Οι Αισθητήρες

Οι αισθητήρες είναι συσκευές που μπορούν να μετρήσουν την πρόοδο της εγκατάστασης ή το περιβάλλον. Οι αισθητήρες για την ενσωμάτωση των μηχανισμών είναι το αποτέλεσμα της χρήσης κλειστού βρόχου ελέγχων. Ένα καλά ανεπτυγμένο παράδειγμα είναι η χρήση τεχνητής όρασης, η οποία χρησιμοποιείται για να καθορίσει τη θέση και τον προσανατολισμό του μηχανισμού, το περιβάλλον ή τα εργαλεία. Ωστόσο, δεν είναι πάντα δυνατή η απευθείας μέτρηση μιας μεταβλητής. Η αξία των αισθητήρων εκτιμάται από το καθεστώς του παρατηρητή και τα φίλτρα

2.2 Ασύρματη Επικοινωνία

2.2.1 GSM

Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο (CEPT) το 1982, άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G) και τότε αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM). Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας το οποίο κάνει χρήση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων χρησιμοποιώντας την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων.

Το νέο σύστημα σχεδιάστηκε κυρίως για τη μετάδοση ομιλίας και λιγότερο για τη μετάδοση δεδομένων (fax, e-mail, αρχεία) και αναμενόταν να παρέχει καλύτερη ποιότητα ήχου, πανευρωπαϊκή περιαγωγή (roaming), εφαρμογές με χαμηλότερο κόστος, δυνατότητα για αυξημένη φασματική απόδοση, υψηλή ευελιξία και ανοικτή αρχιτεκτονική που θα επιτρέπει την εισαγωγή νέων υπηρεσιών στο άμεσο μέλλον .

Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκε επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η Ευρωπαϊκή του διάθεση στην Ευρώπη και η σημασία του ακρωνύμιου άλλαξε σε "Global System for Mobile Communications". Το πρότυπο GSM δεν ήταν μόνο ένα Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλεύοντας διάφορες ζώνες συχνοτήτων. Μέχρι το 1992 πολλές Ευρωπαϊκές χώρες είχαν λειτουργικά δίκτυα GSM εγκατεστημένα και έτσι το τελευταίο άρχισε να τραβάει το παγκόσμιο ενδιαφέρον. Ένας γενικός αριθμός συνδρομητών GSM (μέχρι το έτος 2008) απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα :

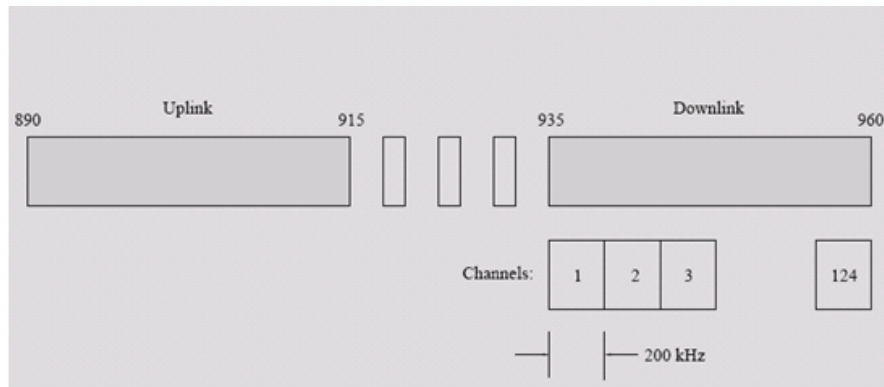
Market	Q4 2006	Q2 2007	Q4 2007	Q2 2008
World	2,190,084,047	2,432,990,168	2,709,900,985	2,925,454,308
Africa	195,832,145	232,061,178	273,079,330	306,485,511
Americas	218,384,266	255,639,490	302,471,377	338,342,270
Asia Pacific	825,958,067	949,496,716	1,082,653,571	1,219,674,193
Europe: Eastern	339,735,325	361,706,937	395,030,491	401,945,699
Europe: Western	390,738,824	390,666,845	389,712,986	370,819,907
Middle East	128,538,868	148,180,842	170,277,699	190,634,697
USA/Canada	90,896,552	95,238,160	96,720,693	97,552,031

Αριθμός συνδέσεων GSM

Οι ακόλουθοι παράγοντες διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην επιτυχία του GSM: Η απελευθέρωση του μονοπωλίου των τηλεπικοινωνιών στην Ευρώπη κατά την δεκαετία του 90' , η μείωση των τιμών και η διεύρυνση της αγοράς
Η έλλειψη ανταγωνισμού: Για παράδειγμα, στις ΗΠΑ και στην Ιαπωνία, ανταγωνιστικά πρότυπα για κινητές επικοινωνίες άρχισαν να ορίζονται μόνο αφού το GSM είχε είδη καλά εδραιωθεί. Η γνώση και η επαγγελματική προσέγγιση και συνεργασία του Ευρωπαϊκού Τηλεπικοινωνιακού Συμβουλίου με την βιομηχανία.

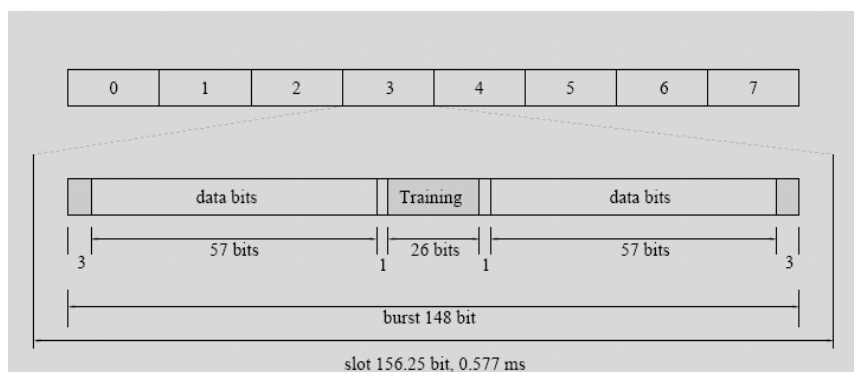
Γενικά χαρακτηριστικά του GSM

Το GSM όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιεί Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Χρόνου (TDMA) και Διαίρεση Συχνότητα (FDMA). Η διαίρεση συχνότητας σε ένα GSM σύστημα απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:



FDMA σε GSM σύστημα

Όπως βλέπουμε το εύρος ζώνης του GSM είναι 25 MHz (125 φέρουσες) για την άνω και 25MHz (125 φέρουσες) για την κάτω ζεύξη. Η καθεμία από αυτές τις φέρουσες έχει εύρος ζώνης 200 kHz . Βέβαια λόγω φαινομένων παρεμβολής από άλλα συστήματα, η πρώτη φέρουσα συνήθως δε χρησιμοποιείται οπότε ο αριθμός των καναλιών μειώνεται σε 124. Το εύρος ζώνης των 200 KHz χωρίζεται σε 8 χρονοσχιστές δημιουργώντας 8 λογικά κανάλια. Ένα λογικό κανάλι ορίζεται λοιπόν από την συχνότητά του και το νούμερο της χρονοσχιστικής. Η διαίρεση χρόνου σε ένα GSM σύστημα ακολουθεί στο επόμενο σχήμα :



TDMA σε GSM σύστημα

Τα “training” bits που απεικονίζονται στο παραπάνω σχήμα είναι απαραίτητα ώστε ο δέκτης να τα συγκρίνει με τα “training” bits από frames που έχει είδη λάβει και να επαναδημιουργήσει το αρχικό σήμα. Με δεδομένο ότι αντιστοιχούν 8 χρήστες ανά κανάλι, μπορούν να υπάρξουν περίπου 1000 πραγματικά κανάλια για ομιλία ή δεδομένα. Η περιοχή συχνοτήτων για την άνω ζεύξη είναι 890 MHz έως 915 MHz (με τις φέρουσες να βρίσκονται σε συχνότητες 890.2 , 890.4 ...), ενώ για την κάτω ζεύξη είναι 935 MHz έως 960 MHz (με φέρουσες αντίστοιχα τις συχνότητες 935.2 ,935.4...). Δηλαδή το εύρος διαχωρισμού εκπομπής και λήψης είναι 45 MHz .

Η διαμόρφωση που χρησιμοποιεί το GSM είναι η GMSK. Ο τύπος αυτός διαμόρφωσης θεωρείται ανθεκτικός σε παρεμβολές “ συγγενούς καναλιού ” , ενώ

παράλληλα εξασφαλίζει ότι το μέγιστο ποσοστό της ακτινοβολούμενης ισχύος συγκεντρώνεται πλησίον της κεντρικής συχνότητας χωρίς να διασπείρεται σε μεγάλο εύρος. Ο ρυθμός εκπομπής είναι 270 Kbps (μοιράζεται ισότιμα ανάμεσα στους 8 χρήστες, οπότε αντιστοιχεί στον καθένα ρυθμός 33.85 Kbps), ενώ για τη διόρθωση σφαλμάτων χρησιμοποιείται συνελκτική κωδικοποίηση με ρυθμό κωδικοποίησης 13 Kbps ή 6.5 Kbps. Τέλος είναι πολύ δύσκολο κάποιος τρίτος να υποκλέψει πληροφορίες ή να παρεμβληθεί ελάχιστα στη μετάδοση λόγω τεχνικών που χρησιμοποιούνται, στις οποίες το σήμα μεταπηδάει από συχνότητα σε συχνότητα (frequency hopping).

2.2.2 GPS

Το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS) είναι ένα δίκτυο δορυφόρων που κινούνται σε τροχιά γύρω από τη γη, σε σταθερά σημεία πάνω από τον πλανήτη και μεταδίδουν σήματα προς την γη. Τα σήματα αυτά, φέρουν κώδικα χρόνου και σημείο γεωγραφικών δεδομένων, που παρέχουν στους χρήστες τη δυνατότητα να εντοπίζουν την ακριβή τους θέση, την ταχύτητα και την ώρα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη.

Ιστορικό

Το GPS σχεδιάστηκε για στρατιωτικές και κατασκοπευτικές εφαρμογές κατά την περίοδο της κορύφωσης του Ψυχρού Πολέμου, τη δεκαετία του 1960. Η ιδέα προέκυψε μετά την εκτόξευση του Σοβιετικού διαστημόπλοιου Sputnik το 1957. Αναπτύχθηκε από το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών και η επίσημη ονομασία του είναι NAVS-TAR GPS, την οποία έδωσε ο Mr. John Walsh. Τη διαχείριση του συνόλου των δορυφόρων έχει η Αμερικανική Αεροπορία και το συνολικό κόστος συντήρησης του συστήματος ανέρχεται σε \$400 εκατομμύρια το χρόνο.

Το πρώτο σύστημα που τέθηκε σε τροχιά ήταν το Transit στις αρχές τις δεκαετίας του 60. Αυτό αποτελούνταν από πέντε δορυφόρους και αρχικά δοκιμάστηκε από το πολεμικό ναυτικό των ΗΠΑ. Με μόλις πέντε δορυφόρους σε τροχιά γύρω από τη γη, δόθηκε στα πλοία η δυνατότητα να προσδιορίζουν τη θέση τους, μία φορά κάθε ώρα. Το 1967, το Transit διαδέχθηκε ο δορυφόρος Timation που απέδειξε ότι στο διάστημα μπορούσαν λειτουργούν εξαιρετικά ακριβή ατομικά ρολόγια. Στη συνέχεια, το σύστημα GPS αναπτύχθηκε γρήγορα, με συνολικά 11 δορυφόρους "Block I", που τέθηκαν σε τροχιά σε μια περίοδο μεταξύ του 1978 και του 1985.

Ωστόσο, η κατάρριψη του κορεατικού επιβατικού αεροσκάφους της πτήσης 007 το 1983 από την ΕΣΣΔ οδήγησε την κυβέρνηση Reagan στις ΗΠΑ, να διαθέσει το σύστημα για πολιτικές εφαρμογές, έτσι ώστε αεροσκάφη, πλοία και μέσα μεταφοράς σε ολόκληρο τον κόσμο να μπορούν να προσδιορίζουν τη θέση τους και να αποφεύγουν την τυχαία εκτροπή τους σε απαγορευμένες ξένες επικράτειες.

Η χρήση του NAVSTAR επιτράπηκε το 1983 και σε πολιτικούς χρήστες. Η ακρίβεια για τους πολιτικούς χρήστες ήταν σκόπιμα υποβαθμισμένη σε περίπου 100 μέτρα, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα, γνωστό ως επιλεκτική διαθεσιμότητα, η οποία και απενεργοποιήθηκε στα τέλη του 2000.

Οι ΗΠΑ αναβάθμιζαν συνεχώς το σύστημα προσθέτοντας περισσότερους δορυφόρους σε τροχιά. Αυτή η διαδικασία καθυστέρησε, μετά την καταστροφή του διαστημικού λεωφορείου SS Challenger το 1986. Μόλις το 1989 τέθηκαν σε τροχιά οι πρώτοι δορυφόροι Block II. Το καλοκαίρι του 1993, οι ΗΠΑ έθεσαν σε τροχιά τον 24ο δορυφόρο Navstar, ο οποίος ολοκλήρωσε τη σύγχρονη ομάδα δορυφόρων GPS, ένα

δίκτυο 24 δορυφόρων, γνωστό σήμερα ως το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης ή GPS. Οι 21 από τους δορυφόρους αυτής της ομάδας ήταν ενεργοί ανά πάσα στιγμή, ενώ οι άλλοι 3 λειτουργούσαν ως εφεδρεία. Το σημερινό δίκτυο GPS διαθέτει 32 ενεργούς δορυφόρους στην ομάδα GPS. Οι επιπρόσθετοι αυτοί δορυφόροι βελτίωσαν την ακρίβεια των υπολογισμών των δεκτών GPS παρέχοντας πλεονάζουσες μετρήσεις αλλά και μεγαλύτερη αξιοπιστία και διαθεσιμότητα.

Σήμερα, το GPS χρησιμοποιείται για πολλές εφαρμογές πλοήγησης, κατάρτισης δρομολογίων για οδηγούς, χαρτογράφησης, σειсмоγραφικής έρευνας, κλιματικών μελετών και παιχνιδιών αναζήτησης θησαυρών που είναι γνωστά ως γεωαναζήτηση.

Το λειτουργικά μέρη του συστήματος

Το GPS [20] αποτελείται από τρία βασικά λειτουργικά μέρη: το διαστημικό τμήμα, το επίγειο τμήμα και το τμήμα των χρηστών του συστήματος.

Το διαστημικό τμήμα

Το διαστημικό τμήμα του συστήματος περιλαμβάνει τους δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά. Στο σχεδιασμό του συστήματος ορίστηκε ότι θα λειτουργούν 24 δορυφόροι, 8 για κάθε ένα από τα 3 τροχιακά επίπεδα, αλλά αυτό τροποποιήθηκε σε 6 τροχιές με 4 δορυφόρους η κάθε μία. Οι τροχιές αυτές έχουν για κέντρο τους το κέντρο της γης και κλίση περίπου 55° αναφορικά με τον γήινο ισημερινό. Ολοκληρώνουν μια τροχιά σε περίοδο 12 ωρών (δύο τροχιές ανά ημέρα) σε ύψος περίπου 11.500 μιλίων, ταξιδεύοντας με ταχύτητα 9.000 μίλια/ώρα (3,9 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο ή 14.000 χλμ. την ώρα). Οι τροχιές είναι έτσι σχεδιασμένες, ώστε τουλάχιστον 6 δορυφόροι να είναι πάντα ορατοί από σχεδόν κάθε σημείο της γήινης επιφάνειας.

Το επίγειο τμήμα ελέγχου

Το επίγειο τμήμα ελέγχου του GPS αποτελείται από ένα δίκτυο σταθμών οι οποίοι βρίσκονται διασκορπισμένοι ανά την υφήλιο. Ο ρόλος τους είναι ο έλεγχος της εύρυθμης λειτουργίας των δορυφόρων καθώς και η διόρθωση των σφαλμάτων που προκύπτουν σε αυτούς. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται αφορούν τη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και την κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος.

Το τμήμα αποτελείται από ένα επανδρωμένο κέντρο και ακόμα τέσσερα, μη επανδρωμένα, που βρίσκονται διάσπαρτα στον πλανήτη, στις περιοχές

- Κολοράντο (Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής)
- Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός)
- Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός)
- Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός)
- Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)



Οι επίγειοι σταθμοί του GPS

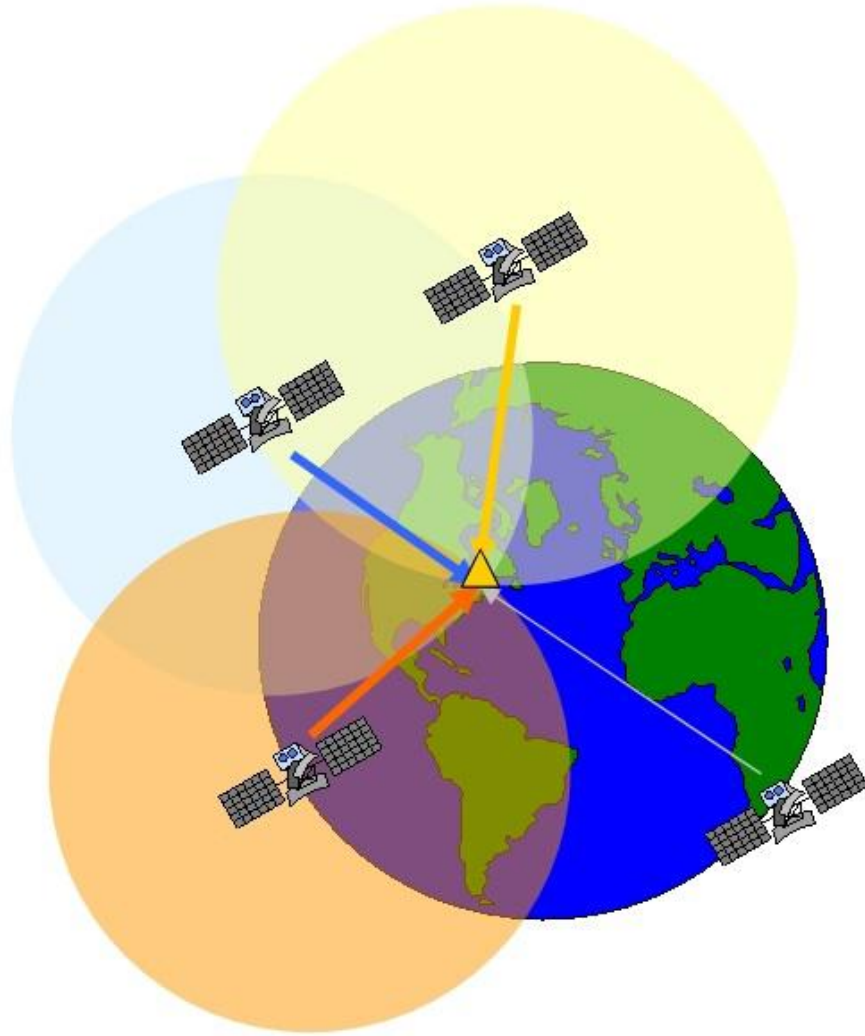
Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αυτός έχει αναλάβει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των υπολοίπων τεσσάρων σταθμών, καθώς και τον συντονισμό τους. Όλοι είναι εξοπλισμένοι με υψηλής ακρίβειας δέκτες GPS και χρονόμετρα ατομικών ταλαντωτών κεσίου. Τρεις από αυτούς έχουν και επίγειες κεραίες για την αποστολή πληροφοριών στους δορυφόρους. Η διάταξη των σταθμών αυτών δεν είναι τυχαία. Ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της γης.

Το τμήμα των χρηστών

Το τμήμα των χρηστών απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες των δεκτών GPS παγκοσμίως. Γενικά οι δέκτες αποτελούνται από μια κεραία, που συντονίζεται στις συχνότητες που εκπέμπουν οι δορυφόροι, από επεξεργαστές λήψης σημάτων και από ένα υψηλής σταθερότητας χρονόμετρο (συχνά πρόκειται για έναν ταλαντωτή κρυστάλλου). Μπορεί ακόμη να είναι εφοδιασμένοι με οθόνη, για την επίδειξη στο χρήστη, πληροφοριών θέσης και ταχύτητας. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατανοητή μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.

Προσδιορισμός θέσης

Ένας χρήστης GPS χρησιμοποιεί τον τριπλευρισμό, ώστε να προσδιορίσει τη θέση του στην επιφάνεια της γης. Η θέση προκύπτει χρονομετρώντας τα σήματα τουλάχιστον τριών δορυφόρων του παγκόσμιου συστήματος προσδιορισμού θέσης. Κάθε δορυφόρος της ομάδας GPS μεταδίδει περιοδικά σήματα μαζί με ένα σήμα χρόνου. Τα σήματα αυτά λαμβάνονται από συσκευές GPS, οι οποίες τα χρησιμοποιούν για να υπολογίσουν την απόσταση μεταξύ της συσκευής και κάθε δορυφόρου. Αυτό γίνεται με βάση τη διαφορά χρόνου μεταξύ της ώρας αποστολής και της ώρας λήψης του σήματος. Η διαφορά αυτή προκύπτει από την καθυστέρηση λήψης του σήματος, λόγω της απόστασης των δορυφόρων από την γη, οι οποίοι βρίσκονται σε ύψος δεκάδων χιλιάδων χιλιομέτρων.



Η μέθοδος τριπλευρισμού για τον προσδιορισμό θέσης

Όταν μια συσκευή GPS έχει προσδιορίσει τις αποστάσεις τουλάχιστον τριών δορυφόρων, μπορεί να εκτελέσει υπολογισμούς τριπλευρισμού για τον προσδιορισμό θέσης. Αυτή η διαδικασία μπορεί να παραλληλιστεί με την εύρεση της θέσης ενός σημείου χρησιμοποιώντας διαβήτη, όταν υπάρχει ακριβής γνώση των αποστάσεων από τρία διαφορετικά ορόσημα. Αν λοιπόν, σχεδιαστούν κύκλοι με κέντρο κάθε ένα από τα ορόσημα και ακτίνα την απόσταση από αυτά, δημιουργείται μια κοινή περιοχή μεταξύ τους. Στο σημείο αλληλοκάλυψης των τριών αυτών κύκλων, εντοπίζεται η ζητούμενη θέση.

Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται σε τρεις διαστάσεις με ένα εικονικό τρισδιάστατο διαβήτη, έτσι ώστε η θέση να είναι στο σημείο αλληλοκάλυψης των τριών σφαιρών με ακτίνα που προσδιορίζεται από την απόσταση του καθένα από τους τρεις δορυφόρους. Εάν η συσκευή GPS μπορεί να εντοπίσει έναν τέταρτο δορυφόρο, τότε παρέχεται η δυνατότητα επιβεβαίωσης των μετρήσεων.

3 ITS - Σύστημα Ευφυών Μεταφορών

Ο όρος Σύστημα Ευφυών Μεταφορών (Intelligent Transportation System - ITS) αναφέρεται στην προσπάθεια να προστεθούν οι τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών στις υποδομές των μεταφορών και στα οχήματα σε μια προσπάθεια να γίνει διαχείριση παραγόντων που συνήθως είναι σε αντίθεση μεταξύ τους, όπως τα οχήματα, φορτία και διαδρομές, με σκοπό τη βελτίωση της ασφάλειας και τη μείωση του όγκου του αυτοκινήτου, των χρόνων μετακίνησης και της κατανάλωσης καυσίμου.

3.1 Ιστορικό

Το ενδιαφέρον για τα ITS πηγάζει από τα προβλήματα που προκαλούνται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την σύμπραξη των νέων τεχνολογιών πληροφορικής για την εξομοίωση, τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο, και τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση έχει αυξηθεί παγκοσμίως ως αποτέλεσμα της αυξημένης μηχανοκίνησης, αστικοποίησης, της πληθυσμιακής αύξησης, και των αλλαγών της πληθυσμιακής πυκνότητας. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση μειώνει την αποτελεσματικότητα των υποδομών των μεταφορών και αυξάνει τον χρόνο μετακίνησης, την κατανάλωση καυσίμων και την ατμοσφαιρική μόλυνση.

Οι ΗΠΑ για παράδειγμα είδαν μεγάλη αύξηση τόσο της μηχανοκίνησης όσο και της αστικοποίησης στη δεκαετία του 1920, που οδήγησαν στη μετανάστευση του πληθυσμού από την αραιοκατοικημένη ύπαιθρο και τα πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα στα προάστια. Η βιομηχανική οικονομία αντικατέστησε την αγροτική, οδηγώντας τον πληθυσμό να μετακινηθεί από το ύπαιθρο στα αστικά κέντρα. Την ίδια στιγμή, η μηχανοκίνηση προκαλούσε την επέκταση των πόλεων διότι οι μηχανοκίνητες μεταφορές δεν μπορούσαν να εξυπηρετήσουν την πληθυσμιακή πυκνότητα όπως μπορούσαν τα υπάρχοντα συστήματα μαζικών μεταφορών. Τα προάστια παρείχαν έναν εύλογο συμβιβασμό ανάμεσα στην πληθυσμιακή πυκνότητα και την πρόσβαση σε μια μεγάλη ποικιλία στην εργασία, στα αγαθά, και στις υπηρεσίες, διαθέσιμα στα πιο πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα. Επιπλέον, οι προαστιακές υποδομές μπορούσαν να κατασκευαστούν γρήγορα, υποστηρίζοντας την απότομη μετάβαση από την υπαίθρια/αγροτική οικονομία στη βιομηχανική.

Η πρόσφατη κυβερνητική δραστηριότητα στην περιοχή των ITS - ειδικά στις ΗΠΑ – έχει το επιπλέον κίνητρο της αντιλαμβανόμενης ανάγκης για εγχώρια ασφάλεια. Πολλά από τα προτεινόμενα συστήματα ITS περιλαμβάνουν επίσης επιτήρηση των αυτοκινητοδρόμων, το οποίο είναι προτεραιότητα της εγχώριας ασφάλειας. Η χρηματοδότηση πολλών συστημάτων προέρχεται είτε απευθείας μέσω οργανισμών εγχώριας ασφάλειας είτε με την έγκρισή τους. Επιπλέον, το ITS μπορεί να παίξει ρόλο στην άμεση μαζική εκκένωση ανθρώπων στα αστικά κέντρα έπειτα από μεγάλα καταστροφικά γεγονότα αποτέλεσμα φυσικών καταστροφών ή απειλής. Μεγάλο μέρος της υποδομής και του σχεδιασμού που σχετίζεται με το ITS λειτουργεί παράλληλα με την ανάγκη για συστήματα εγχώριας ασφάλειας.

Στον αναπτυσσόμενο κόσμο, η μετανάστευση ανθρώπων από το ύπαιθρο στους αστικούς τόπους διαμονής έχει εξελιχθεί διαφορετικά. Πολλές περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου έχουν αστικοποιηθεί χωρίς σημαντική μηχανοκίνηση και σχηματισμό προαστίων. Σε περιοχές όπως το Σαντιάγο της Χιλής, η μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα υποστηρίζεται από πολύτροπα συστήματα περπατήματος, μετακίνησης με ποδήλατα, μοτοποδήλατα, λεωφορεία και τρένα. Ένα μικρό τμήμα του πληθυσμού διαθέτει τα μέσα για αυτοκίνητο, αλλά τα αυτοκίνητα αυξάνουν πολύ τη συμφόρηση σε αυτά τα πολύτροπα συστήματα μεταφορών. Επίσης παράγουν

σημαντική ποσότητα ατμοσφαιρικής μόλυνσης, θέτουν αξιόλογο κίνδυνο για την ασφάλεια και παροξύνουν το αίσθημα της ανισότητας στην κοινωνία.

Άλλα μέρη του αναπτυσσόμενου κόσμου, όπως η Κίνα, παραμένουν ως επί το πλείστον αγροτικά αλλά αστικοποιούνται και βιομηχανοποιούνται γρήγορα. Σε αυτές τις περιοχές αναπτύσσεται μια μηχανοκίνητη υποδομή παράλληλα με την μηχανοκίνηση του πληθυσμού. Μεγάλη ανισότητα στον πλούτο σημαίνει ότι μόνο ένα κλάσμα του πληθυσμού μπορεί να έχει μηχανοκίνηση και έτσι το εξαιρετικά πυκνό σύστημα μεταφορών για τους φτωχούς διακόπτεται από το άκρως μηχανοκίνητο σύστημα μεταφορών για τους πλούσιους. Η αστικές υποδομές αναπτύσσονται γοργά, δίνοντας την ευκαιρία για την κατασκευή νέων συστημάτων που ενσωματώνουν τα ITS σε πρώιμα στάδια.

3.2 Τεχνολογίες Ευφυών Μεταφορών

Τα συστήματα ευφυών μεταφορών ποικίλουν στις τεχνολογίες που εφαρμόζονται, από βασικά συστήματα διαχείρισης όπως πλοήγηση του αυτοκινήτου, συστήματα ελέγχου σήμανσης της κυκλοφορίας, συστήματα διαχείρισης κοντέινερ, σήμανση μεταβλητών μηνυμάτων, αυτόματη αναγνώριση πινακίδων κυκλοφορίας ή κάμερες ταχύτητας για εφαρμογές επιτήρησης, όπως τα συστήματα ασφαλείας CCTV, και σε πιο προηγμένες εφαρμογές που ενσωματώνουν live δεδομένα και ανάδραση από ένα πλήθος άλλων πηγών, όπως είναι τα συστήματα υποβοήθησης παρκαρίσματος και πληροφοριών, πληροφορίες καιρού, συστήματα αφαίρεσης πάγου, κοκ. Επιπρόσθετα, αναπτύσσονται τεχνικές πρόβλεψης έτσι ώστε να επιτραπεί η προηγμένη μοντελοποίηση και η σύγκριση με τα δεδομένα του παρελθόντος. Κάποιες από τις συστατικές τεχνολογίες που εφαρμόζονται συνήθως στα ITS περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

3.2.1 Ασύρματες Επικοινωνίες

Διάφορες μορφές ασύρματων επικοινωνιών έχουν προταθεί για τα ευφυή συστήματα μεταφορών. Επικοινωνίες μικρής εμβέλειας (κάτω από τις 500 γιάρδες) μπορούν να επιτευχθούν με τη χρήση των πρωτοκόλλων IEEE 802.11, ειδικότερα τα στάνταρ WAVE ή Dedicated Short Range Communications έχουν προταθεί από την Intelligent Transportation Society of America και το United States Department of Transportation. Θεωρητικά, η εμβέλεια των πρωτοκόλλων αυτών μπορεί να επεκταθεί με τη χρήση δικτύων Mobile ad-hoc ή Mesh networking.

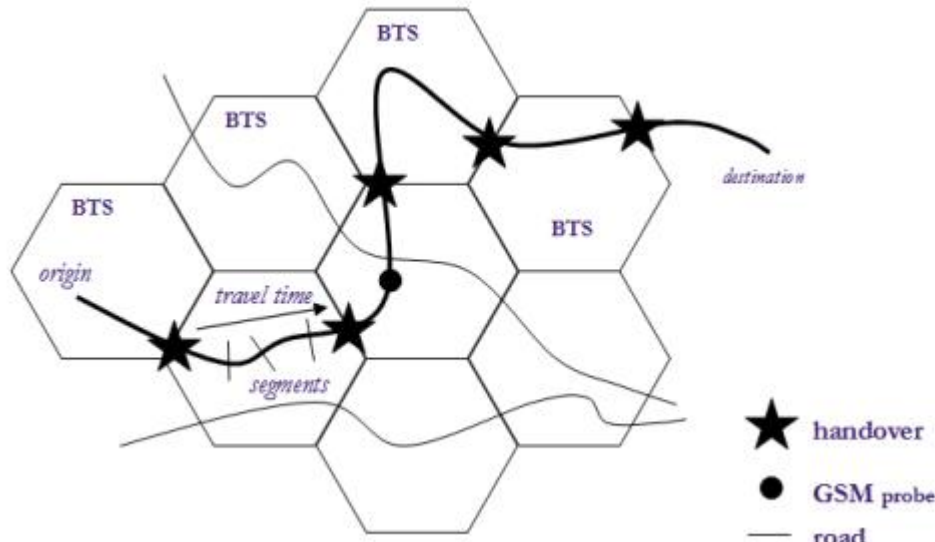
Έχουν προταθεί επικοινωνίες μεγαλύτερης εμβέλειας που χρησιμοποιούν υποδομές δικτύων όπως είναι τα WiMax (IEEE 802.16), Global System for Mobile Communications (GSM), ή το 3G. Επικοινωνίες μεγάλης εμβέλειας που κάνουν χρήση αυτών των μεθόδων είναι πολύ καθιερωμένες, όμως, αντίθετα από τα πρωτόκολλα μικρής εμβέλειας, αυτές οι μέθοδοι απαιτούν τη χρήση εκτεταμένων και πολύ δαπανηρών υποδομών. Υπάρχει έλλειψη ομοφωνίας για το πιο επιχειρηματικό μοντέλο θα πρέπει να υποστηρίξει αυτή την υποδομή.

3.2.2 Υπολογιστικές Τεχνολογίες

Πρόσφατες εξελίξεις στα ηλεκτρονικά των οχημάτων έχουν οδηγήσει στην περαιτέρω χρήση ικανότερων μικροεπεξεργαστών. Ένα τυπικό όχημα στις αρχές της δεκαετίας του 2000 είχε από 20 μέχρι 100 δικτυωμένες μονάδες μικροελεγκτών/προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών με λειτουργικά συστήματα μη-πραγματικού χρόνου. Η τωρινή τάση είναι προς λιγότερες, πιο δαπανηρές μονάδες μικροεπεξεργαστών με υλικό διαχείρισης μνήμης και λειτουργικά συστήματα πραγματικού χρόνου. Οι νέες πλατφόρμες ενσωματωμένων συστημάτων επιτρέπουν

τη χρήση πιο εξελιγμένων εφαρμογών λογισμικού, που περιλαμβάνει μοντελοποιημένο έλεγχο διεργασιών, τεχνητή νοημοσύνη και ubiquitous computing. Ίσως όσων αφορά τα IST η σημαντικότερη αυτών να είναι η τεχνητή νοημοσύνη.

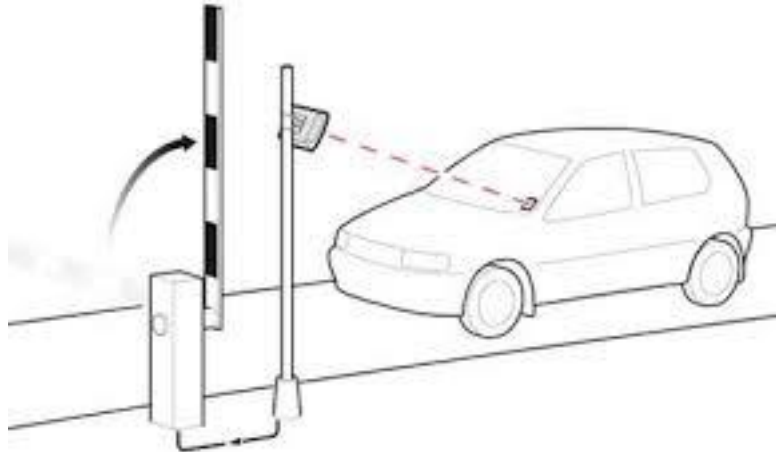
3.2.3 Επιπλέοντα Δεδομένα Οχήματος (Floating Car Data/ Floating Cellular Data)



Θεωρητικά σε κάθε αυτοκίνητο υπάρχουν ένα ή περισσότερα κινητά τηλέφωνα. Αυτά τα κινητά τηλέφωνα μεταδίδουν τακτικά πληροφορίες της θέσης τους στο δίκτυο – ακόμη και όταν δεν μπορεί να επιτευχθεί φωνητική σύνδεση. Αυτό τους επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν ως ανώνυμοι ακροδέκτες κυκλοφορίας. Καθώς κινείται το αυτοκίνητο κινείται και το κινητό τηλέφωνο. Μετρώντας και αναλύοντας τα δικτυακά δεδομένα του τριγωνισμού – σε ένα ανώνυμο φορμάτ – τα δεδομένα μετατρέπονται σε ακριβή δεδομένα ροής κυκλοφορίας. Σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης υπάρχουν περισσότερα οχήματα, περισσότερα κινητά τηλέφωνα, και επομένως περισσότεροι ακροδέκτες. Σε μητροπολιτικές περιοχές, η απόσταση ανάμεσα στις κεραίες είναι μικρότερη και επομένως η ακρίβεια βελτιώνεται. Η κατασκευή κάποιας άλλης υποδομής είναι περιττή, απλώς γίνεται χρήση του υπάρχοντος δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Η τεχνολογία floating car data παρέχει μεγάλα πλεονεκτήματα στις υπάρχουσες μεθόδους μέτρησης της κυκλοφορίας:

- Πολύ μικρότερη δαπάνη συγκριτικά με τη χρήση αισθητήρων ή καμερών
- Μεγαλύτερη κάλυψη: σε κάθε σημείο και δρόμο
- Γρήγορη εγκατάσταση και λιγότερη συντήρηση
- Δουλεύει σε όλες τις καιρικές συνθήκες, ακόμα και σε βαριά βροχόπτωση

3.3 Τεχνολογίες Ανίχνευσης



Οι τεχνολογικές εξελίξεις στις τηλεπικοινωνίες και στην πληροφορική σε συνδυασμό με state-of-the-art μικροσίπ, RFID (Radio-Frequency Identification) και τεχνολογίες φθηνών ευφυών σταθμών μετάδοσης με αισθητήρες έχουν αναβαθμίσει τις τεχνικές δυνατότητες που θα πολλαπλασιάσουν τα οφέλη για την ασφάλεια στη μηχανοκίνηση για τα συστήματα ευφυών μεταφορών παγκοσμίως. Τα συστήματα ανίχνευσης για τα ITS είναι δικτυωμένα συστήματα βασισμένα τόσο στα οχήματα όσο και στις υποδομές, πχ, οι τεχνολογίες ευφυών οχημάτων (intelligent vehicle technologies). Οι αισθητήρες υποδομής είναι άφθαρτες συσκευές (πχ ανακλαστές αυτοκινητοδρόμων) που είναι εγκατεστημένες ή ενσωματωμένες στο δρόμο, ή περιβάλλουν τον δρόμο (κτήρια, πυλώνες, και πινακίδες για παράδειγμα) όπως απαιτείται, και μπορούν να «διασπαρθούν» με το χέρι κατά τη διάρκεια προληπτικής οδοποιίας είτε με μηχανήματα τοποθέτησης στο έδαφος αισθητήρων για γρήγορη εφαρμογή ενσωματωμένων αισθητήρων συχνοτήτων (ή RFID). Τα συστήματα ανίχνευσης οχημάτων περιλαμβάνουν τη χρήση ηλεκτρονικών σταθμών μετάδοσης υποδομής-στο-όχημα και οχήματος-στην-υποδομή για τις επικοινωνίες αναγνώρισης και μπορούν επίσης να κάνουν χρήση των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας αυτόματης αναγνώρισης πινακίδας κυκλοφορίας CCTV σε επιθυμητά διαστήματα, έτσι ώστε να αυξηθεί η συνεχής επιτήρηση των ύποπτων οχημάτων που κυκλοφορούν σε κρίσιμες ζώνες.

3.3.1 Ανίχνευση με Βρόχους Επαγωγής

Βρόχοι επαγωγής μπορούν να τοποθετούνται στο οδόστρωμα για να ανιχνεύουν τα οχήματα καθώς αυτά περνούν πάνω από τον βρόχο, μετρώντας το μαγνητικό τους πεδίο. Οι απλούστεροι ανιχνευτές απλώς καταμετρούν τον αριθμό των οχημάτων κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου (τυπικά 60 δευτερολέπτων στις ΗΠΑ) που περνούν, ενώ πιο εξελιγμένοι αισθητήρες κάνουν εκτίμηση της ταχύτητας, του μήκους και του βάρους των οχημάτων καθώς και της απόστασης ανάμεσά τους. Οι βρόχοι μπορούν να εγκαθίστανται σε μία μόνο λωρίδα κυκλοφορίας ή και σε πολλές και δουλεύουν τόσο για πολύ αργά κινούμενα ή σταματημένα οχήματα όσο και για τα πολύ γρήγορα.

3.3.2 Ανίχνευση Οχημάτων με Κάμερες

Η μέτρηση της ροής της κυκλοφορίας και η αυτόματη ανίχνευση ατυχημάτων με τη χρήση καμερών βίντεο είναι μια άλλη μορφή λειτουργίας της ανίχνευσης οχημάτων. Αφού στα συστήματα ανίχνευσης με κάμερες όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στην αυτόματη αναγνώριση των πινακίδων κυκλοφορίας δεν συμπεριλαμβάνεται η

εγκατάσταση εξαρτημάτων απευθείας στο οδόστρωμα, αυτός ο τύπος συστημάτων είναι γνωστός ως «διακριτική» μέθοδος ανίχνευσης της κυκλοφορίας. Η εικόνα από ασπρόμαυρες ή έγχρωμες κάμερες περνάει από επεξεργαστές που αναλύουν τα μεταβαλλόμενα χαρακτηριστικά της καθώς περνούν τα οχήματα. Οι κάμερες είναι συνήθως εγκατεστημένες πάνω σε κολόνες ή σε κατασκευές πάνω ή δίπλα από τον αυτοκινητόδρομο. Τα περισσότερα συστήματα ανίχνευσης βίντεο απαιτούν κάποια αρχική ρύθμιση για να «μάθουν» τον επεξεργαστή τη βασική background εικόνα. Αυτό συνήθως περιλαμβάνει την είσοδο γνωστών μετρήσεων όπως είναι η απόσταση ανάμεσα στις διαχωριστικές γραμμές του δρόμου ή το ύψος της κάμερας από το οδόστρωμα. Ένας μόνο επεξεργαστής για ανίχνευση βίντεο μπορεί να κάνει ανίχνευση της κυκλοφορίας από μία μέχρι οκτώ κάμερες ταυτόχρονα, ανάλογα τη μάρκα και το μοντέλο. Η συνήθης έξοδος ενός συστήματος ανίχνευσης βίντεο είναι οι ταχύτητες των οχημάτων ανά λωρίδα, η καταμέτρησή τους, και η παρακολούθηση της πυκνότητας της κυκλοφορίας ανά λωρίδα. Κάποια συστήματα παρέχουν πρόσθετες εξόδους που περιλαμβάνουν τα ενδιάμεσα κενά μεταξύ των οχημάτων σε χώρο και σε χρόνο, την ανίχνευση σταματημένων οχημάτων και αλάρμ για οχήματα που κινούνται σε λάθος κατεύθυνση.

4 Τεχνολογίες Ασφαλείας Αυτοκινήτων

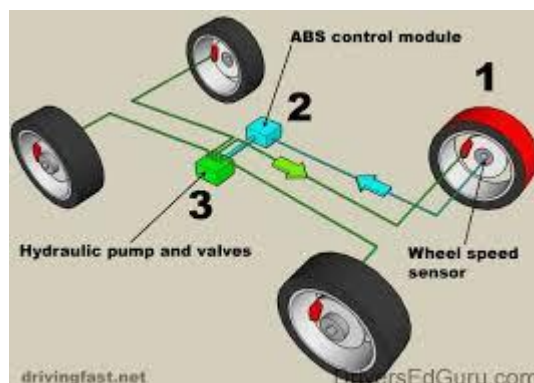
4.1 Εισαγωγή

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες στο χώρο της βιομηχανίας αυτοκινήτων έχουν εμφανιστεί πολλές τεχνολογικές καινοτομίες για τον έλεγχο της πλοήγησης, που έχουν στόχο την πιο άνετη και ασφαλή οδήγηση, τόσο στους δρόμους πυκνής κυκλοφορίας των μεγάλων αστικών κέντρων, όσο και στους αυτοκινητόδρομους υπερταχείας κυκλοφορίας μεταξύ των πόλεων. Ενσωματωμένοι ολοκληρωμένοι επεξεργαστές - ηλεκτρονικοί υπολογιστές αναλαμβάνουν τη συλλογή πληροφοριών από τα περισσότερα τμήματα του οχήματος με τη χρήση αισθητήρων, και διεξάγουν ταχύτατους υπολογισμούς, επεμβαίνοντας στη διαδικασία του φρεναρίσματος, της επιτάχυνσης, της απορρόφησης κραδασμών κτλ. Αυτές οι τεχνολογίες, που τείνουν τελικά να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο-οδηγό, προς το παρόν δρουν συμπληρωματικά σε αυτόν, βελτιστοποιώντας τον έλεγχο του οχήματος. Σε σχεδιασμούς που γίνονται για το μέλλον της αυτοκίνησης προβλέπεται πλήρης αυτοματοποίηση της πλοήγησης, με τον άνθρωπο να περιορίζεται στο ρόλο του επιβλέποντα επιβάτη-ελεγκτή. Η ευθύνη για την ασφαλή, συνεπή και έγκαιρη μετάβαση στους προορισμούς μεταφέρεται από τον οδηγό στην αυτόματη μηχανή, από τον άνθρωπο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, προσφέροντας τελικά στον πρώτο την πολυτέλεια του ελεύθερου χρόνου (sic). Αυτός θα αξιοποιείται για την ψυχαγωγία του και την επικοινωνία του με τον περιβάλλοντα χώρο, πχ με τους ανθρώπους συν-επιβαίνοντες ή/ και τους οδηγούς ή με αντικείμενα όπως πινακίδες οδικής σήμανσης-κατεύθυνσης-πληροφοριών γενικού ενδιαφέροντος.

4.2 Υπάρχουσες τεχνολογίες σχετικά με την πέδηση

4.2.1 Σύστημα Αντιμπλοκαρίσματος Τροχών (ABS)

Η όλο και μεγαλύτερη ανάγκη για μείωση των ατυχημάτων, τα οποία προκαλούνται από την αυξανόμενη πυκνότητα της κυκλοφορίας και τις υψηλότερες ταχύτητες και τα οποία έχουν ως συνέπεια μεγάλους αριθμούς νεκρών και τραυματιών, οδήγησε τα τελευταία χρόνια την αυτοκινητοβιομηχανία σε εντατικές προσπάθειες για βελτίωση τόσο της ενεργητικής όσο και της παθητικής ασφάλειας των οχημάτων. Σημαντική συμβολή στην ενίσχυση της ενεργητικής ασφάλειας προσφέρει το Σύστημα Αντιμπλοκαρίσματος Τροχών (ABS).



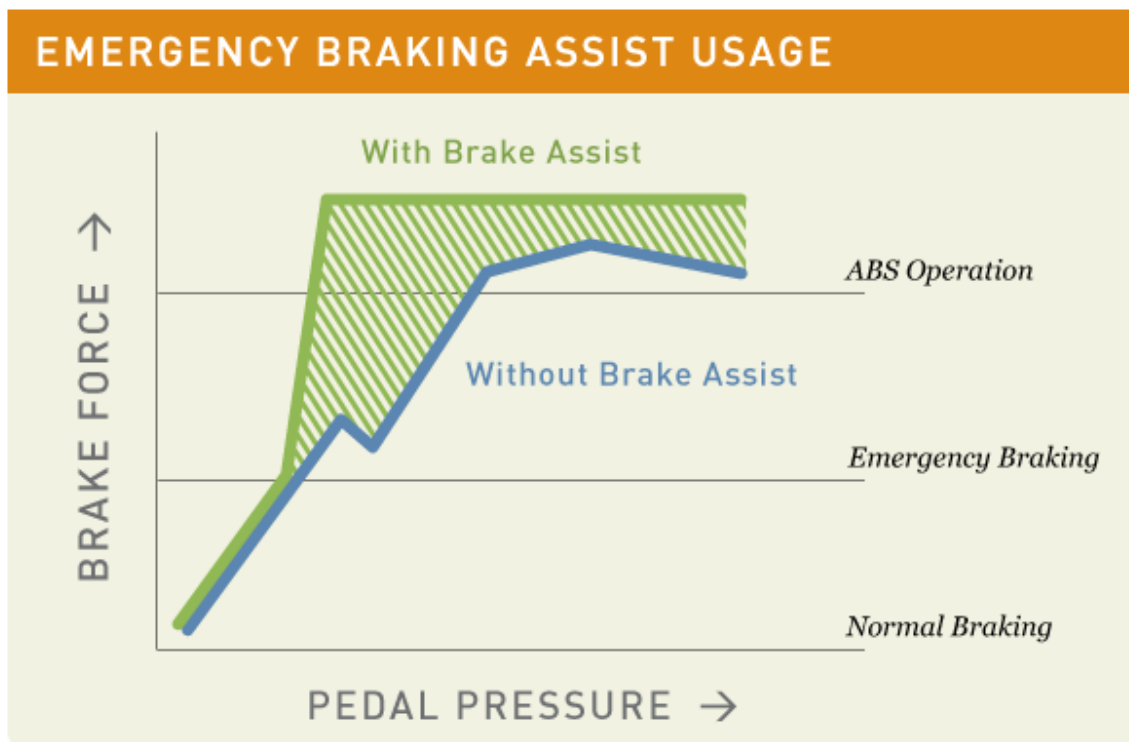
Όταν ένας, όχι πολύ έμπειρος, οδηγός αυτοκινήτου βρίσκεται μπροστά σε κίνδυνο, έχει την τάση να πατάει το πεντάλ του φρένου ως το τέλος της διαδρομής του. Με αυτόν τον τρόπο, όμως, προκαλείται το μπλοκάρισμα των τροχών με αποτέλεσμα το αυτοκίνητο να μην ελέγχεται. Σε τέτοιες ακριβώς περιπτώσεις, που ο οδηγός δε μπορεί εύκολα να ελέγξει τις αντιδράσεις του, επεμβαίνει το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών (ABS).

Το ABS ελέγχει την πίεση των υγρών των φρένων που εφαρμόζεται στον κύλινδρο του φρένου κάθε τροχού από την αντλία των φρένων, ώστε να μη μπλοκάρει κανένας τροχός, ακόμη και όταν το πεντάλ έχει πατηθεί με μεγάλη δύναμη. Εξασφαλίζει έτσι την ικανότητα πλήρους ελέγχου του αυτοκινήτου και την ευστάθεια της πορείας κατά το φρενάρισμα.

Η πορεία που θα ακολουθήσει ένα αυτοκίνητο εάν μπλοκάρουν κατά το φρενάρισμα πανικού οι τροχοί διαφέρει ανάλογα με την ύπαρξη ή μη του συστήματος ABS. Το αυτοκίνητο χωρίς ABS θα στρίψει προς τη σωστή κατεύθυνση στη στροφή αλλά και ταυτόχρονα θα ακολουθήσει περιστροφή του αυτοκινήτου περί τον άξονά του, με αποτέλεσμα να εκτραπεί από τη πορεία του. Αντίθετα, το αυτοκίνητο με ABS θα παραμείνει επάνω στη στροφή στην κατεύθυνση της κίνησης χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα. Το ABS προσφέρει στον οδηγό, εκτός από τη διατήρηση της σταθερότητας και του ελέγχου του αυτοκινήτου κατά το φρενάρισμα τόσο στην ευθεία όσο και στις στροφές, τις παρακάτω επίσης λειτουργίες:

1. Ενώ εφαρμόζεται δύναμη φρεναρίσματος και πριν ενεργοποιηθεί ο μηχανισμός του ABS, η δύναμη κατανέμεται μεταξύ των μπροστινών και πίσω τροχών, έτσι ώστε να μη μπλοκάρουν οι οπίσθιοι τροχοί πολύ νωρίτερα από τους πρόσθιους και να εξασφαλιστεί η σταθερή πορεία του αυτοκινήτου.
2. Επιτυγχάνεται συχνά το ιδανικό διάστημα πέδησης.
3. Το ABS εκμεταλλεύεται σχεδόν πλήρως τα όρια που παρέχουν οι φυσικές ιδιότητες των ελαστικών και του οδοστρώματος.

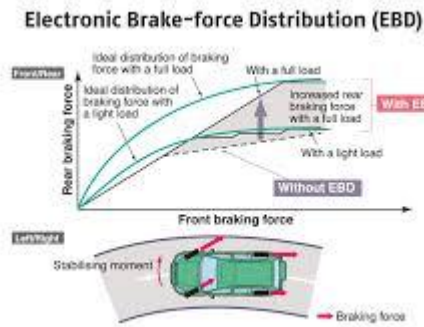
4.2.2 Υποβοήθηση Πέδησης



Η Υποβοήθηση Πέδησης (Brake Assist) είναι ένας γενικός όρος για μια τεχνολογία πέδησης των αυτοκινήτων, η οποία αυξάνει την πίεση του φρεναρίσματος σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Η πρώτη εφαρμογή αναπτύχθηκε από κοινού από την Daimler-Benz και την TRW/LucasVarity. Η έρευνα που διεξήχθη το 1992 στον εξομοιωτή οδήγησης της Mercedes-Benz στο Βερολίνο αποκάλυψε ότι ένα ποσοστό μεγαλύτερο του 90% των οδηγών αποτυγχάνουν να φρενάρουν με αρκετή δύναμη στις καταστάσεις έκτακτης

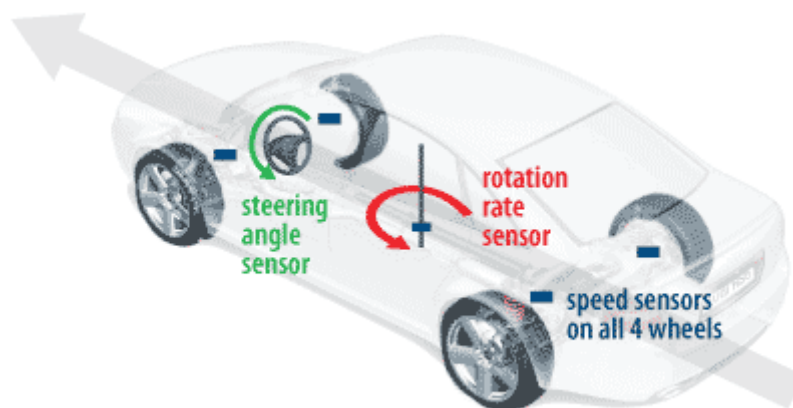
ανάγκης. Η υποβοήθηση πέδησης ανιχνεύει τις περιπτώσεις στις οποίες απαιτείται απότομο/ έκτακτο φρενάρισμα μετρώντας την ταχύτητα με την οποία το πόδι του οδηγού αφήνει το πεντάλ του φρένου. Κάποια συστήματα λαμβάνουν επιπρόσθετα υπόψη την ταχύτητα που απελευθερώνεται το πεντάλ της επιτάχυνσης, ασκώντας μια πίεση στα φρένα όταν παρατηρηθεί μια 'πανικόβλητη απελευθέρωσή' του. Σε αυτή την περίπτωση, η υποβοήθηση πέδησης αναπτύσσει αυτόματα τη μέγιστη δυνατή πέδηση έτσι ώστε να αντιμετωπίσει την τάση των οδηγών να φρενάρουν χωρίς την απαιτούμενη δύναμη.

4.2.3 Ηλεκτρονική Διανομή της Δύναμης Πέδησης



Η Ηλεκτρονική Διανομή της Δύναμης Πέδησης (Electronic Brake Force Distribution - EBD-EBFD) είναι μια τεχνολογία της αυτοκίνησης η οποία μεταβάλλει με αυτόματο τρόπο την ποσότητα της δύναμης που εφαρμόζεται στο φρένο του κάθε τροχού του αυτοκινήτου, με βάση τις συνθήκες του οδοστρώματος, την ταχύτητα, το φορτίο, κτλ. Πάντα σε συνδυασμό με το ABS, το EBD μπορεί να εφαρμόσει περισσότερη ή λιγότερη πίεση φρεναρίσματος σε κάθε τροχό έτσι ώστε να μεγιστοποιήσει την δύναμη ακινητοποίησης διατηρώντας παράλληλα τον έλεγχο του οχήματος από τον οδηγό. Συνήθως, το μπροστινό μέρος φέρει το μεγαλύτερο βάρος και το EBD διανέμει μικρότερη πίεση στα πίσω φρένα έτσι ώστε αυτά να μην μπλοκάρονται προκαλώντας ολίσθηση.

4.2.4 Ηλεκτρονικός Έλεγχος Ευστάθειας



Ο Ηλεκτρονικός Έλεγχος Ευστάθειας (Electronic Stability Control - ESC) είναι μια τεχνολογία Η/Υ που παρουσιάστηκε το 1995 η οποία βελτιώνει την ασφάλεια και την σταθερότητα του οχήματος ανιχνεύοντας και ελαχιστοποιώντας τις πλαγιολισθήσεις. Όταν το ESC ανιχνεύσει απώλεια ελέγχου του οχήματος στην οδήγηση, εφαρμόζει αυτόματα την πέδηση για να βοηθήσει τον οδηγό να κατευθύνει το όχημα προς τα εκεί που αυτός επιθυμεί. Η πέδηση εφαρμόζεται αυτόματα στον κάθε τροχό ξεχωριστά, πχ στον μπροστινό έξω τροχό για την αντιμετώπιση του υπερστριψίματος (over-steering), ή στον

πίσω εσωτερικό για το υποστρίψιμο (under- steering). Επίσης κάποια συστήματα ESC μειώνουν την ισχύ του κινητήρα μέχρι την επανάκτηση του ελέγχου του οχήματος. Ο έλεγχος ηλεκτρονικής ευστάθειας δεν βελτιώνει την απόδοση του οχήματος στις κλειστές στροφές παρά βοηθά να ελαχιστοποιηθεί η έλλειψη του ελέγχου στην οδήγηση.

4.3 Συστήματα σχετικά με την επιτάχυνση (throttle)

4.3.1 Έλεγχος Πλοήγησης

Ο έλεγχος πλοήγησης – cruise control (καμιά φορά γνωστός και ως έλεγχος ταχύτητας ή auto-cruise) είναι ένα σύστημα που ελέγχει αυτόματα την ταχύτητα ενός αυτοκινήτου. Το σύστημα αναλαμβάνει την επιτάχυνση του αυτοκινήτου για να διατηρήσει μια σταθερή ταχύτητα ορισμένη από τον οδηγό.

Ιστορικό

Ο έλεγχος της ταχύτητας με έναν φυγοκεντρικό ρυθμιστή χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα ήδη από τη δεκαετία του 1910 από την εταιρεία Peerless. Η Peerless διαφήμιζε πως το σύστημά της μπορούσε να «διατηρεί την ταχύτητα τόσο στους ανηφορικούς όσο και στους κατηφορικούς δρόμους». Η τεχνολογία αυτή ήταν εφεύρεση των James Watt και Matthew Boulton το 1788 στα πλαίσια του ελέγχου των ατμοκινητήρων. Ο ρυθμιστής προσαρμόζει τη θέση του throttle καθώς η ταχύτητα του οχήματος μεταβάλλεται υπό διαφορετικά φορτία. Ο σύγχρονος έλεγχος πλοήγησης (επίσης γνωστός ως speed-o-stat) εφευρέθηκε το 1945 από τον τυφλό εφευρέτη και μηχανολόγο μηχανικό Ralph Teetor. Η ιδέα του προέκυψε από την αγανάκτησή του επιβαίνοντας σε ένα αμάξι που οδηγούσε ο δικηγόρος του, ο οποίος συνεχώς επιτάχυνε και επιβράδυνε καθώς μιλούσε. Το πρώτο αυτοκίνητο με το σύστημα του Teetor ήταν το Chrysler Imperial του 1958. Το σύστημα υπολόγιζε την ταχύτητα με βάση τις περιστροφές του κινητήριου άξονα και χρησιμοποιούσε έναν πολλαπλασιαστή για να μεταβάλλει τη θέση του throttle όπως χρειαζόταν.

Θεωρία λειτουργίας

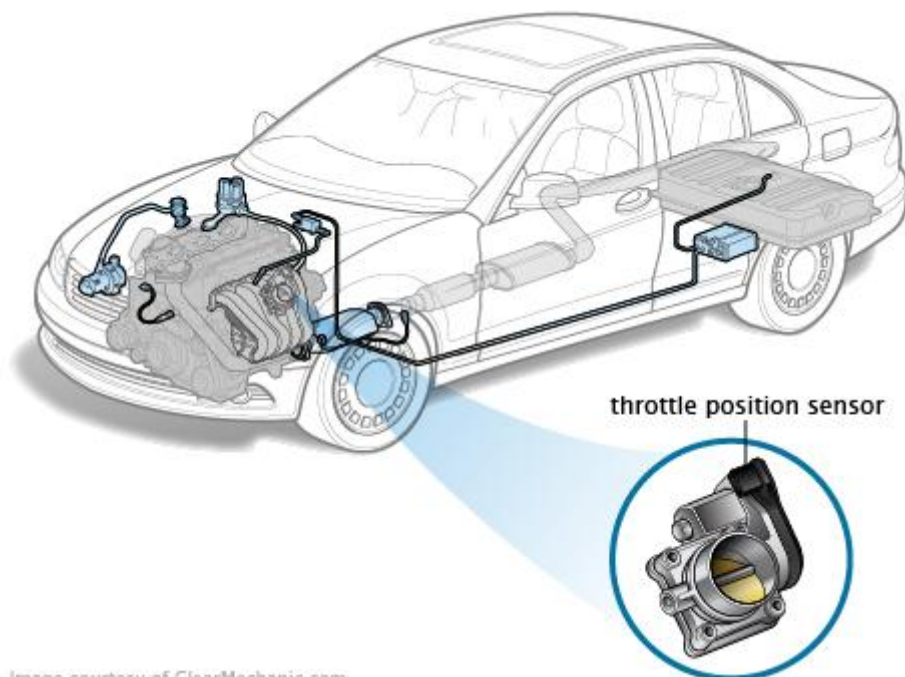


Image courtesy of ClearMechanic.com

Σε σύγχρονους σχεδιασμούς, το σύστημα ελέγχου πλοήγησης μπορεί να χρειαστεί να ενεργοποιηθεί πριν από τη χρήση - σε ορισμένους σχεδιασμούς είναι πάντα "on" αλλά όχι πάντα ενεργοποιημένος, κάποια άλλα έχουν ένα ξεχωριστό διακόπτη "on / off", ενώ ακόμη κάποια άλλα απλά έχουν έναν διακόπτη "on" που πρέπει να πιεστεί αφού το όχημα έχει ήδη εκκινήσει. Στους περισσότερους σχεδιασμούς υπάρχουν μπουτόν για λειτουργίες "set", "resume", "accelerate", και "coast". Ορισμένοι έχουν επίσης μπουτόν για το "cancel". Εναλλακτικά, το πάτημα του πεντάλ των φρένων ή του συμπλέκτη θα απενεργοποιήσει το σύστημα, έτσι ώστε ο οδηγός να μπορεί να μεταβάλλει την ταχύτητα χωρίς αντίσταση από το σύστημα. Το σύστημα ελέγχεται εύκολα από τον οδηγό, συνήθως με δύο ή περισσότερα μπουτόν στο τιμόνι.

Ο οδηγός πρέπει να φέρει το αυτοκίνητο σε κάποια ταχύτητα και να πατήσει ένα μπουτόν για να ρυθμίσει το σύστημα ελέγχου πλοήγησης για την τρέχουσα ταχύτητα. Το σύστημα ελέγχου πλοήγησης λαμβάνει ένα σήμα ταχύτητας από ένα περιστρεφόμενο άξονα μετάδοσης, καλώδιο ταχύμετρου, αισθητήρα ταχύτητας περιστροφής του τροχού ή από τις στροφές του κινητήρα. Τα περισσότερα συστήματα δεν επιτρέπουν τη χρήση του ελέγχου πλοήγησης κάτω από μια ορισμένη ταχύτητα (συνήθως 35 mph/ 55 km/h) για την αποθάρρυνση της χρήσης μέσα στην πόλη. Το αυτοκίνητο θα διατηρήσει την ταχύτητα τραβώντας το καλώδιο του throttle με ένα σωληνοειδές ή με ένα σερβομηχανισμό κενού (vacuum driven servomechanism). Όλα τα συστήματα πρέπει να απενεργοποιούνται ρητά και αυτόματα, όταν ο οδηγός πατήσει το φρένο ή συμπλέκτη. Το σύστημα ελέγχου πλοήγησης συχνά περιλαμβάνει μια δυνατότητα μνήμης για να επαναφέρει την καθορισμένη ταχύτητα μετά την πέδηση. Όταν το σύστημα ελέγχου πλοήγησης είναι σε ισχύ, το γκάζι μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί για να επιταχύνει το αυτοκίνητο, αλλά μόλις το γκάζι απελευθερώνεται το αυτοκίνητο στη συνέχεια θα επιβραδύνει μέχρι την προ- καθορισμένη ταχύτητα.

Στα καινούρια οχήματα που εξοπλίζονται με ηλεκτρονικό έλεγχο του throttle, το cruise control μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα στο σύστημα διαχείρισης του κινητήρα του οχήματος (engine management system). Επί του παρόντος τα συστήματα ελέγχου της πλοήγησης που βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης συμπεριλαμβάνουν τη δυνατότητα να μειώσουν την ταχύτητα αυτόματα όταν η απόσταση από ένα αυτοκίνητο μπροστά, ή το όριο ταχύτητας, μειώνεται. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα για εκείνους που οδηγούν σε άγνωστες περιοχές.

4.4 Μεικτά συστήματα

4.4.1 Αυτόνομος Έλεγχος Πλοήγησης



Ο Αυτόνομος Έλεγχος Πλοήγησης (Autonomous Cruise Control – ACC) είναι ένα προαιρετικό σύστημα πλοήγησης που συναντάται σε κάποια προηγμένα αυτοκίνητα και το βρίσκουμε με πολλά διαφορετικά εμπορικά ονόματα ανάλογα τον κατασκευαστή. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν είτε τεχνολογίες ραντάρ είτε λέιζερ, επιτρέποντας στο όχημα να επιβραδύνει όταν πλησιάζει ένα άλλο όχημα και να επιταχύνει ξανά για να

διατηρήσει την ταχύτητά του όταν η κυκλοφορία το επιτρέπει. Η τεχνολογία ACC θεωρείται εκτενώς ως ένα συστατικό-κλειδί όλων των μελλοντικών γενεών των έξυπνων οχημάτων.

Τύποι

Τα συστήματα που βασίζονται στο λέιζερ έχουν σημαντικά μικρότερο κόστος από αυτά που βασίζονται σε ραντάρ, παρόλα αυτά, τα πρώτα δεν μπορούν να ανιχνεύσουν και να παρακολουθήσουν καλά τα οχήματα σε ακραίες καιρικές συνθήκες ούτε όταν πρόκειται για πολύ βρώμικα (μη - αντανακλώντα) οχήματα. Οι αισθητήρες λέιζερ πρέπει να είναι εκτεθειμένοι, ο αισθητήρας (ένα αρκετά μεγάλο μαύρο κουτί) βρίσκεται συνήθως χαμηλά στη μάσκα στη μια μεριά του αυτοκινήτου.

Οι αισθητήρες που βασίζονται στο ραντάρ μπορούν να κρυφτούν πίσω από πλαστικά ταμπλό. Παρόλα αυτά, τα ταμπλό πιθανόν θα δείχνουν διαφορετικά από ότι σε ένα όχημα χωρίς αυτό το χαρακτηριστικό. Για παράδειγμα, η μάσκα των Mercedesσε τέτοιες εφαρμογές περιέχει ένα στερεό πλαστικό ταμπλό μπροστά από το ραντάρ με βαμμένες πλάκες για να εξομοιώνει τις πλάκες του υπόλοιπου της μάσκας. Τα συστήματα με ραντάρ διατίθενται σε πολλά αυτοκίνητα πολυτελείας ως έξτρα επιλογή για περίπου 1000-3000€. Τα συστήματα λέιζερ διατίθενται σε μερικά ημι - πολυτελή και πολυτελή αυτοκίνητα ως έξτρα επιλογή για περίπου 400-600€. Τα συστήματα ACC με ραντάρ συχνά συμπεριλαμβάνουν ένα σύστημα αποτροπής συγκρούσεων (pre-crash system) το οποίο προειδοποιεί τον οδηγό και/ ή παρέχει βοηθητική πέδηση εάν υπάρχει υψηλό ρίσκο σύγκρουσης. Επίσης σε συγκεκριμένα οχήματα συνεργάζεται με ένα σύστημα διατήρησης της λωρίδα κυκλοφορίας (lane maintaining system) το οποίο παρέχει υποβοήθηση στο τιμόνι (power steering assist) για να μειώνει τη δυσκολία γυρίσματος του τιμονιού σε πολύ κλειστές στροφές, όταν είναι ενεργοποιημένο το σύστημα ελέγχου της πλοήγησης.

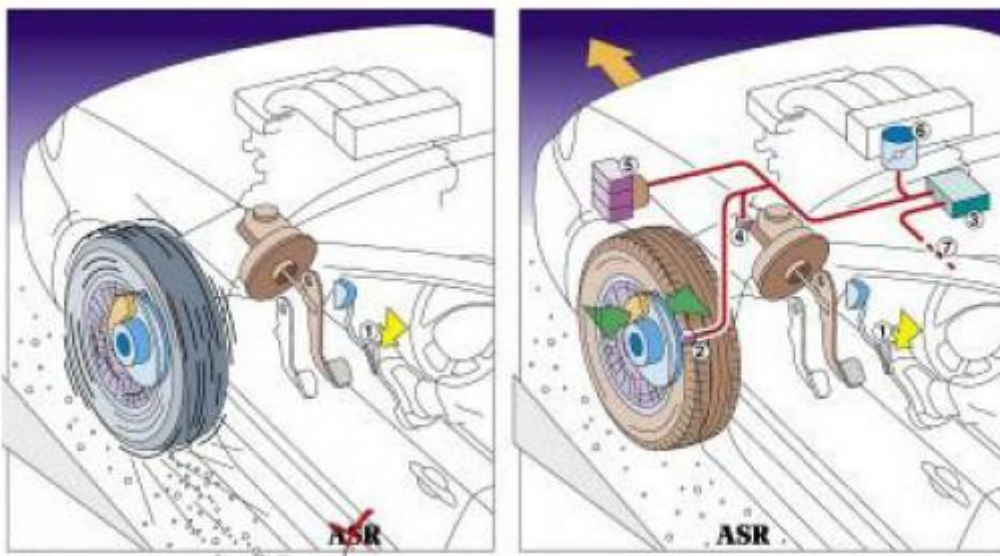
4.4.2 Συστήματα που διατίθενται

Διάφοροι Ιάπωνες κατασκευαστές αρχικά πρόσφεραν τα συστήματα ACC στην Ιαπωνική αγορά στα μέσα των 90s. Εκείνα τα πρώιμα συστήματα δεν ασκούσαν πέδηση, παρά μόνο έλεγχο της ταχύτητας μέσω ελέγχου του γκαζιού και του κατεβάσματος σχέσης (downshifting). Τον Αύγουστο του 1997, η Toyota άρχισε να προσφέρει ένα σύστημα ελέγχου πλοήγησης με ραντάρ (radar cruise control) στο μοντέλο Celsior. Στη συνέχεια εμπλούτισε το σύστημά τους προσθέτοντας έλεγχο πέδησης το 2000 και λειτουργία παρακολούθησης σε χαμηλές ταχύτητες (low-speed tracking mode) το 2004. Η λειτουργία παρακολούθησης σε χαμηλές ταχύτητες ήταν μια δεύτερη λειτουργία η οποία θα προειδοποιούσε τον οδηγό αν το προπορευόμενο όχημα σταματούσε και θα παρείχε πέδηση, θα ακινητοποιούσε το αυτοκίνητο αλλά μετά θα απενεργοποιούταν. Το 2006 η Toyota εισήγαγε τη λειτουργία παρακολούθησης σε όλες τις ταχύτητες (all-speed tracking function) για το Lexus LS 460. Αυτό το σύστημα διατηρεί συνεχή έλεγχο για ταχύτητες από 0 km/h μέχρι 100 km/h και είναι σχεδιασμένο να δουλεύει σε καταστάσεις επαναλαμβανόμενων εκκινήσεων και ακινητοποιήσεων όπως συμβαίνει σε έναν μπουτιλιαρισμένο αυτοκινητόδρομο. Το τμήμα της Lexus ήταν το πρώτο που έφερε τον προσαρμοστικό έλεγχο πλοήγησης στην αγορά των ΗΠΑ το 2000 στο LS 430 με το Dynamic Laser Cruise Control System. Η Mercedes εισήγαγε το Distronic στα τέλη του 1998 στην S-class. Για το 2006, η Mercedes-Benz βελτίωσε το Distronic έτσι ώστε να ακινητοποιεί πλήρως το όχημα αν χρειαστεί (τώρα ονομάζεται 'Distronic Plus' και προσφέρεται στα πολυτελή σεντάν των S-class), χαρακτηριστικό που τώρα προσφέρεται και από την Bosch ως "ACC plus" και είναι διαθέσιμο στο Audi Q7. Το Distronic αφαιρέθηκε από τα Mercedes των ΗΠΑ για τα μοντέλα του 2009 με εξαίρεση την S-class. Η Jaguar ξεκίνησε να προσφέρει ένα σύστημα το 1999, το Active Cruise Control system της BMW βγήκε στην αγορά το 2000 στη σειρά 7 και αργότερα το 2007,

πρόσθεσε ένα σύστημα με την ονομασία σύστημα Stop-and-Go στη σειρά 5. Οι Volkswagen και Audi εισήγαγαν τα δικά τους συστήματα το 2002 μέσω του κατασκευαστή ραντάρ Auto cruise.

4.4.3 Σύστημα Ελέγχου Πρόσφυσης

Το Σύστημα Ελέγχου Πρόσφυσης (TCS), επίσης γνωστό ως Anti-Slip Regulation (ASR), στα οχήματα παραγωγής σήμερα, είναι συνήθως (αλλά όχι κατ' ανάγκη) ένα ηλεκτρο - υδραυλικό σύστημα, σχεδιασμένο να προλαμβάνει την απώλεια της πρόσφυσης των ελαστικών στον δρόμο, και επομένως του ελέγχου του οχήματος, όταν εφαρμόζεται υπερβολική επιτάχυνση από τον οδηγό και η κατάσταση του οδοστρώματος (εξαιτίας διάφορων παραγόντων) το εμποδίζει από το να ανταπεξέλθει στη ροπή που εφαρμόζεται σε αυτό. Αν και παρόμοιο με τα συστήματα ελέγχου της ηλεκτρονικής ευστάθειας (ESC), τα συστήματα ελέγχου της πρόσφυσης δεν έχουν τον ίδιο στόχο.



Η παρέμβαση του συστήματος μπορεί να συνίσταται σε ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω:

- Επιβράδυνση ή καταστολή του σπινθήρα σε έναν ή περισσότερους κυλίνδρους.
- Μείωση της παροχής καυσίμου σε έναν ή περισσότερους κυλίνδρους.
- Φρενάρισμα σε έναν ή περισσότερους τροχούς.
- Κλείσιμο του γκαζιού, αν το όχημα έχει ηλεκτρονικό σύστημα επιτάχυνσης(drive by wire throttle).
- Στα οχήματα εφοδιασμένα με τούρμπο, μπορεί να ενεργοποιηθεί ο πολλαπλασιαστής για να μειώσει το boost και επομένως την ισχύ του κινητήρα.

Συνήθως, το σύστημα ελέγχου πρόσφυσης μοιράζεται τον ίδιο ηλεκτρο - υδραυλικό ενεργοποιητή (αλλά δεν χρησιμοποιεί τον συμβατικό master cylinder και servo) καθώς και τους αισθητήρες ταχύτητας των τροχών με το ABS.

5 Ασύρματα δίκτυα αυτοκινήτων

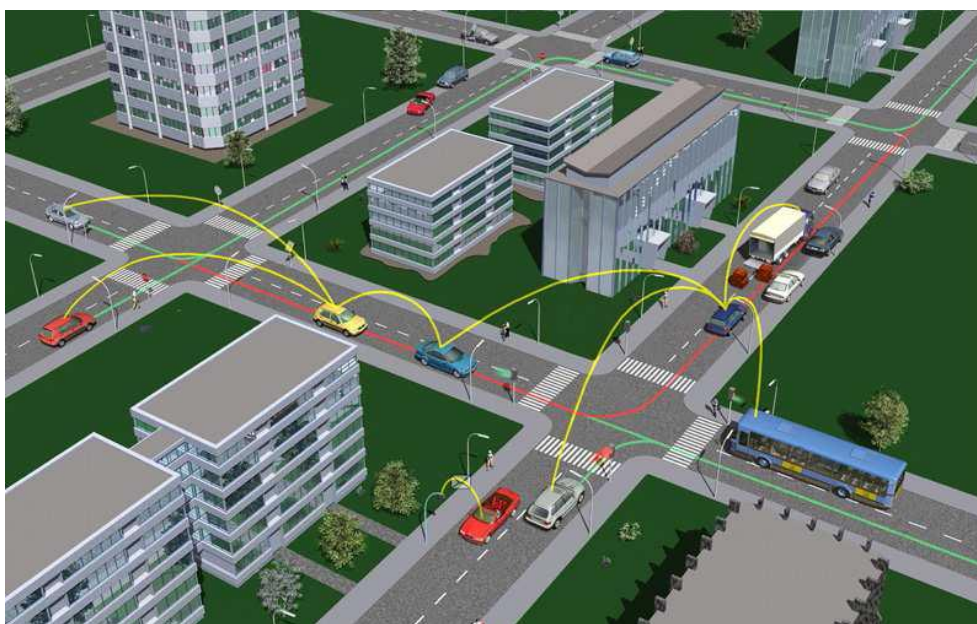
5.1 Ιστορική εξέλιξη

Κατά την τελευταία δεκαετία, η πρόοδος στις τεχνολογίες αισθητήρων και ο μμείζον στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης να μμειωθούν στο μισό τα τροχαία ατυχήματα και οι θάνατοι που προέρχονται από αυτά έως το 2010, οδήγησε στην εξέλιξη των προηγμένων συστημάτων υποστήριξης οδηγού (advanced driver assistance systems - ADAS). Η σύντηξη των δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικούς προηγμένους αισθητήρες, εγκατεστημένους εντός του αυτοκινήτου, ήταν αρχικά στο κέντρο αυτής της προσπάθειας.

Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή πάσχει από σοβαρές περιορισμούς. Πιο συγκεκριμένα:

- Η αντίληψη του περιβάλλοντος του αυτοκινήτου δεν μπορεί να υπερβαίνει την απόσταση ανίχνευσης των αισθητήρων.
- Τα συστήματα αισθητήρων δεν μπορούν να έχουν καλές επιδόσεις σε όλα τα περιβάλλοντα (το αστικό οδικό δίκτυο αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση).
- Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα δεν είναι σε θέση να αντιληφθεί την κατάσταση εγκαίρως ώστε να προειδοποιήσει τον οδηγό και να προτείνει διορθωτική πράξη.
- Το κόστος των συστημάτων αισθητήρων είναι πολύ υψηλό και έτσι η εγκατάστασή τους είναι εφικτή μόνο σε πολυτελή αυτοκίνητα.

Ωστόσο, πρόσφατα υπάρχει σημαντική εν εξέλιξη έρευνα πάνω στα συνεργατικά αυτοκίνητα, η οποία επικεντρώνεται στην αντιμετώπιση όλων των παραπάνω περιορισμών. Υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη επικοινωνίας: σταθμός βάσης-με-αυτοκίνητο και αυτοκίνητο-με-αυτοκίνητο (βλέπε Εικόνα παρακάτω). Επιπλέον, η εκμετάλλευση των ασύρματων επικοινωνιών στο περιβάλλον των αυτοκινήτων θα ενισχύσει και θα διευρύνει τις προς το παρόν διαθέσιμες εφαρμογές ασφαλείας και άνεσης (π.χ. στήριξη σε σήραγγα, αναβάθμιση της ασφάλειας σε διασταυρώσεις, διαδίκτυο στο αυτοκίνητο, οικολογική οδήγηση).



Αυτοκίνητα που συνεργάζονται με άλλα αυτοκίνητα και με σταθμούς βάσης

Το περιορισμένο εύρος ζώνης, τα θέματα ασφάλειας, η προστασία της ιδιωτικής ζωής, η αξιοπιστία και η διάδοση είναι μερικά από τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από την ασύρματη συνδεσιμότητα στα αυτοκίνητα. Για όλους τους παραπάνω λόγους νέες οργανώσεις, πρωτοβουλίες και ομάδες εργασίας δημιουργήθηκαν (π.χ. DSRC, WAVE, C2C-CC).

Επιπροσθέτως, νέες προκλήσεις τίθενται στη διαδικασία της σύντηξης δεδομένων. Η συσχέτιση και ο συγχρονισμός των δεδομένων από τους αισθητήρες του αυτοκινήτου σε συνδυασμό με τα δεδομένα από το ασύρματο δίκτυο είναι η κύρια πρόκληση. Επιπλέον, ο χειρισμός των καθυστερημένων πληροφοριών καθώς και η αξιοπιστία των πληροφοριών που μεταφέρονται μέσω του δικτύου είναι άλλα σημαντικά ζητήματα.

5.2 Χαρακτηριστικά του ασύρματου δικτύου αυτοκινήτων

Τα χαρακτηριστικά ενός αυτό - οργανούμενου δικτύου αυτοκινήτων (vehicular ad hoc network - VANET) είναι μοναδικά σε σύγκριση με άλλα αυτό - οργανούμενα δίκτυα κινητών (mobile ad hoc network- MANET). Οι ξεχωριστές ιδιότητες ενός VANET προσφέρουν ευκαιρίες για την αύξηση της απόδοσης του δικτύου, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζονται σημαντικές προκλήσεις. Ακολουθούν κάποια χαρακτηριστικά των VANETs που αποτελούν και τις κυριότερες διαφορές τους από τα MANETs:

- Ένα VANET χαρακτηρίζεται από ταχεία, αλλά κάπως προβλέψιμη, αλλαγή τοπολογίας.
- Ο κατακερματισμός του εμφανίζεται συχνά, λόγω της μεγάλης ταχύτητας των κόμβων - αυτοκινήτων και του μειωμένου αριθμού των αυτοκινήτων σε κάποιες περιοχές π.χ. αγροτικοί δρόμοι.
- Η ενεργή διάμετρος του είναι μικρή.
- Ο πλεονασμός (redundancy) σε ένα VANET είναι περιορισμένος τόσο χρονικά όσο και λειτουργικά. Αντίθετα σε ένα MANET είναι ζωτικής σημασίας για την παροχή επιπλέον εύρους ζώνης και για την ασφάλεια. Για παράδειγμα, αν είναι επιθυμητό επιπλέον εύρος ζώνης, μπορούν να προστεθούν περισσότεροι κόμβοι. Επίσης, σχήματα ασφάλειας χρησιμοποιούν ανεξάρτητες πλεονάζουσες διαδρομές για την ασφαλή μεταφορά μηνυμάτων. Αυτό δεν είναι εύκολο να γίνει σε ένα VANET.
- Θέτει μια σειρά από μοναδικές προκλήσεις ασφαλείας.
- Είναι πιθανή η τοποθέτηση στρατηγικών σημείων πρόσβασης κατά μήκος του δρόμου, τα οποία με τη σειρά τους να επιτρέπουν στα αυτοκίνητα να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες διαθέσιμες από την υποδομή (infrastructure), ενώ αντίθετα σε ένα MANET δεν υπάρχει διαθέσιμη υποδομή.

Οι παράμετροι κλειδιά για την καλή επίδοση ενός VANET είναι ο χαμηλός χρόνος απόκρισης (latency) και η διατήρηση της ρυθμαπόδοσης (throughput) του συστήματος (ή αλλιώς το ποσοστό των γειτονικών αυτοκινήτων που επιτυχώς λαμβάνουν μηνύματα προειδοποίησης). Όσον αφορά το χρόνο απόκρισης όταν δύο αυτοκίνητα επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους ο χρόνος μετάδοσης του μηνύματος πρέπει γενικά να είναι μικρότερος από 100ms. Τώρα, όσον αφορά τη ρυθμαπόδοση θα πρέπει να διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα σε όλο το δίκτυο και να μην μειώνεται σημαντικά με τον αριθμό των ενδιάμεσων αυτοκινήτων που δρομολογούν το μήνυμα από την προέλευση στον προορισμό (hops).

Η τοπολογία ενός VANET, παρότι είναι κάπως προβλέψιμη λόγω των φυσικών περιορισμών του δρόμου, αλλάζει συχνά λόγω της υψηλής κινητικότητας των αυτοκινήτων. Εξαιτίας των συχνών αλλαγών τοπολογίας, ο χρόνος που διαρκεί η σύνδεση επικοινωνίας μεταξύ δύο αυτοκινήτων είναι σύντομη. Ο λόγος για τον οποίο η σύνδεση σε ένα VANET διαρκεί λίγο είναι ότι τα αυτοκίνητα ταξιδεύουν σε υψηλές ταχύτητες, προσεγγίζοντας έως και τα 200 km/h. Μία λύση για την αύξηση της διάρκειας

κατά την οποία η σύνδεση είναι έγκυρη είναι η αύξηση της ισχύος μετάδοσης. Το πρόβλημα που σχετίζεται με την αύξηση της ακτίνας μετάδοσης ενός αυτοκινήτου, προκειμένου να διατηρηθεί η σύνδεση επικοινωνίας, είναι ότι μειώνεται επίσης η ρυθμαπόδοση του δικτύου. Όταν αυτοκίνητα ταξιδεύουν σε αντίθετες κατευθύνσεις μια σύνδεση διατηρείται για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Ακόμη και όταν τα αυτοκίνητα ταξιδεύουν προς την ίδια κατεύθυνση, με κάθε αυτοκίνητο να έχει μια ακτίνα μετάδοσης 200 m, η ασύρματη σύνδεση μεταξύ τους διαρκεί κατά μέσο όρο για περίπου ένα λεπτό. Επειδή τα αυτοκίνητα παρουσιάζουν υψηλό βαθμό κινητικότητας, είναι δύσκολο να διατηρηθεί οποιαδήποτε μορφή συμμετοχής σε ομάδα. Για παράδειγμα, είναι δύσκολο να καθοριστεί ένας ακριβής κατάλογος των γειτονικών αυτοκινήτων. Πρωτόκολλα που βασίζονται στο σχηματισμός ομάδων είναι δύσκολο να εφαρμοστούν σε ένα VANET. Παρόλα αυτά, η τοπολογία ενός VANET είναι επίσης ωφέλιμη γιατί η κίνηση ενός αυτοκινήτου περιορίζεται από το δρόμο και επομένως η μελλοντική κίνησή του είναι προβλέψιμη.

Για την αρχική ανάπτυξη ενός VANET υπάρχει το πρόβλημα ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό των αυτοκινήτων που βρίσκονται στους δρόμους είναι εξοπλισμένα με πομποδέκτες. Ο περιορισμένος αριθμός των αυτοκινήτων με πομποδέκτες θα οδηγήσει συχνά σε κατακερματισμό του δικτύου, με αποτέλεσμα ένα μέρος του δικτύου να είναι απροσπέλαστο. Ακόμα και όταν ένα VANET έχει αναπτυχθεί πλήρως, ο κατακερματισμός μπορεί να υπάρχει σε αγροτικές περιοχές ή σε περιόδους αραιής κυκλοφορίας, όπως συμβαίνει αργά τη νύχτα. Δεδομένου ότι μπορεί να περάσουν χρόνια πριν η πλειονότητα των αυτοκινήτων να είναι εξοπλισμένη με πομποδέκτες, τα πρωτόκολλα VANET δεν θα πρέπει να υποθέσουν ότι όλα τα αυτοκίνητα μπορούν να επικοινωνούν.

Ένα αποτέλεσμα της ανεπαρκούς συνδεσιμότητας μεταξύ των κόμβων είναι ότι η ενεργή διάμετρος του δικτύου είναι μικρή. Για το λόγο αυτό, δεν είναι ρεαλιστικό για έναν κόμβο να διατηρεί την πλήρη καθολική τοπολογία του δικτύου. Η περιορισμένη ενεργή διάμετρος καταλήγει σε προβλήματα όταν προσπαθούν να εφαρμοστούν οι υπάρχοντες αλγόριθμοι δρομολόγησης σε ένα VANET. Τα παραδοσιακά πρωτόκολλα δρομολόγησης είναι είτε προ-ενεργητικά (proactive) ή αντιδραστικά (reactive). Οι προ- ενεργητικοί αλγόριθμοι δρομολόγησης διατηρούν διαδρομές χρησιμοποιώντας πίνακες. Συχνές ανταλλαγές δεδομένων μεταξύ των κόμβων απαιτούνται για να διατηρηθούν οι πληροφορίες δρομολόγησης έγκυρες. Επειδή η τοπολογία αλλάζει τόσο γρήγορα, οι διαδρομές που διατηρούνται στους πίνακες δρομολόγησης γρήγορα καθίστανται άκυρες. Παραδοσιακά οι προσεγγίσεις δρομολόγησης που βασίζονται σε πίνακες καταναλώνουν πολύ εύρος ζώνης. Από την άλλη, η αντιδραστική δρομολόγηση αποσκοπεί στην εγκατάσταση μιας διαδρομής μόνον όταν είναι απαραίτητο. Το πρόβλημα με την αντιδραστική προσέγγιση είναι ότι η διαδρομή πρέπει να καθοριστεί πριν σταλεί το πρώτο πακέτο, γεγονός που αυξάνει το χρόνο που χρειάζεται για να σταλεί ένα μήνυμα. Καμία από τις δύο αυτές προσεγγίσεις δεν αποδίδει ιδιαίτερα καλά σε ένα VANET. Το πρόβλημα με την προ-ενεργητική προσέγγιση είναι ότι δεν διευρύνεται εύκολα. Το πρόβλημα με την αντιδραστική προσέγγιση είναι ότι ακόμη και όταν μια διαδρομή για έναν προορισμό βρίσκεται λίγο πριν τη μετάδοση ενός μηνύματος, αυτή η διαδρομή μπορεί επίσης να είναι έγκυρη για πολύ λίγο εξαιτίας της κινητικότητας των κόμβων. Επιπροσθέτως, η αναμενόμενη διάρκεια ζωής μιας διαδρομής μειώνεται καθώς ο αριθμός των αναμεταδόσεων (hops) αυξάνεται. Μια διαδρομή μπορεί να πάψει να υπάρχει σχεδόν με το που ανακαλυφθεί. Η αποστολή ενός μηνύματος σε απόσταση μεγαλύτερη από τρεις ή τέσσερις αναμεταδόσεις (hops), χρησιμοποιώντας παραδοσιακούς ad hoc αλγόριθμους δρομολόγησης, είναι πιθανό να οδηγήσει σε σφάλμα δρομολόγησης.

Ο πλεονασμός είναι ζωτικής σημασίας για την παροχή ειδικών υπηρεσιών όπως είναι η ασφάλεια. Σε ένα VANET ο πλεονασμός είναι περιορισμένος τόσο χρονικά όσο και λειτουργικά. Από τη στιγμή που οι σύνδεσμοι μεταξύ των κόμβων αδυνατούν να

υφίστανται για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα, είναι εξαιρετικά δύσκολο να εφαρμοστεί οποιασδήποτε μορφής πλεονασμός.

Η προστασία της ιδιωτικής ζωής καθώς και η ασφάλεια είναι άλλα θέματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Πρώτον, προκειμένου να κερδηθεί υποστήριξη για την υιοθέτηση ενός VANET πρέπει να διατηρηθεί η ανωνυμία του οδηγού. Για παράδειγμα, το ευρύ κοινό είναι απίθανο να υποστηρίξει ένα VANET εάν η κίνηση του οδηγού καταγράφεται. Αν χαρακτηριστικά ανωνυμίας δεν συμπεριλαμβάνονται, θα ήταν δυνατόν σε τρίτους να παρακολουθούν καθημερινά τις δραστηριότητες του οδηγού. Για το λόγο αυτό, χρειάζονται μηχανισμοί που να διασφαλίζουν την ιδιωτική ζωή του οδηγού. Δεύτερον, ένα VANET απαιτεί υψηλό βαθμό ασφάλειας. Δεν θα πρέπει να είναι δυνατόν να παρεμβαίνει κανείς στα μηνύματα του VANET. Η παραποίηση των μηνυμάτων ασφαλείας θα οδηγήσει στην πραγματοποίηση τροχαίων ατυχημάτων, τα οποία το σύστημα σχεδιάστηκε να αποτρέψει. Αν αυστηρά μέτρα ασφαλείας δεν τεθούν σε εφαρμογή, ένας εισβολέας θα μπορούσε να διαδώσει ψευδή στοιχεία στο δίκτυο με αποτέλεσμα η ροή της κυκλοφορίας να μεταβληθεί και να προκληθεί χάος στο σύστημα μεταφορών.

Αυτές είναι μερικές από τις μοναδικές προκλήσεις που σχετίζονται με ένα VANET. Αυτά δεν είναι τα μοναδικά χαρακτηριστικά ενός VANET, αλλά δίνουν μια βασική κατανόηση ορισμένων από τα σημαντικότερα θέματα εφαρμογής του.

5.3 Δραστηριότητες προτυποποίησης και Ευρωπαϊκά έργα

Σημαντικές δραστηριότητες στον τομέα της επικοινωνίας αυτοκινήτων είναι υπό εξέλιξη διεθνώς αυτή την περίοδο. Μερικές από αυτές είναι οι ακόλουθες: η δέσμευση της συχνότητας των 5.9 GHz και η αντίστοιχη ζώνη συχνοτήτων που είναι χωρισμένη σε 7 κανάλια (DSRC – Dedicated Short Range Communications) [30], ο ορισμός μιας ομάδας από την IEEE για την δημιουργία μιας σειράς πρωτοκόλλων αντίστοιχων με τα Wi-Fi προσανατολισμένα για τις ανάγκες των αυτοκινήτων (WAVE – Wireless Access in Vehicular Environments ή IEEE 1609) [31] και μία αρχιτεκτονική για την προτυποποίηση του συνόλου των πρωτοκόλλων και των παραμέτρων για μεσαίας και μεγάλης εμβέλειας, υψηλής ταχύτητας επικοινωνία μεταξύ αυτοκινήτων, χρησιμοποιώντας ένα ή περισσότερα μέσα (CALM - Continuous Air-interface, Long and Medium Range) [32,33]. Επιπλέον, διάφοροι οργανισμοί, όπως η Κοινοπραξία για την επικοινωνία αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο (CAR 2 CAR Communication Consortium - C2C-CC) [34,35] και το Ινστιτούτο Προτύπων Ευρωπαϊκών Τηλεπικοινωνιών (European Telecommunications Standards Institute - ETSI) [36] εργάζονται για την καθιέρωση, προώθηση και τη διαλειτουργικότητα των απαραίτητων προτύπων. Τέλος, κάποια ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα που ασχολούνται με επικοινωνία αυτοκινήτων είναι το SAFESPOT, το CVIS και το COOPERS.

5.3.1 Οργανισμοί

C2C-CC

Το C2C-CC είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ξεκίνησε από Ευρωπαίους κατασκευαστές αυτοκινήτων και ο οποίος είναι ανοικτός για τους προμηθευτές αισθητήρων, ερευνητικούς οργανισμούς και άλλους εταίρους. Το C2C-CC έχει αφοσιωθεί στον εξής αντικειμενικό σκοπό: περαιτέρω αύξηση της οδικής ασφάλειας και αποδοτικότητας μέσα από την χρήση επικοινωνίας μεταξύ των αυτοκινήτων. Επίσης, στόχος του C2C-CC είναι να τυποποιήσει τις διεπαφές και τα πρωτόκολλα των ασύρματων επικοινωνιών μεταξύ των αυτοκινήτων και του περιβάλλοντός τους, με σκοπό να γίνουν τα αυτοκίνητα των διαφορετικών κατασκευαστών διαλειτουργικά και επίσης να μπορούν να επικοινωνούν με τους οδικούς σταθμούς βάσης.

Πιο συγκεκριμένα, η αποστολή και οι αντικειμενικοί στόχοι του C2C-CC είναι:

- Η δημιουργία και η καθιέρωση ενός ανοιχτού ευρωπαϊκού βιομηχανικού προτύπου για τα συστήματα επικοινωνίας μεταξύ των αυτοκινήτων που βασίζονται σε μονάδες ασύρματου δικτύου LAN και η διασφάλιση σε ευρωπαϊκό επίπεδο της διαλειτουργικότητας μεταξύ των αυτοκινήτων.
- Να καταστεί δυνατή η ανάπτυξη των εφαρμογών ενεργητικής ασφάλειας, καθορίζοντας, τυποποιώντας και επιδεικνύοντας το σύστημα επικοινωνίας αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο.
- Να προωθήσει τη χορήγηση μιας πανευρωπαϊκής, αποκλειστικής, χωρίς χρέωση ζώνης συχνοτήτων για εφαρμογές επικοινωνίας αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο.
- Να προωθήσει την εναρμόνιση των προτύπων επικοινωνίας αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο σε παγκόσμιο επίπεδο.
- Η ανάπτυξη ρεαλιστικών στρατηγικών ανάπτυξης και επιχειρηματικών μοντέλων για να επιταχυνθεί η διείσδυση στην αγορά.

ETSI

Ο ETSI είναι ένας ευρωπαϊκός οργανισμός προτυποποίησης της βιομηχανίας τηλεπικοινωνιών στην Ευρώπη, ευρέως γνωστός για τα πρότυπα του για GSM, TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) κλπ. Προς το τέλος του 2007, δημιούργησε μία νέα τεχνική επιτροπή για τα έξυπνα συστήματα μεταφορών (Intelligent Transport Systems - ITS), την TC ITS. Η επιτροπή αυτή θα αναπτύξει πρότυπα και προδιαγραφές για την παροχή υπηρεσιών ITS στην Ευρώπη. Η TC ITS είναι οργανωμένη στις ακόλουθες πέντε ομάδες εργασίας:

- 1.WG 1 Απαιτήσεις χρηστών και εφαρμογών
- 2.WG 2 Αρχιτεκτονική και θέματα μεταξύ των στρωμάτων αυτής
- 3.WG 3 Μεταφορές και δίκτυο
- 4.WG 4 Μέσα μετάδοσης και σχετικά θέματα
- 5.WG 5 Ασφάλεια



Η εργασία της συγκεκριμένης επιτροπής μόλις έχει ξεκινήσει και είναι γενικά αναμενόμενο ότι ο ETSI θα παίξει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του συστήματος των έξυπνων συστημάτων μεταφορών και των αντίστοιχων προτύπων στην Ευρώπη. Ο σκοπός αυτής της επιτροπής δεν είναι περιορισμένος στην ασύρματη επικοινωνία των αυτοκινήτων,

αλλά περιλαμβάνει τους διαφορετικούς τύπους μεταφορών (αυτοκίνητο και μοτοσυκλέτα, πεζοί, σιδηροδρομικό δίκτυο, αεροναυτική και λοιπά) και τις τεχνολογίες ασύρματων επικοινωνιών (5GHz, 60GHz, υπέρυθρες, GSM).

Με την έναρξη των εργασιών, οι ομάδες έχουν ήδη συμφωνήσει σε έναν αριθμό αντικειμένων εργασίας για αρκετές από τις πτυχές της επικοινωνίας αυτοκινήτων συμπεριλαμβανομένου των μέσων μετάδοσης, δικτύωση, ασφάλεια και εφαρμογές ασφαλείας. Στην ομάδα WG3, εστιάζουν κυρίως στις προδιαγραφές της ad hoc δικτύωσης που βασίζεται σε γεωγραφική διευθυνσιοδότηση και δρομολόγηση. Για να επιτραπεί η χρήση διαφορετικών μέσων μετάδοσης, οι προδιαγραφές διαχωρίζουν σε λειτουργίες δικτύου που εξαρτώνται από το μέσο μετάδοσης και άλλες που είναι ανεξάρτητες αυτού. Οι προδιαγραφές υποστηρίζονται από άλλες ομάδες εργασίας, οι οποίες συγκεκριμένα απευθύνονται σε θέματα μέσων μετάδοσης και ασφαλείας, όπως ένα ευρωπαϊκό πρότυπο της IEEE 802.11 για τα έξυπνα συστήματα μεταφορών. Η τεχνική επιτροπή αναπτύσσει ένα πλάνο για την εξέλιξη της προτυποποίησης για τα επόμενα χρόνια με σκοπό να πετύχει ένα πλήρες σύνολο προτύπων που κυμαίνονται από αρχιτεκτονική επικοινωνίας έως προδιαγραφές πρωτοκόλλων μαζί με επίσημες διαδικασίες δοκιμών.

5.3.2 Πρότυπα

DSRC

Οι αφοσιωμένες μικρής εμβέλειας επικοινωνίες (Dedicated Short Range Communication-DSRC) είναι υπηρεσίες επικοινωνιών μικρής με μεσαίας εμβέλειας (1000 μέτρα) που υποστηρίζουν τόσο τη δημόσια ασφάλεια όσο και τις ιδιωτικές λειτουργίες σε περιβάλλοντα επικοινωνιών σταθμού βάσης-με- αυτοκίνητο και αυτοκίνητο-με-αυτοκίνητο. Στόχος είναι η παροχή πολύ υψηλών ρυθμών μεταφοράς δεδομένων σε περιπτώσεις όπου η ελαχιστοποίηση της απόκρισης στο σύνδεσμο επικοινωνίας είναι σημαντική.

Το DSRC είναι μόνο για συστήματα δεδομένων και λειτουργεί με ραδιοσυχνότητες στα 5.725 MHz μέχρι 5.875 MHz για την βιομηχανική, επιστημονική και ιατρική (ISM) ζώνη συχνοτήτων. Τα DSRC συστήματα αποτελούνται από μονάδες στην πλευρά του δρόμου (Roadside Units - RSUs) και από μονάδες εγκατεστημένες σε κάθε αυτοκίνητο (On Board Units - OBUs) με πομποδέκτες και αναμεταδότες. Τα πρότυπα του DSRC προσδιορίζουν τις συχνότητες λειτουργίας και το εύρος ζώνης του συστήματος, αλλά επίσης αφήνουν περιθώρια για προαιρετικές συχνότητες που καλύπτονται (στην Ευρώπη) από εθνικούς κανονισμούς.

Τα DSRC συστήματα χρησιμοποιούνται στην πλειονότητα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά τα συστήματα αυτά δεν είναι πλήρως συμβατά ακόμα. Ως εκ τούτου, η τυποποίηση είναι απαραίτητη για να εξασφαλιστεί πανευρωπαϊκή διαλειτουργικότητα, ιδιαίτερα για εφαρμογές όπως η ηλεκτρονική είσπραξη διοδίων, για την οποία η Ευρωπαϊκή επιτροπή επιβάλλει την ανάγκη διαλειτουργικότητας των συστημάτων.

Η προτυποποίηση θα βοηθήσει την παροχή και την προώθηση πρόσθετων υπηρεσιών με τη χρήση του DSRC, καθώς επίσης θα βοηθήσει και στο να εξασφαλιστεί η συμβατότητα και η διαλειτουργικότητα μέσα σε ένα περιβάλλον πολλαπλών προμηθευτών.

Τα ακόλουθα πρότυπα έχουν δημιουργηθεί από την τεχνική επιτροπή (Technical Committee - TC)278 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Προτυποποίησης (European Committee for Standardization - CEN) για το DSRC: EN 12253, EN 12795, EN 12834 (ISO 15628) και EN 13372.

WAVE

Ο σχεδιασμός ενός αποτελεσματικού πρωτοκόλλου επικοινωνίας στον τομέα των αυτοκινήτων που ασχολείται με την προστασία των ιδιωτικών δεδομένων, την ασφάλεια, τη διάδοση πολλαπλών καναλιών και τη διαχείριση των πόρων είναι ένα δύσκολο έργο που βρίσκεται υπό εντατική επιστημονική έρευνα. Το συγκεκριμένο έργο έχει ανατεθεί σε μια ειδική ομάδα εργασίας από την IEEE και το σε εξέλιξη σύνολο πρωτοκόλλων είναι το IEEE 1609, ως επί το πλείστον γνωστό και ως WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments).

Τα πρότυπα του WAVE καθορίζουν μία αρχιτεκτονική και ένα συμπληρωματικό, τυποποιημένο σύνολο υπηρεσιών και διασυνδέσεων που επιτρέπουν συλλογικά ασφαλείς ασύρματες επικοινωνίες αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο (V2V) και αυτοκινήτου-με-υποδομή (V2I). Μαζί τα πρότυπα αυτά παρέχουν τη βάση για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στο περιβάλλον μεταφορών, συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας των αυτοκινήτων, την αυτόματη συλλογή διοδίων, τη βελτιωμένη πλοήγηση, τη διαχείριση της κυκλοφορίας και πολλές άλλες.

Η αρχιτεκτονική, οι διεπαφές και τα μηνύματα που ορίζονται στο WAVE υποστηρίζουν τη λειτουργία των ασφαλών ασύρματων επικοινωνιών μεταξύ των αυτοκινήτων και της υποδομής, καθώς και μεταξύ των αυτοκινήτων. Οι εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα πρότυπα αυτά σε συνδυασμό με εξοπλισμό που σχετίζεται με τη συχνότητα των 5.9 GHz για την παροχή, για παράδειγμα, υπηρεσιών προς τους οδηγούς, τους φορείς εκμετάλλευσης οδικών αξόνων, φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων και του προσωπικού συντήρησης.

Η οικογένεια προτύπων του WAVE αποτελείται από τέσσερα πρότυπα δοκιμαστικής χρήσης, ενώ τα αντίστοιχα πρότυπα πλήρους χρήσης είναι υπό ανάπτυξη, καθώς και από δύο αδημοσίευτα πρότυπα που είναι υπό ανάπτυξη:

IEEE P1609.0 – Πρόχειρο πρότυπο για ασύρματη πρόσβαση σε περιβάλλον αυτοκινήτων (WAVE) - Αρχιτεκτονική

Στο πρότυπο αυτό περιγράφεται η αρχιτεκτονική του WAVE και οι απαραίτητες υπηρεσίες για την επικοινωνία DSRC/WAVE συσκευών πολλαπλών διαύλων σε περιβάλλον κινούμενων αυτοκινήτων.

IEEE 1609.1-2006 – Πρότυπο δοκιμαστικής χρήσης για ασύρματη πρόσβαση σε περιβάλλον αυτοκινήτων (WAVE) - Διαχειριστής όρων

Το πρότυπο αυτό καθορίζει τις υπηρεσίες και τις διεπαφές της εφαρμογής διαχείρισης πόρων του WAVE. Περιγράφει τις υπηρεσίες δεδομένων και διαχείρισης που υπάρχουν στην αρχιτεκτονική του WAVE. Καθορίζει τη μορφή των μηνυμάτων εντολής και τις κατάλληλες αποκρίσεις σε αυτά τα μηνύματα, τη μορφή των αποθηκευμένων δεδομένων που πρέπει να χρησιμοποιηθεί από τις εφαρμογές για την επικοινωνία ,μεταξύ των διαφόρων τμημάτων αρχιτεκτονικής, καθώς και τη μορφή των μηνυμάτων κατάστασης και αίτησης.

IEEE 1609.2-2006 – Πρότυπο δοκιμαστικής χρήσης για ασύρματη πρόσβαση σε περιβάλλον αυτοκινήτων (WAVE) - Υπηρεσίες ασφαλείας για εφαρμογές και μηνύματα διαχείρισης

Στο πρότυπο αυτό καθορίζονται η επεξεργασία και η μορφή των μηνυμάτων ασφαλείας. Το πρότυπο αυτό επίσης καθορίζει τις περιστάσεις για την ανταλλαγή μηνυμάτων ασφαλείας καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα μηνύματα θα πρέπει να επεξεργάζονται με βάση το σκοπό της ανταλλαγής.

IEEE 1609.3-2007 – Πρότυπο δοκιμαστικής χρήσης για ασύρματη πρόσβαση σε περιβάλλον αυτοκινήτων (WAVE) - Υπηρεσίες δικτύωσης

Στο πρότυπο αυτό καθορίζονται οι υπηρεσίες του στρώματος δικτύου και μεταφοράς, συμπεριλαμβανομένου της διευθυνσιοδότησης και της δρομολόγησης, με σκοπό την υποστήριξη της ασφαλούς ανταλλαγής δεδομένων στα πλαίσια του WAVE. Επίσης, το πρότυπο αυτό καθορίζει σύντομα μηνύματα WAVE παρέχοντας έτσι μια αποδοτική, ειδικά για το WAVE, εναλλακτική λύση στο IPv6 (Internet Protocol version 6) που μπορεί να υποστηριχθεί απευθείας από τις εφαρμογές. Επιπλέον, το πρότυπο αυτό καθορίζει τη βάση διαχείρισης των πληροφοριών (Management Information Base - MIB) για τη στοίβα πρωτοκόλλων του WAVE.

IEEE 1609.4-2006 – Πρότυπο δοκιμαστικής χρήσης για ασύρματη πρόσβαση σε περιβάλλον αυτοκινήτων (WAVE) - Λειτουργίες πολλαπλών διαύλων

Το πρότυπο αυτό παρέχει βελτιώσεις στο στρώμα MAC του IEEE 802.11 για να υποστηρίξει τις λειτουργίες του WAVE.

IEEE P1609.11 – Πρότυπο για ανταλλαγή δεδομένων πάνω από τον αέρα για συστήματα έξυπνων μεταφορών (ITS)

Το πρότυπο αυτό καθορίζει τις υπηρεσίες και τις μορφές των μηνυμάτων ασφαλείας που είναι απαραίτητες για την υποστήριξη των ασφαλών ηλεκτρονικών πληρωμών.

Επιπρόσθετα, τα πρότυπα της οικογένειας IEEE 1609 βασίζονται στο πρότυπο IEEE P802.11p [40]. Το προτεινόμενο αυτό πρότυπο καθορίζει τις επεκτάσεις που πρέπει να γίνουν στο IEEE 802.11 για να παρέχεται ασύρματη δικτύωση σε αυτοκινητιστικό περιβάλλον.

CALM

Το CALM παρέχει συνεχή επικοινωνία μεταξύ ενός αυτοκινήτου και μονάδας στην άκρη του δρόμου χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μέσων επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των κυψελωτών επικοινωνιών, των συχνοτήτων 5 GHz και 63 GHz καθώς και υπέρυθρων συνδέσεων. Το CALM θα προσφέρει μια σειρά εφαρμογών, που αφορούν στην ασφάλεια των αυτοκινήτων και των πληροφοριών, καθώς και στην ψυχαγωγία για τον οδηγό και τους επιβάτες.

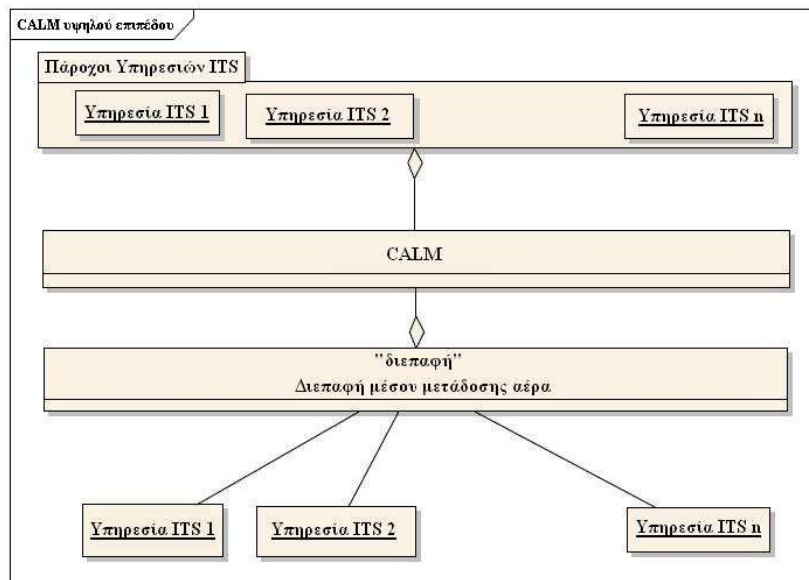
Ο σκοπός του CALM είναι να παρέχει ένα τυποποιημένο σύνολο πρωτοκόλλων διεπαφής του αέρα και παραμέτρων για τις μεσαίας και μεγάλης εμβέλειας, υψηλής ταχύτητας ITS επικοινωνίες, χρησιμοποιώντας ένα ή περισσότερα από τα διάφορα μέσα μετάδοσης. Αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια πρωτοκόλλων πολλαπλών σημείων και πρωτοκόλλων δικτύωσης μέσα σε κάθε μέσο μετάδοσης, καθώς και με πρωτόκολλα ανώτερου στρώματος για να καταστεί δυνατή η μεταφορά μεταξύ των μέσων μετάδοσης.

Η υπηρεσία αυτή περιλαμβάνει τους ακόλουθους τύπους επικοινωνίας:

- **Αυτοκίνητο-Υποδομή:** Οι παράμετροι επικοινωνίας πολλαπλών σημείων διαπραγματεύονται αυτόματα και η επικείμενη επικοινωνία μπορεί να αρχικοποιηθεί είτε από τη υποδομή είτε από το αυτοκίνητο.
- **Υποδομή-Υποδομή:** Το σύστημα επικοινωνίας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να συνδέσει σταθερά σημεία όπου η παραδοσιακή καλωδίωση είναι ανεπιθύμητη.
- **Αυτοκίνητο-Αυτοκίνητο:** Ένα δίκτυο ομότιμων γρήγορης απόκρισης με τη δυνατότητα να μεταφέρει δεδομένα που σχετίζονται με ασφάλεια, όπως αποφυγή σύγκρουσης, και άλλες υπηρεσίες αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο, όπως ad hoc δίκτυα που συνδέουν πολλαπλά αυτοκίνητα.

Στο υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης μπορούμε να φανταστούμε ότι, από τη μία πλευρά, έχουμε πολλαπλές υπηρεσίες που ενδεχομένως λειτουργούν ταυτόχρονα και απαιτούν υπηρεσίες επικοινωνιών. Από την άλλη πλευρά έχουμε τη δυνατότητα για πολλαπλά μέσα επικοινωνίας στο αυτοκίνητο που προσπαθούν να χειριστούν τη συναλλαγή. Στο ενδιάμεσο το CALM διαχειρίζεται τη συνεχή επικοινωνία χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα μέσα, για να ικανοποιήσει τις ανάγκες μιας ή περισσότερων εφαρμογών. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι το αυτοκίνητο μπορεί να διατηρεί πολλαπλές ταυτόχρονες συνδέσεις. Η εικόνα που ακολουθεί παρέχει ένα σχηματικό που αφορά τη λειτουργία του CALM στο υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης.

Επίσης είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι οι προδιαγραφές και τα πρότυπα του CALM δεν αποτελούν ένα φυσικό κομμάτι του εξοπλισμού. Ενώ το CALM μπορεί πράγματι να λειτουργεί μέσα από ένα "κουτί" σχεδιασμένο για την επίτευξη των καθηκόντων του, το CALM είναι στην πραγματικότητα ένα σχετικό σύνολο πρωτοκόλλων, διαδικασιών και διαχειριστικών ενεργειών. Η υλοποίηση είναι συνάρτηση της εμπορικής απόφασης. Παρόλο που μπορεί να εμφανιστεί στο αυτοκίνητο με τη μορφή ενός κουτιού, είναι εξίσου πιθανό να ενσωματωθεί σε μία από τις λειτουργίες προγραμματισμού μέσα στο αυτοκίνητο.



Η ιδέα του CALM στο υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης

5.4 Ευρωπαϊκά έργα

5.4.1 SAFESPOT

Το SAFESPOT είναι ένα ολοκληρωμένο ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τρέχει από το 2006 έως το 2010. Το SAFESPOT αναπτύσσει έναν «Βοηθό Περιθωρίου Ασφαλείας» (Safety Margin Assistant) με το συνδυασμό επικοινωνιών αυτοκινήτου-με- αυτοκίνητο και αυτοκινήτου-με-υποδομή. Ο Βοηθός Περιθωρίου Ασφαλείας όχι μόνο ανιχνεύει εκ των προτέρων πιθανές επικίνδυνες καταστάσεις, αλλά επιπλέον επεκτείνει την επίγνωση του οδηγού για το γύρω περιβάλλον στο χώρο και στο χρόνο. Βασικές τεχνολογίες που αναπτύσσονται στο SAFESPOT είναι η δυναμική ad hoc δικτύωση, η ακριβής και σε πραγματικό χρόνο σχετική εύρεση θέσης, οι δυναμικοί τοπικοί χάρτες κυκλοφορίας καθώς και τεχνολογίες αισθητήρων στο αυτοκίνητο και στους σταθμούς βάσης.

Μια τεχνολογική πρόκληση που αποτελεί κλειδί στο SAFESPOT είναι η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας επικοινωνίας που καθιστά δυνατή την αξιόπιστη, γρήγορη, ασφαλή και αποδοτική επικοινωνία αυτοκινήτου- με-*x*, όπου *x* μπορεί να σημαίνει αυτοκίνητο ή υποδομή. Στο SAFESPOT η επικοινωνία βασίζεται κυρίως στην IEEE 802.11 ασύρματη τεχνολογία (τόσο για την επικοινωνία μεταξύ των αυτοκινήτων όσο και για την επικοινωνία αυτοκινήτου με σταθμό βάσης). Το SAFESPOT συνεργάζεται με το C2C-CC και μερικώς βασίζεται στα αποτελέσματα του έργου NoW (Network on Wheels) [41,42]. Για διαφορετικού τύπου επικοινωνίες, εκτός από το 802.11 της IEEE, το SAFESPOT συνεργάζεται με το CVIS για τον καθορισμό μιας κοινής αρχιτεκτονικής επικοινωνίας που είναι σε συμφωνία με το πρότυπο ISO CALM. Μια άλλη τεχνολογική πρόκληση του SAFESPOT είναι να αναπτύξει ένα πολύ ακριβές και αξιόπιστο σύστημα σχετικής θέσης, με σκοπό να καταστήσει ικανές αναπτυγμένες συνεργατικές συμπεριφορές. Μια πληθώρα από τεχνικές λαμβάνονται υπόψη συμπεριλαμβάνοντας τεχνικές εύρεσης θέσης που βασίζονται στα GNSS (Global Navigation Satellite System), όπως είναι το GPS και το Galileo, εύρεση θέσης βασισμένη στις επικοινωνίες, όπως UWB (Ultra wideband), WLAN (Wireless Local Area Network) και GSM (Global System for Mobile communications), εύρεση θέσης που βασίζεται στην εικόνα, καθώς και χρήση σαρωτών λέιζερ για εύρεση φυσικών ορίων/σημείων, καθώς και συνδυαστική χρήση δύο ή περισσότερων τεχνολογιών.

Για το χειρισμό των ποικίλων στατικών και δυναμικών πληροφοριών, στο SAFESPOT αναπτύχθηκε η ιδέα του Τοπικού Δυναμικού Χάρτη (Local Dynamic Map - LDM) [43]. Ο LDM είναι μια δυναμική αναπαράσταση πολλαπλών στρωμάτων του περιβάλλοντος γύρω από το αυτοκίνητο ή από μία μονάδα στην πλευρά του δρόμου, όπου όλες οι πληροφορίες που προέρχονται από τους αισθητήρες και την επικοινωνία συλλέγονται ύστερα από τις διαδικασίες σύντηξης. Ο LDM αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά στρώματα: ένα στατικό χάρτη, παρόμοιο με αυτόν που χρησιμοποιούν τα συστήματα πλοήγησης σήμερα, ένα στρώμα από φυσικά όρια/σημεία που χρησιμοποιούνται σαν αναφορά, ένα προσωρινό στρώμα αντικειμένων, στο οποίο ατυχήματα ή άλλες καταστάσεις σημειώνονται και τέλος ένα στρώμα το οποίο περιλαμβάνει τα δυναμικά αντικείμενα, με άλλα λόγια, τα αυτοκίνητα. Οι εφαρμογές έχουν πρόσβαση στον LDM σαν πηγή πληροφοριών που πρέπει να διανεμηθούν στο δίκτυο καθώς και πληροφοριών που πρέπει να παρασχεθούν στον οδηγό.

Με βάση την πλατφόρμα επικοινωνίας που αναπτύχθηκε, το SAFESPOT παρέχει αυτοκίνητα με βελτιωμένη εμβέλεια, ποιότητα και αξιοπιστία στις πληροφορίες που σχετίζονται με ασφάλεια. Επιπλέον, το SAFESPOT παρέχει αυτοκίνητα με εκτεταμένη συνεργατική συναίσθηση της κατάστασης. Το γεγονός αυτό δίνει στους οδηγούς και στα εγκατεστημένα συστήματα στο αυτοκίνητο περισσότερο χώρο και χρόνο ώστε να αντιδράσουν με ασφάλεια και με κατάλληλο τρόπο σε πιθανούς κινδύνους. Παραδείγματα εφαρμογών που σχετίζονται με ασφάλεια και αναπτύσσονται από το SAFESPOT είναι ασφαλείς ελιγμοί για αλλαγή λωρίδας, πρόληψη αποχώρησης από το δρόμο, συνεργατική πραγματοποίηση ελιγμών, συνεργατική ασφάλεια σε τούνελ, προειδοποίηση για κινδύνους και συμβάντα, ασφαλείς αστικές και μη αστικές διασταυρώσεις.

5.4.2 CVIS

Το πρόγραμμα Co-operative Vehicle-Infrastructure Systems(CVIS) είναι ένα ερευνητικό έργο το οποίο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και έτρεξε από το 2006 έως το 2010. Ο υψηλού επιπέδου στόχος του CVIS είναι να καταστήσει δυνατή τη συνεχή επικοινωνία και τις συνεργατικές υπηρεσίες μεταξύ αυτοκινήτων και υποδομής για να αυξήσει την οδική ασφάλεια και την αποδοτικότητα της κυκλοφορίας. Το CVIS συμπληρώνει τα έργα SAFESPOT (από την πλευρά της αυτοκινητοβιομηχανίας) και COOPERS (από την πλευρά του διαχειριστή του δρόμου).

Το CVIS παρέχει τις ακόλουθες τέσσερις υπηρεσίες:

1. Το COMM παρέχει μία αρχιτεκτονική του δικτύου η οποία επιτρέπει διαφανή και συνεχή επικοινωνία αυτοκινήτου-με- x (όπου x μπορεί να είναι άλλο αυτοκίνητο ή σταθμός βάσης).
2. Το POMA παρέχει τεχνικές εύρεσης θέσης, υπηρεσίες χαρτών, και υπηρεσίες αναφοράς τοποθεσίας.
3. Το COMO παρέχει συνεργατικές υπηρεσίες παρακολούθησης. Επιπλέον επιτρέπει τόσο τοπική όσο και κεντρική σύντηξη δεδομένων.
4. Το FOAM παρέχει ένα ανοιχτό, από άκρη σε άκρη, πλαίσιο αναφοράς για συστήματα εντός του αυτοκινήτου, μονάδες στην πλευρά του δρόμου και συστήματα υποστήριξης ολόκληρου του δικτύου. Το πλαίσιο αυτό καθιστά δυνατή τη σύνδεση μεταξύ αυτοκινήτων και υποδομής.

Το CVIS προσπαθεί να αναπτύξει μια ενιαία αρχιτεκτονική δικτύου για ποικίλες τεχνολογίες σύνδεσης που χρειάζονται για επικοινωνία αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο και επικοινωνία αυτοκινήτου-με-σταθμό βάσης. Σε αντίθεση με άλλα έργα που εστιάζουν στην IEEE 802.11 ασύρματη τεχνολογία, το CVIS λαμβάνει υπόψη μια ευρεία γκάμα τεχνολογιών επικοινωνίας, όπως οι υπέρυθρες επικοινωνίες, οι κυψελωτές τεχνολογίες (GPRS ή UMTS), οι μικρής εμβέλειας μικροκυματικές επικοινωνίες (DSRC) και οι τοπικές ασύρματες επικοινωνίες (IEEE 802.11 και IEEE 1609). Η πρόσβαση σε αυτές τις διεπαφές βασίζεται στο πρότυπο ISO TC 204 του CALM [33] και πιο συγκεκριμένα στα τυποποιημένα σημεία πρόσβασης υπηρεσίας του CALM. Στο CVIS το IPv6 παίζει σημαντικό ρόλο για τη διασφάλιση συνεχούς και διάφανης επικοινωνίας στην κορυφή διαφορετικών τεχνολογιών σύνδεσης, αλλά υποστηρίζει και επικοινωνία που δεν χρειάζεται IP για γρήγορες σχετιζόμενες με ασφάλεια εφαρμογές. Τέλος το CVIS υποστηρίζει την κινητικότητα δικτύου (Network Mobility - NEMO).

5.4.3 COOPERS

Το COOPERS είναι ένα ερευνητικό έργο το οποίο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τρέχει από το 2006 έως το 2010. Το έργο ερευνά νέες υπηρεσίες που σχετίζονται με ασφάλεια χρησιμοποιώντας συνεχή ασύρματη επικοινωνία δύο κατευθύνσεων μεταξύ αυτοκινήτων και υποδομής από την πλευρά του διαχειριστή της κυκλοφορίας. Στο COOPERS χρησιμοποιείται διπλής κατεύθυνσης επικοινωνία, αυτοκινήτου-με-υποδομή, για την παροχή χωρικών πληροφοριών που σχετίζονται με την ασφάλεια σε πραγματικό χρόνο καθώς και πληροφορίες σχετικές με την κατάσταση της υποδομής, όπως το μποτιλιάρισμα. Το έργο επίσης προσπαθεί να βελτιώσει την αξιοπιστία και την ακρίβεια των πληροφοριών που παρέχονται από τους φορείς εκμετάλλευσης του οδικού δικτύου προς τους οδηγούς. Το COOPERS παρέχει διαφορετικές υπηρεσίες πληροφοριών: προειδοποίηση ατυχήματος, προειδοποίηση για τις καιρικές συνθήκες, ενημέρωση για έργα στο οδικό δίκτυο, πληροφορίες χρησιμοποίησης της λωρίδας, πληροφόρηση για όριο ταχύτητας, προειδοποίηση για οδική συμφόρηση και πλοήγηση διαδρομής.

Το έργο ακολουθεί μια προσέγγιση τριών βημάτων:

1. Προσπαθεί να βελτιώσει τους αισθητήρες υποδομής του οδικού δικτύου και τις εφαρμογές ελέγχου της κυκλοφορίας με στόχο να πετύχει ακριβείς, επίκαιρες και βασισμένες στην κατάσταση πληροφορίες κυκλοφορίας.
2. Αναπτύσσει μια αρχιτεκτονική επικοινωνίας η οποία ικανοποιεί τις απαιτήσεις της επικοινωνίας αυτοκινήτου-με-υποδομή σε όρους αξιοπιστίας, σταθερότητας και ικανότητας χρησιμοποίησης σε πραγματικό χρόνο. Χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός διαφορετικών τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας, π.χ. ψηφιακή ακουστική εκπομπή

(Digital Audio Broadcast - DAB), GPRS, UMTS, ασύρματο τοπικό δίκτυο (IEEE 802.11 και IEEE 1609), υπέρυθρες και μικροκυματικές τεχνολογίες (DSRC).

3. Αναπτύσσει και δοκιμάζει τα αποτελέσματα σε σημαντικά τμήματα ευρωπαϊκών αυτοκινητοδρόμων στο Βέλγιο, στην Ολλανδία, στη Γερμανία, στην Αυστρία, στην Ιταλία και στη Γαλλία. Τα αποτελέσματα των δοκιμών θα χρησιμοποιηθούν για μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος σε μεγάλη κλίμακα.

5.5 Δρομολόγηση

Η δρομολόγηση είναι η διαδικασία της εύρεσης μιας διαδρομής από έναν κόμβο πηγή σε έναν κόμβο προορισμό. Εφόσον κάθε κόμβος έχει περιορισμένη ακτίνα μετάδοσης, τα μηνύματα συχνά πρέπει να προωθηθούν από άλλους κόμβους σε ένα VANET. Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για VANETs [45,46] μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: δρομολόγηση με βάση την τοπολογία και δρομολόγηση με βάση την θέση. Τα πρώτα χρησιμοποιούν πληροφορίες σχετικές με τους υπάρχοντες συνδέσμους του δικτύου για να προχωρήσουν στην προώθηση πακέτων. Στα δεύτερα οι αποφάσεις προώθησης στηρίζονται στη θέση των κόμβων. Επίσης τα πρωτόκολλα δρομολόγησης που βασίζονται στη θέση, μπορούν περαιτέρω να διαιρεθούν σε προ-ενεργητικά (proactive) και αντιδραστικά (reactive).

Οι προ-ενεργητικοί αλγόριθμοι χρησιμοποιούν κλασικές στρατηγικές δρομολόγησης όπως είναι η δρομολόγηση διανύσματος-απόστασης ή η δρομολόγηση κατάστασης-συνδέσμου. Οι προ-ενεργητικοί αλγόριθμοι διατηρούν πληροφορίες δρομολόγησης σχετικά με τα διαθέσιμα μονοπάτια στο δίκτυο ακόμα και αν αυτά τα μονοπάτια δεν χρησιμοποιούνται προσωρινά. Το βασικό μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι πως η διατήρηση των αχρησιμοποίητων μονοπατιών καταλαμβάνει ένα σημαντικό μέρος του διαθέσιμου εύρους ζώνης αν η τοπολογία του δικτύου αλλάζει συχνά.

Σαν απάντηση στο πρόβλημα της διατήρησης των μονοπατιών από τα προ-ενεργητικά πρωτόκολλα, δημιουργήθηκαν τα αντιδραστικά πρωτόκολλα δρομολόγησης. Τα αντιδραστικά πρωτόκολλα διατηρούν μόνο τις διαδρομές που είναι σε χρήση, μειώνοντας έτσι το φορτίο στο δίκτυο όταν μόνο ένα μικρό υποσύνολο των διαθέσιμων διαδρομών χρησιμοποιούνται.

Στη δρομολόγηση που βασίζεται στη θέση, οι αποφάσεις προώθησης βασίζονται στη θέση του κόμβου που προωθεί το μήνυμα ανάλογα με τη θέση των κόμβων πηγής και προορισμού. Σε αντίθεση με τις καθαρά ad hoc προσεγγίσεις δρομολόγησης που βασίζονται στην τοπολογία, εδώ δεν χρειάζεται η εγκατάσταση ή η διατήρηση μιας διαδρομής καθώς τα πακέτα προωθούνται απευθείας. Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης με βάση τη θέση αποτελούνται από υπηρεσίες θέσης και γεωγραφική προώθηση.

Η γεωγραφική προώθηση εκμεταλλεύεται μια τοπολογική υπόθεση που δουλεύει καλά για ασύρματα ad hoc δίκτυα: κόμβοι οι οποίοι είναι φυσικά κοντά είναι πιθανό να είναι επίσης κοντά στην τοπολογία του δικτύου. Κάθε κόμβος γνωρίζει τη δική του γεωγραφική θέση χρησιμοποιώντας μηχανισμούς όπως ένα GPS και περιοδικά ανακοινώνει την παρουσία του, τη θέση του και την ταχύτητά του στους γείτονές του. Με αυτόν τον τρόπο κάθε κόμβος διατηρεί έναν πίνακα με τα αναγνωριστικά και τις γεωγραφικές θέσεις των προσωρινών γειτόνων του. Όταν κάποιος κόμβος χρειάζεται να προωθήσει ένα πακέτο, περιλαμβάνει το αναγνωριστικό του κόμβου-προορισμού καθώς επίσης και την γεωγραφική του θέση στην επικεφαλίδα του πακέτου. Κάθε κόμβος κατά μήκος του μονοπατιού προώθησης συμβουλευεται τον πίνακα των γειτόνων του και προωθεί το πακέτο προς τον γείτονα που είναι πιο κοντά στον προορισμό σαν φυσική θέση, μέχρι να φτάσει στον τελικό προορισμό.

Παρόλο που η γεωγραφική προώθηση δουλεύει καλά για δίκτυα όπου οι κόμβοι είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι, ίσως δεν μπορεί να βρει μια διαδρομή προς τον προορισμό ενός πακέτου όταν το πακέτο πρέπει να ταξιδέψει γύρω από μια «τρύπα» στην τοπολογία – δηλαδή, όταν ένας ενδιάμεσος κόμβος προώθησης δεν έχει γείτονες οι οποίοι να είναι πιο κοντά απ' ό,τι ο ίδιος στον προορισμό του πακέτου.

Παραδείγματα αλγορίθμων δρομολόγησης με βάση την τοπολογία

Ο Fisheye State Routing είναι ένας αποδοτικός αλγόριθμος δρομολόγησης με βάση την κατάσταση του συνδέσμου ο οποίος διατηρεί έναν χάρτη της τοπολογίας σε κάθε κόμβο και διαδίδει ενημερώσεις για την κατάσταση των συνδέσμων μόνο στους άμεσους γείτονες και όχι σε όλο το δίκτυο. Επιπλέον, πληροφορίες για την κατάσταση των συνδέσμων εκπέμπονται σε διαφορετικές συχνότητες για διαφορετικούς κόμβους ανάλογα με την απόσταση αναμετάδοσης προς τον τρέχον κόμβο. Οι κόμβοι που είναι πιο μακριά εκπέμπουν σε χαμηλότερες συχνότητες από άλλους που είναι πιο κοντά. Η μείωση της επιβάρυνσης κατά την εκπομπή έχει σαν συνέπεια την όχι τόσο μεγάλη ακρίβεια στη δρομολόγηση. Ωστόσο, η ανακρίβεια διορθώνεται καθώς τα πακέτα πλησιάζουν προοδευτικά προς τον προορισμό.

Ο Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) είναι αλγόριθμος δρομολόγησης στον οποίο με την λήψη ενός ερωτήματος εκπομπής οι κόμβοι καταγράφουν τη διεύθυνση του κόμβου που στέλνει το ερώτημα στον πίνακα δρομολόγησης τους. Η διαδικασία αυτή της καταγραφής της προηγούμενης αναμετάδοσης (hop) λέγεται προς τα πίσω μάθηση. Με το που φτάσει ένα πακέτο στον προορισμό του, ένα πακέτο απάντησης στέλνεται μέσω του πλήρους μονοπατιού που ανακλήθηκε από την διαδικασία της προς τα πίσω μάθησης προς την πηγή. Σε κάθε στάση του μονοπατιού, ο κόμβος θα πρέπει να καταγράψει το προηγούμενο hop, δημιουργώντας έτσι το προς τα μπρος μονοπάτι από την πηγή. Το ερώτημα μαζί με την αποστολή της απάντησης δημιουργούν ένα πλήρες μονοπάτι διπλής κατεύθυνσης (αποστολής-λήψης). Μετά από την εγκατάσταση του μονοπατιού, το μονοπάτι διατηρείται όσο η πηγή το χρησιμοποιεί. Μια αποτυχία σε κάποια σύνδεση θα αναφερθεί αναδρομικά στην πηγή και με τη σειρά της θα πυροδοτήσει μια άλλη διαδικασία ερωτήματος-απόκρισης για να βρεθεί η νέα διαδρομή.

Ο Dynamic Source Routing (DSR) είναι αλγόριθμος που χρησιμοποιεί δρομολόγηση πηγής, δηλαδή, η πηγή υποδεικνύει σε ένα πακέτο δεδομένων την αλληλουχία των ενδιάμεσων κόμβων στο μονοπάτι της δρομολόγησης. Στον DSR, το πακέτο ερωτήματος αντιγράφει στην επικεφαλίδα του τα IDs των ενδιάμεσων κόμβων που έχει διασχίσει. Ο προορισμός έπειτα ανακτά ολόκληρο το μονοπάτι από το πακέτο ερωτήματος και το χρησιμοποιεί για να αποκριθεί στην πηγή. Σαν αποτέλεσμα, η πηγή μπορεί να εγκαταστήσει ένα μονοπάτι προς τον προορισμό. Αν επιτραπεί στον προορισμό να στείλει πολλαπλές απαντήσεις διαδρομών, ο κόμβος πηγής ίσως λάβει και αποθηκεύσει πολλαπλές διαδρομές από τον προορισμό. Μια εναλλακτική διαδρομή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν κάποιος σύνδεσμος στο τρέχον μονοπάτι σπάσει. Σε ένα δίκτυο με χαμηλή κινητικότητα αυτό έχει πλεονέκτημα απέναντι στον AODV εφόσον η εναλλακτική διαδρομή μπορεί να δοκιμαστεί πριν ο DSR αρχίσει άλλο ερώτημα για ανακάλυψη της διαδρομής. Υπάρχουν δύο σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον AODV και τον DSR. Η πρώτη είναι ότι στον AODV τα πακέτα δεδομένων μεταφέρουν την διεύθυνση του προορισμού, ενώ στον DSR τα πακέτα δεδομένων μεταφέρουν όλες τις πληροφορίες δρομολόγησης. Αυτό σημαίνει πως ο DSR έχει πιθανότατα μεγαλύτερη επιβάρυνση δρομολόγησης απ' ό,τι ο AODV. Επιπλέον, καθώς η διάμετρος του δικτύου αυξάνει, η επιβάρυνση στο πακέτο δεδομένων θα συνεχίσει να αυξάνεται. Η δεύτερη διαφορά είναι ότι στον AODV τα πακέτα απάντησης διαδρομής μεταφέρουν την διεύθυνση του προορισμού και τον αριθμό αλληλουχίας, ενώ στον DSR τα πακέτα απάντησης διαδρομής μεταφέρουν τη διεύθυνση του κάθε κόμβου κατά μήκος της διαδρομής.

Παραδείγματα αλγορίθμων δρομολόγησης με βάση την θέση

Ο Connectivity-Aware Routing (CAR) είναι ένας αλγόριθμος δρομολόγησης ο οποίος προήλθε από τη δουλειά του Preferred Group Broadcast (PGB) με σκοπό τη μείωση της εκπομπής από την ανακάλυψη της διαδρομής του AODV και του Advanced Greedy Forwarding (AGF) που λαμβάνει υπόψη την κινητικότητα των κόμβων. Το CAR χρησιμοποιεί την ανακάλυψη της διαδρομής του AODV για να βρει διαδρομές με μειωμένη εκπομπή από το PGB. Ωστόσο, οι κόμβοι που σχηματίζουν τη διαδρομή δεν καταγράφουν ούτε τον προηγούμενο κόμβο τους από την προς τα πίσω μάθηση ούτε τον προηγούμενο κόμβο τους που προωθεί το πακέτο απόκρισης διαδρομής από τον προορισμό. Μόνο σημεία άγκυρες (anchor points), τα οποία είναι κόμβοι κοντά σε μία διασταύρωση ή σε μια καμπύλη του δρόμου, καταγράφονται στο πακέτο ανακάλυψης διαδρομής. Ένας κόμβος καθορίζει τον ίδιο σαν σημείο άγκυρας αν το διάνυσμα της ταχύτητάς του δεν είναι παράλληλο στο διάνυσμα της ταχύτητας του προηγούμενου κόμβου στο πακέτο. Ο προορισμός ίσως λάβει πολλαπλά πακέτα ανακάλυψης διαδρομής. Αν συμβεί αυτό επιλέγει το μονοπάτι που παρέχει την καλύτερη συνδεσιμότητα και τις μικρότερες καθυστερήσεις.

Ο Geographic Source Routing (GSR) βασίζεται στην διαθεσιμότητα ενός χάρτη και υπολογίζει το συντομότερο Dijkstra μονοπάτι στον επικαλυπτόμενο γράφο όπου οι κορυφές είναι οι κόμβοι διασταύρωσης και οι ακμές είναι οι δρόμοι που συνδέουν αυτές τις κορυφές. Η αλληλουχία των διασταυρώσεων εγκαθιστά τη διαδρομή προς τον προορισμό. Έπειτα τα πακέτα προωθούνται «άπληστα» (greedily) μεταξύ των διασταυρώσεων. Ο GSR δεν λαμβάνει υπόψη τη συνδεσιμότητα μεταξύ δύο διασταυρώσεων, επομένως η διαδρομή ίσως να μην είναι πλήρως συνδεδεμένη. Η ανάκτηση σε περίπτωση που συμβεί μια τέτοια κατάσταση γίνεται με άπληστη προώθηση. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ GSR και CAR είναι ότι ο CAR δεν χρησιμοποιεί χάρτη και χρησιμοποιεί προ-ενεργητική ανακάλυψη των σημείων αγκύρων που υποδεικνύουν μια στροφή σε μια διασταύρωση.

Ο Anchor-Based Street and Traffic Aware Routing (A-STAR) είναι πανομοιότυπος με τον GSR στο ότι τα πακέτα δρομολογούνται μέσω των σημείων αγκύρων της επικάλυψης. Ωστόσο, ο A-STAR έχει επίγνωση της κυκλοφορίας: η κυκλοφορία στο δρόμο καθορίζει αν τα σημεία άγκυρας του δρόμου θα περιληφθούν στο συντομότερο μονοπάτι. Ο A-STAR δρομολογεί με βάση δύο ειδών επικαλυπτόμενους χάρτες: ένα χάρτη που λειτουργεί στατιστικά και έναν χάρτη που λειτουργεί δυναμικά. Ο χάρτης που λειτουργεί στατιστικά είναι ένα γράφος που απεικονίζει διαδρομές λεωφορείων που συνήθως υπονοούν σταθερή ποσότητα κυκλοφορίας. Τα μονοπάτια Dijkstra που υπολογίζονται πάνω στον στατιστικό αυτό χάρτη είναι εν γένει συνδεδεμένα εξαιτίας της επιπλέον γνώσης. Ο χάρτης που λειτουργεί δυναμικά είναι ένας χάρτης ο οποίος δημιουργείται με βάση τις συνθήκες της κυκλοφορίας στους δρόμους σε πραγματικό χρόνο. Οι σταθμοί βάσης στην πλευρά του δρόμου μπορούν να παρακολουθούν την κατάσταση της κυκλοφορίας στην πόλη και να διαδίδουν αυτή την πληροφορία σε κάθε αυτοκίνητο. Επομένως, η διαφορά μεταξύ ενός χάρτη που λειτουργεί στατιστικά με έναν χάρτη που λειτουργεί δυναμικά είναι η ακρίβεια της κυκλοφορίας στους δρόμους. Ενώ ένας χάρτης που λειτουργεί στατιστικά βασίζεται στις διαδρομές των λεωφορείων που τυπικά έχουν υψηλό όγκο κυκλοφορίας, ένας χάρτης που λειτουργεί δυναμικά βασίζεται στην παρακολούθηση της κυκλοφορίας που γίνεται δυναμικά από τους σταθμούς βάσης στην άκρη του δρόμου.

5.6 Ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων

Η ασφάλεια στις επικοινωνίες αυτοκινήτου-με-αυτοκίνητο και αυτοκινήτου-με-υποδομή είναι απαραίτητο προαπαιτούμενο για την μελλοντική ανάπτυξη ενός δικτύου αυτοκινήτων

και τη χρήση του στον πραγματικό κόσμο. Το σύστημα θα πρέπει να εξασφαλίσει ότι η μετάδοση προέρχεται από έμπιστη πηγή και ότι η μετάδοση δεν έχει παραποιηθεί. Για παράδειγμα, σε μια εφαρμογή προειδοποίησης παραβίασης φωτεινού σηματοδότη, το σύστημα εντός του αυτοκινήτου θα χρησιμοποιήσει πληροφορίες που προέρχονται από την υποδομή που είναι εγκατεστημένη στους φωτεινούς σηματοδότες για να καθορίσει αν μια προειδοποίηση πρέπει να δοθεί στον οδηγό. Μία λανθασμένη μετάδοση από μία μη έγκυρη, εκτεθειμένη μονάδα που δυσλειτουργεί, ίσως θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια του αυτοκινήτου καθώς και την ασφάλεια των υπολοίπων στην γύρω περιοχή. Παρομοίως, διακυβεύεται η μελλοντική υλοποίηση των εφαρμογών ασφαλείας (όπως η εφαρμογή προειδοποίησης προσέγγισης αυτοκινήτου έκτακτης ανάγκης) χωρίς την εξασφάλιση ότι οι μεταδόσεις προέρχονται από έγκυρη πηγή (πραγματικό αυτοκίνητο έκτακτης ανάγκης στην περίπτωση μας).

Η προστασία προσωπικών δεδομένων και η ανωνυμία είναι σημαντικά ζητήματα τα οποία πρέπει να εξεταστούν. Οι εφαρμογές ασφαλείας που χρησιμοποιούν επικοινωνία εκπέμπουν μηνύματα για την τρέχουσα θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση ενός αυτοκινήτου. Είναι επιθυμητό οι χρήστες να έχουν προστασία των προσωπικών τους δεδομένων με σκοπό να αποτραπεί η αποκάλυψη της πλήρους ταυτότητάς τους. Αυτό είναι πολύ βασικό από τη στιγμή που οι καταναλωτές φοβούνται ότι ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μηχανισμών εντοπισμού οι οποίοι θα επιτρέψουν την παρενόχληση, την αυτόματη έκδοση κλήσεων υπερβολικής ταχύτητας, ή αλλιώς θα λειτουργήσουν με ανεπιθύμητο τρόπο για αυτούς.

Δυστυχώς, μπορεί να γίνει κατάχρηση της άνευ όρων ανωνυμίας, όπως για παράδειγμα η αποστολή ψεύτικων πληροφοριών και η αποστολή ανεπιθύμητης πληροφορίας. Η απόδοση ευθύνης (accountability) αφορά την ικανότητα ανάθεσης πράξεων στην οντότητα που προκάλεσε αυτές τις πράξεις. Ένα σύστημα ευθύνης λειτουργεί αποτρεπτικά για λάθος συμπεριφορά. Οι χρήστες γνωρίζουν πως θα υπάρχουν συνέπειες για άλλους αν γίνει κατάχρηση των δεδομένων τους. Η πρόκληση είναι η εξασφάλιση της ανωνυμίας και απόδοση της ευθύνης ταυτόχρονα, καθώς εμφανίζονται να είναι συγκρουόμενες.

Σε αυτή την ενότητα, αρχικά αναφέρονται οι πιθανές επιθέσεις και οι ανάγκες ασφαλείας και προστασίας προσωπικών δεδομένων, ενώ στη συνέχεια αναφέρονται οι προσεγγίσεις μετριασμού της απειλής στα δίκτυα αυτοκινήτων.

5.6.1 Πιθανές επιθέσεις

Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού των ανεξάρτητων μελών του δικτύου και την παρουσία του ανθρώπινου παράγοντα, είναι πολύ πιθανό στα μελλοντικά δίκτυα αυτοκινήτων να εμφανιστούν ανάρμοστες συμπεριφορές.

Οι πιθανές επιθέσεις στα δίκτυα αυτοκινήτων περιλαμβάνουν τα εξής:

- **Ψευδείς πληροφορίες:** οι επιτιθέμενοι στέλνουν ανακριβείς πληροφορίες στο δίκτυο για να επηρεάσουν τη συμπεριφορά των υπόλοιπων οδηγών. Για παράδειγμα, κάποιος με δόλο μπορεί να αναφέρει ψευδείς πληροφορίες για άλλα μέρη του δικτύου των αυτοκινήτων (π.χ. μη υπάρχοντα μπουτιλιαρίσματα ή ατυχήματα) για να απομακρύνει την κυκλοφορία από ένα δεδομένο δρόμο για προσωπική χρήση.
- **Πλαστοπροσωπία:** οι επιτιθέμενοι προσποιούνται πως είναι άλλα αυτοκίνητα χρησιμοποιώντας ψεύτικες ταυτότητες. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ένα αυτοκίνητο μπορεί να προσποιηθεί πως είναι της αστυνομίας ή της πυροσβεστικής για να εκδώσει προειδοποίηση προσέγγισης αυτοκινήτου έκτακτης ανάγκης με σκοπό να αποφύγει την κίνηση.

- Άρνηση εξυπηρέτησης: οι επιτιθέμενοι ίσως θελήσουν να καταστρέψουν το δίκτυο των αυτοκινήτων ή να προκαλέσουν κάποιο ατύχημα. Παραδείγματα τέτοιων επιθέσεων περιλαμβάνουν το μπλοκάρισμα του διαύλου καθώς και επιθετική εισροή εικονικών μηνυμάτων.
- Παρακολούθηση: η τεχνολογία των επικοινωνιών για ασφάλεια των αυτοκινήτων ίσως χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των οδηγών που χρησιμοποιούν τους δημόσιους δρόμους για τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Πιθανές καταχρήσεις των συστημάτων εντοπισμού αυτοκινήτων είναι η άσκηση βίας, η παρακολούθηση με σκοπό την καταδίωξη, η τρομοκρατία, η επιβολή του εντοπισμού από το νόμο, η αυτόματη έκδοση κλήσεων για υπερβολική ταχύτητα ή η επιβολή προστίμου από τις εταιρείες ενοικίασης αυτοκινήτων για απομάκρυνση από την πόλη.
- Αναπαραγωγή νόμιμων μηνυμάτων: ένα νόμιμο μήνυμα μπορεί να υποκλαπεί και να αναπαραχθεί σε διαφορετική χρονική στιγμή και/ή σε διαφορετικές τοποθεσίες. Για παράδειγμα, ένα αυτοκίνητο ίσως αποθηκεύσει ένα μήνυμα προειδοποίησης για προσέγγιση αυτοκινήτου έκτακτης ανάγκης που έλαβε και το χρησιμοποιήσει αργότερα.

5.6.2 Ανάγκες ασφάλειας και προστασίας προσωπικών δεδομένων

Σε γενικές γραμμές, η αυξημένη κίνηση στο δίκτυο των αυτοκινήτων μπορεί να θεωρηθεί κάτι το εχθρικό παρά συνεργατικό. Επιπλέον, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η αξιοπιστία του δικτύου μέσω πρωτοκόλλων ασφαλείας που λειτουργούν παρά την εσφαλμένη συμπεριφορά των συμμετεχόντων.

Τα μελλοντικά δίκτυα αυτοκινήτων πρέπει να εγguηθούν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Ανωνυμία: η πλήρης ταυτότητα ενός αυτοκινήτου που στέλνει πακέτα/δεδομένα πρέπει να διατηρηθεί ιδιωτική. Οι αρχές της προστασίας προσωπικών δεδομένων του ITS της Αμερικής περιλαμβάνουν την Αρχή της Ανωνυμίας η οποία εκφράζεται ως εξής: «Όπου είναι πρακτικά δυνατόν, τα άτομα θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών σε ανώνυμη βάση». Η απαίτηση αυτή της ανωνυμίας είναι πολύ σημαντική. Οι άνθρωποι που φοβούνται ότι τους παρακολουθούν μπορεί να απενεργοποιήσουν την επικοινωνία, γεγονός που έχει αντίκτυπο στην ασφάλεια και σε άλλα οφέλη. Το σύστημα επίσης θα πρέπει να επιβεβαιώσει στους ανθρώπους ότι ο «Μεγάλος Αδερφός» δεν βρίσκεται στη θέση του συνοδηγού.
- Αυθεντικότητα: το σύστημα θα πρέπει να διασφαλίσει ότι τα πακέτα/δεδομένα δημιουργούνται από έμπιστη πηγή. Μπορεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων και η ανωνυμία να είναι σημαντικές για την κοινωνική και επιχειρηματική ζωή, αλλά η αυθεντικότητα είναι βασική για την επιβίωση.
- Ακεραιότητα: το σύστημα θα πρέπει να διασφαλίσει ότι τα πακέτα/δεδομένα δεν παραποιήθηκαν ούτε άλλαξαν μετά την δημιουργία τους. Η ακεραιότητα δεν έχει να κάνει με την προέλευση των δεδομένων (ποιος τα δημιούργησε, πότε ή πώς), αλλά με το αν έχουν τροποποιηθεί ύστερα από τη δημιουργία τους.
- Υπευθυνότητα: το σύστημα θα πρέπει να έχει την ικανότητα να αποδώσει τις ενέργειες στην οντότητα που τις προκάλεσε, σε περίπτωση σύγκρουσης.
- Ικανότητα ανάκλησης: το σύστημα θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να απορρίπτει τα μηνύματα από μονάδες που είναι εκτεθειμένες σε κίνδυνο.
- Περιορισμοί πραγματικού χρόνου: η λύση της ασφάλειας που θα υιοθετηθεί θα πρέπει να επιτρέπει γρήγορη επικοινωνία. Τα μηνύματα ασφαλείας είναι πολύ ευαίσθητα στον παράγοντα χρόνο. Οι περισσότερες εφαρμογές ασφαλείας απαιτούν χρόνο απόκρισης μικρότερο από εκατό χιλιοστά του δευτερολέπτου (100 ms).

Η ασφάλεια αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση. Είναι σημαντικό να είναι διασφαλισμένο ότι οι κρίσιμες για τη ζωή πληροφορίες δεν μπορούν να δημιουργηθούν ή να τροποποιηθούν από έναν εισβολέα. Ωστόσο, οι περισσότεροι μηχανισμοί ασφαλείας θα οδηγήσουν σε σημαντική επιβάρυνση. Αυτό μπορεί να μειώσει σημαντικά τις δυνατότητες του συστήματος από την άποψη του χρόνου απόκρισης και/ή την χωρητικότητα του διαύλου. Η προστασία της ιδιωτικής ζωής είναι μια άλλη μεγάλη πρόκληση. Για να εξασφαλιστεί η υπευθυνότητα, τα μηνύματα θα πρέπει να έχουν υπογραφεί μοναδικά. Ωστόσο, οι μοναδικές υπογραφές θα επιτρέψουν στον υπογράφων να παρακολουθείται και τελικά να αποκαλύψει την πραγματική του ταυτότητα.

5.6.3 Μετριάσμός της απειλής

Για την επίτευξη της αυθεντικότητας και ακεραιότητας, τα μηνύματα που αποστέλλονται θα πρέπει να είναι υπογεγραμμένα και τα μηνύματα που λαμβάνονται θα πρέπει να επαληθεύονται. Σε ένα VANET, οι υπογραφές δημόσιου-κλειδιού είναι γενικά πιο επιθυμητές, διότι οι εφαρμογές μετάδοσης κυριαρχούν και οι στόχοι των μηνυμάτων είναι όλα τα αυτοκίνητα στην περιοχή.

Οι ψηφιακές υπογραφές παρέχουν ένα επίπεδο ελέγχου της αυθεντικότητας για τα μηνύματα, εξασφαλίζουν την ακεραιότητα των μηνυμάτων και διατηρούν την ευθύνη του αρχικού αποστολέα για τα μηνυμάτά του. Επιπλέον, όλα τα μηνύματα των εφαρμογών πρέπει να περιλαμβάνουν τόσο αριθμούς ακολουθίας όσο και χρονικά στίγματα. Αυτό θα εμποδίσει αποτελεσματικά την επανάληψη νόμιμων μηνυμάτων σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και διαφορετικούς τόπους.

Ωστόσο, οι μοναδικές υπογραφές θα αποκαλύψουν την ταυτότητα των αποστολέων. Όταν οι εφαρμογές ασφαλείας των αυτοκινήτων μεταδίδουν μηνύματα για την τρέχουσα θέση ενός αυτοκινήτου, την ταχύτητά του και την κατεύθυνσή του με μια μοναδική υπογραφή δέκα φορές ανά δευτερόλεπτο τότε το αυτοκίνητο αυτό μπορεί να εντοπιστεί πολύ εύκολα. Βασικά, κάθε κίνηση που κάνει ένα αυτοκίνητο θα μπορούσε να παρακολουθείται.

6 Επιρροή της εφαρμογής των ΕΣΜ (Ευφυών Συστημάτων Μεταφορών) στην Ελλάδα

Οι μεταφορές αποτελούν βασικό παράγοντα για την ανάπτυξη της χώρας, αλλά και για το διεθνές εμπόριο. Η αποτελεσματική και ασφαλής λειτουργία τους είναι βασική προϋπόθεση για τη διακίνηση ανθρώπων και αγαθών.

Τα ΕΣΜ δεν είναι απλώς μια εναλλακτική λύση, για καλύτερους και ασφαλέστερους δρόμους. Μέσα στο υπάρχον πλαίσιο της παγκοσμιοποίησης, η χρήση των ΕΣΜ είναι απολύτως αναγκαία για τη συνολική ανάπτυξη της χώρας, και την αξιοποίηση των ανταγωνιστικών της πλεονεκτημάτων. Είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες για την υποστήριξη της αγοράς των μεταφορών και των λοιπών κλάδων της εσωτερικής αγοράς (τουρισμός, αγροτική παραγωγή, τροφοδοσία αστικών κέντρων, τροφοδοσία νησιωτικών περιοχών, εξαγωγές), που συνεισφέρουν συγχρόνως στην αξιοποίηση της γεωπολιτικής θέσης της χώρας για το διεθνές εμπόριο.

Ομοίως, από την συνολική βελτιστοποίηση των μεταφορικών συστημάτων που γίνεται εφικτή μέσω των ΕΣΜ ωφελούνται, οι πάροχοι μεταφορικών υπηρεσιών, προσφέροντας καλύτερες υπηρεσίες στους πολίτες και αυξάνοντας τον βαθμό ικανοποίησης, καθώς και οι διαχειριστές των μεταφορικών υποδομών, επειδή αυξάνεται η χωρητικότητα των μεταφορικών δικτύων και η παρεχόμενη ασφάλεια, και διευκολύνεται σημαντικά η λειτουργία τους.

6.1 Ο ρόλος των βιομηχανιών και των διαχειριστών

6.1.1 Στη βελτίωση της ασφάλειας και της διαφάνειας του μεταφορικού έργου

Με την χρήση ΕΣΜ που στοχεύουν στην συνεχή παρακολούθηση των στόλων των οχημάτων για τη διακίνηση των αγαθών, σε αλληλοτροφοδότηση με τις αρχές άμεσης επέμβασης, το μεταφορικό έργο θα γίνει διαφανέστερο και ασφαλέστερο. Ενέργειες κλοπής θα αντιμετωπίζονται και θα αποτρέπονται, θα παρέχεται η δυνατότητα ασφαλούς στάθμευσης οχημάτων, ενώ τα επικίνδυνα φορτία θα παρακολουθούνται για την αποτροπή πιθανών κινδύνων.

Η παράνομη μεταφορά αγαθών μπορεί να περιοριστεί με την συνεργασία των δημοσίων αρχών και των εταιρειών που παρέχουν το νόμιμο μεταφορικό έργο, κάτω από μια κοινή βάση ταυτοποίησης και διαφάνειας των μεταφορών.

Η άμεση ανταπόκριση σε περίπτωση ατυχήματος, που γίνεται εφικτή μέσω των ΕΣΜ, θα μειώσει τις σημαντικές τις συνέπειες που προκύπτουν, με πολύ σημαντικά οφέλη σε ζωές αλλά και σε οικονομικές μεγέθη.

6.1.2 Στη βελτίωση της παραγωγικότητας του μεταφορικού έργου

Με την χρήση ευφυών συστημάτων δίνεται η δυνατότητα καλύτερης οργάνωσης των δρομολογίων και εξοικονόμησης περιττών οχηματοχιλιομέτρων, με τη βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση του εμπορευματικού στόλου των οχημάτων, μέσω συνεργατικών συστημάτων προγραμματισμού και ενημέρωσης για τις συνθήκες και την κυκλοφορία.

Η ενημέρωση για τις κυκλοφοριακές συνθήκες, για τις επικίνδυνες καταστάσεις, για τα δρομολόγια και συγχρόνως για τις παρεχόμενες θέσεις ασφαλούς στάθμευσης και η άμεση απόκριση σε περίπτωση ανάγκης, ενισχύουν την παραγωγικότητα του κλάδου των μεταφορών, που συνεχώς θα αυξάνεται σε όλα τα οδικά δίκτυα, και θα πρέπει να μπορεί να ανταποκριθεί παρέχοντας ανταγωνιστικές τιμές.

6.1.3 Στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των Συνδυασμένων Μεταφορών

Με τις εφαρμογές ΕΣΜ, οι μετεπιβιβάσεις και μεταφορτώσεις μπορούν να γίνουν αποτελεσματικότερες, μέσω της καλύτερης διαχείρισης των λειτουργιών που λαμβάνουν μέρος στους κόμβους συνδυασμένων μεταφορών, αξιοποιώντας καλύτερα τους διαθέσιμους χώρους (π.χ. στα λιμάνια), δίνοντας και μεγαλύτερη βαρύτητα στις λειτουργικές επεμβάσεις, είτε πρόκειται για μεταφορά επιβατών, είτε πρόκειται για μεταφορά εμπορευμάτων. Με ΕΣΜ για την ενημέρωση, παρακολούθηση και διαχείριση των μεταφορικών μέσων, καθώς και των εμπορευμάτων, οι χρόνοι και οι ταχύτητες εξυπηρέτησης μπορούν να βελτιωθούν σημαντικά, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα των συνδυασμένων μεταφορών

6.2 Η ανάπτυξη της Οικονομίας

Εκτός από τους κλάδους των μεταφορών και των logistics, που είναι οι άμεσα ωφελούμενοι από τη δράση των ΕΣΜ, σχεδόν κάθε κλάδος και κάθε πολίτης έχει μερίδιο στις θετικές συνέπειες που θα προκληθούν από την εισαγωγή των ΕΣΜ, στην ελληνική κοινωνία.

Στο παρόν κείμενο θα γίνει αναφορά, όχι σε κάθε κλάδο ξεχωριστά, αλλά στις δραστηριότητες που είναι σημαντικές για την Ελληνική Οικονομία, ώστε να αναδειχθούν οι συνέπειες της χρήσης ΕΣΜ σε αυτές.

6.2.1 Τουρισμός

Ο τουρισμός θα ωφεληθεί, μέσω της διευκόλυνσης της προσβασιμότητας, και της παροχής πληροφόρησης σχετικά με τις μετακινήσεις σε αστικό αλλά και υπεραστικό περιβάλλον, αφού οι επισκέπτες θα μπορούν να προγραμματίζουν με ασφάλεια το τις μετακινήσεις τους και να χρησιμοποιούν με άνεση τα μέσα μαζικής μεταφοράς, μειώνοντας σημαντικά το κόστος, και βελτιώνοντας την ασφάλεια. Συγχρόνως, τα ΕΣΜ θα συμβάλλουν στη μείωση του τελικού κόστους αγαθών και υπηρεσιών, ως αποτέλεσμα προκύψει της αποτελεσματικότερης διακίνησης αγαθών και προσώπων και των συνακόλουθων οικονομιών κλίμακας.

6.2.2 Πρωτογενής και Δευτερογενής Παραγωγή

Ασφαλέστερες και αποδοτικότερες μεταφορές, με πιστοποιημένους κανόνες διακίνησης (π.χ. θερμοκρασίας), με πιστοποιημένο χρόνο παράδοσης (π.χ. σε 24 ή σε 48 ώρες) στα σημεία κατανάλωσης ή επεξεργασίας, σημαίνει φθηνότερες ανά μονάδα κόστους μεταφορικές διαδικασίες αλλά και καλύτερη εξυπηρέτηση του τελικού πελάτη.

Η ανάπτυξη των εξαγωγών εξαρτάται σημαντικά από την αποτελεσματικότητα του μεταφορικού έργου, με φθηνότερο κόστος, αλλά και με υπηρεσίες προς τους πελάτες

σχετικές με το χρόνο παράδοσης των προϊόντων, τις συνθήκες μεταφοράς και την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων.

6.2.3 Ανάπτυξη Καινοτόμων Προϊόντων και Υπηρεσιών

Η εξέλιξη που προέρχεται από την ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών ΕΣΜ επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα οικονομικά και κοινωνικά μοντέλα των επηρεαζόμενων περιοχών προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης. Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση των ΕΣΜ είναι προφανή, όμως το ζητούμενο είναι να επεκταθούν τα οφέλη αυτά σε όλες τις κοινωνικές ομάδες, με την καλύτερη δυνατή σχέση κόστους /οφέλους.

Αναγκαία προϋπόθεση είναι η ανάπτυξη εγχώριας καινοτομίας, για την παραγωγή τεχνολογίας και εφαρμογών ΕΣΜ, που θα βελτιώσουν τις συνθήκες μεταφοράς, την ελκυστικότητα της χώρας σε επενδύσεις, τον σεβασμό στο περιβάλλον.

Η Ελλάδα διαθέτει το ανθρώπινο δυναμικό στην έρευνα αλλά και στην ανάπτυξη εφαρμογών πλην όμως θα πρέπει να προωθηθούν περαιτέρω τρόποι για την αξιοποίηση των πόρων αυτών, με στόχο την παραγωγή καινοτομίας, την επίτευξη οικονομικών κλίμακας και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

6.3 Για τους χρήστες

Ο κύριος ρόλος των ΕΣΜ είναι να παρέχει λύσεις στις ανάγκες των χρηστών και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που αυτό είναι περισσότερο αναγκαίο. Αυτό θα επιτευχθεί και σύμφωνα με τις βασικές αρχές για τη χρήση των ΕΣΜ που περιλαμβάνονται στην παράγραφο 2.2 και τα αποτελέσματα αυτά θα είναι απτά και μετρήσιμα.

6.3.1 Βελτίωση της οδικής ασφάλειας

Η οδική ασφάλεια αποτελεί κορυφαία προτεραιότητα για την Ελλάδα, αλλά και κύριο στρατηγικό στόχο των ΕΣΜ. Σε αυτή την κατεύθυνση, προβλέπονται οι ακόλουθες δράσεις:

- Χρήση των συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας για τη βελτίωση των συνθηκών κυκλοφορίας
- Παροχή πληροφοριών στους χρήστες του οδικού δικτύου
- Μείωση του χρόνου απόκρισης σε συμβάντα και ανάπτυξη του συστήματος e-Call
- Υιοθέτηση της οδηγίας 2010/40/ΕΕ (κυρίως των δράσεων προτεραιότητας γ & δ) και των κατ' εξουσιοδότηση κανονισμών (305 / 26.11.2012, 886 / 15.04.2013)
- Βαθμιαία διεύθυνση των συνεργατικών συστημάτων

Η βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής, με τη χρήση προηγμένων συστημάτων διαχείρισης και παρακολούθησης της κυκλοφορίας, επιτρέπει στους διαχειριστές των οδών να προσαρμόζουν τα όρια ταχύτητας και τα σήματα κυκλοφορίας, αυξάνοντας τη χωρητικότητα των οδικών δικτύων. Καθώς η κυκλοφορία ρέει πιο ομαλά, οι χρόνοι ταξιδιού μειώνονται και προλαμβάνονται τα ατυχήματα. Η παροχή πληροφοριών στους οδηγούς σχετικά με το οδικό δίκτυο (εμπόδια, κίνδυνοι και καιρικές συνθήκες), μειώνει τις απρόβλεπτες συμπεριφορές και αποτρέπει τα συμβάντα. Τα ΕΣΜ βοηθούν επίσης στη μείωση του χρόνου απόκρισης σε περίπτωση συμβάντος, με αποτέλεσμα να σώζονται ζωές και να σώσει ζωές και να αποκαθίσταται η κυκλοφορία αμέσως.

Η Ελλάδα ακολουθεί αυστηρά τους στόχους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, εναρμονίζοντας τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2010/40/ΕΕ και ιεραρχώντας την Οδική Ασφάλεια σε υψηλή

θέση της πολιτικής της ατζέντας για τις μεταφορές. Η παροχή πληροφοριών για την οδική κυκλοφορία είναι τεχνικά εφικτή και θα πρέπει να είναι διαθέσιμη σε όσο το δυνατόν περισσότερους τελικούς χρήστες. Η μείωση των τροχαίων ατυχημάτων και θανάτων είναι το κύριο αναμενόμενο αποτέλεσμα αυτής της δράσης για όλους τους πολίτες. Η αυτοματοποιημένη και συνεχής ανίχνευση και καταγραφή μέσω ΕΣΜ των κινδύνων κυκλοφορίας και των σημείων που συμβαίνουν συνήθως ατυχήματα, θα βοηθήσει στον έλεγχο των συνθηκών που προκαλούν τα συμβάντα και τελικά θα οδηγήσει στην εξάλειψή τους.

Εξάλλου, το σύστημα e-Call, όταν αναπτυχθεί πλήρως, θα ενημερώνει αμέσως τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ακόμη και αν ο επιβάτης έχει χάσει τις αισθήσεις του και αναμένεται να επιταχύνει το χρόνο άφιξης των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης κατά 40% στις αστικές περιοχές και κατά 50% στις αγροτικές περιοχές, μειώνοντας σημαντικά τους θανάτους και τη σοβαρότητα των τραυματισμών. Το σύστημα e-Call μπορεί επίσης να έχει σημαντικό αντίκτυπο στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης που προκαλείται από τροχαία ατυχήματα και, ως εκ τούτου, τη συνολική κυκλοφοριακή συμφόρηση στους ευρωπαϊκούς δρόμους, μειώνοντας έτσι τα δευτερογενή ατυχήματα.

Τα ανωτέρω αναφερθέντα πλεονεκτήματα μπορεί να αυξηθούν περαιτέρω με τη χρήση των συνεργατικών συστημάτων κινητικότητας (C-ITS). Οι μελλοντικές εξελίξεις στα συστήματα ασφάλειας και προστασίας συνδέονται άμεσα με αυτές των C-ITS, τα οποία επικεντρώνονται δραστικά σε θέματα οδικής ασφάλειας.

6.3.2 Βελτίωση του χρόνου αναγγελίας έκτακτου συμβάντος και παροχής βοήθειας

Ο τομέας της έγκαιρης αναγγελίας ενός έκτακτου οδικού συμβάντος μέσω αυτόματης ή/και χειροκίνητης κλήσης του πανευρωπαϊκού αριθμού έκτακτης ανάγκης 112 από κατάλληλο εξοπλισμό εντός οχήματος, ως επιλεγείσα δράση προτεραιότητας της Οδηγίας 2010/40/ΕΕ (Άρθρο 3, δράση δ), θα επιτρέψει την έγκαιρη κλήση και άφιξη των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ΕΚΑΒ, Πυροσβεστική, Τροχαία), επιτόπου, προς βοήθεια των τελικών χρηστών. Η ταχύτερη άφιξη των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης θα συμβάλει στη μείωση των συνεπειών από ατυχήματα λόγω τραυματισμών ενώ αποτελεί το κυριότερο αναμενόμενο αποτέλεσμα αυτής της δράσης για τους πολίτες.

Τα επιπλέον οφέλη που αναμένονται, σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι:

- Μείωση των νεκρών.
- Μείωση της σοβαρότητας των τραυματισμών.
- Μείωση του κόστους της συμφόρησης που προκαλείται από τροχαία ατυχήματα.
- Διευκόλυνση των υπηρεσιών διάσωσης και αυξημένη ασφάλεια των σωστικών συνεργείων (π.χ. πυροσβεστών) κατά τον απεγκλωβισμό επιβατών
- Μειωμένες παρόδιες υποδομές κλήσης για βοήθεια.

6.3.3 Βελτίωση της πληροφόρησης για τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε πραγματικό χρόνο

Ο τομέας της πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο για τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες, ως επιλεγείσα δράση προτεραιότητας της Οδηγίας 2010/40/ΕΕ (Άρθρο 3, δράση β), θα επιτρέψει τον καλύτερο προγραμματισμό μετακινήσεων των πολιτών, την καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας από τις αρμόδιες Αρχές, εντός πόλεων καθώς και

περιμετρικά αυτών, τη μείωση των συμφορήσεων σε αστικά κυρίως οδικά τμήματα, και την αξιοποίηση του συνόλου των διατιθέμενων οδικών υποδομών για την εξυπηρέτηση αιχμών της κυκλοφορίας. Η αναμενόμενη εξοικονόμηση χρόνου κατά τις μετακινήσεις, αλλά και η μείωση στην κατανάλωση καυσίμων, με όλα τα περιβαλλοντικά και οικονομικά επακόλουθα, και τελικά η μείωση της ταλαιπωρίας των διακινουμένων, λόγω έγκυρης και έγκαιρης πληροφόρησης αποτελούν τα αναμενόμενα αποτελέσματα αυτής της δράσης για τους πολίτες.

6.3.4 Βελτίωση της πληροφόρησης για τις πολυτροπικές μετακινήσεις

Ο τομέας της πληροφόρησης για τις πολυτροπικές μετακινήσεις, ως επιλεγείσα δράση προτεραιότητας της Οδηγίας 2010/40/ΕΕ (Άρθρο 3, δράση α), θα δώσει πλέον τη δυνατότητα στους πολίτες να προγραμματίζουν καλύτερα τις μετακινήσεις τους, χρησιμοποιώντας, συνδυαστικά, περισσότερα του ενός μέσα μετακίνησης για την ολοκλήρωση ενός ταξιδιού, ανάλογα με το χρόνο που διαθέτουν και σε συνδυασμό με την οικονομική δαπάνη που επιθυμούν να αναλάβουν. Η αναμενόμενη εξοικονόμηση χρόνου μετακινήσεων, η μείωση του κόστους αυτών, η αύξηση της ασφάλειας των μετακινήσεων, η έγκυρη πληροφόρηση περί δρομολογίων, η πρόσβαση σε εξατομικευμένη πληροφορία (π.χ. ηλεκτρονικά εισιτήρια, πλάνο ταξιδιού) από διάφορα μέσα (π.χ. κινητό, υπολογιστής), η έγκαιρη ειδοποίηση (π.χ. SMS, e-mail), η δυνατότητα διαχείρισης κρατήσεων, αποτελούν ορισμένα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα αυτής της δράσης για στους πολίτες.

6.3.5 Βελτίωση της πληροφόρησης για τα μέσα μαζικής μεταφοράς

Ο τομέας της πληροφόρησης σχετικά με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, αν και μπορεί να ενταχθεί στα αναμενόμενα οφέλη των δράσεων προτεραιότητας (α) και (β) της Οδηγίας 2010/40/ΕΕ, αναφέρεται εύλογα ξεχωριστά, λόγω της σπουδαιότητας του στις αστικές και υπεραστικές μετακινήσεις εντός μεγάλων αστικών κέντρων και μεταξύ αυτών. Η έγκυρη πληροφόρηση περί των χρόνων άφιξης/αναχώρησης/ανταπόκρισης από διάφορα ίδια μέσα (π.χ. κινητό, υπολογιστής) αλλά και σε δημόσια σημεία πρόσβασης (π.χ. στάσεις, εντός δημόσιων μέσων μεταφοράς) αποτελούν ορισμένα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα αυτής της δράσης για στους πολίτες.

6.3.6 Βελτίωση και ενίσχυση της συνεργασίας οχήματος-υποδομής

Ο τομέας της βελτίωσης και ενίσχυσης της αμφίδρομης ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ οχήματος και υποδομής, αναμένεται να γνωρίσει μεγάλη εξέλιξη στα επόμενα χρόνια και να αποφέρει σημαντικά οφέλη στους χρήστες, μέσω της δυναμικής και έγκαιρης πληροφόρησής τους, αλλά και στους διαχειριστές οδικών υποδομών, εφοδιάζοντάς τους με μια επιπλέον πηγή αξιοποιήσιμων δεδομένων.

6.4 Για την ενέργεια και το περιβάλλον

Τα συστήματα μεταφορών είναι σημαντικές πηγές εκπομπής αερίων θερμοκηπίου και ευθύνονται για το 23% της παγκόσμιας καταναλισκόμενης ενέργειας που σχετίζεται με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με περίπου τα τρία τέταρτα από αυτά να προέρχονται από τα οδικά οχήματα. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση επιφέρει κοινωνικά και περιβαλλοντικά κόστη, όπως τα τροχαία ατυχήματα και η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Παράλληλα με τους στόχους για την χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την προώθηση των οχημάτων νέας, αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, τα ΕΣΜ επιτυγχάνουν αποτελεσματικό έλεγχο της κυκλοφορίας και ενθαρρύνουν την χρήση μέσων μαζικής

μεταφοράς, δίνοντας την δυνατότητα στο κοινό να κάνει πιο υπεύθυνες επιλογές. Ο στόχος είναι οι δημόσιες συγκοινωνίες να ανταγωνιστούν το αυτοκίνητο ως κυρίαρχο μέσο μεταφοράς στις αστικές περιοχές, αναβαθμίζοντας σημαντικά το επίπεδο των παρεχόμενων υπηρεσιών τους, ώστε να επιτευχθεί δραστική μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και μείωση των εκπομπών ρύπων.

Ο ρόλος των ευφύων συστημάτων μεταφορών είναι η οργάνωση του συνολικού μεταφορικού συστήματος, των μέσων και υποδομών προς βιώσιμες επιλογές, που ανταποκρίνονται σε προωθημένες περιβαλλοντικές στοχεύσεις. Τα ΕΣΜ το πετυχαίνουν αυτό με:

- καλύτερη ρύθμιση των κυκλοφοριακών συνθηκών, που συνεπάγεται μειωμένους χρόνους και μειωμένη κυκλοφοριακή επιβάρυνση
- εξοικονόμηση άσκοπων οχηματοχιλιομέτρων
- ενδυνάμωση της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς
- παροχή πληροφόρησης για την εξεύρεση θέσεων στάθμευσης
- παροχή πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο για τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης/φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων
- ενημέρωση για τα κυκλοφοριακά συμβάντα
- χρήση συνεργατικών συστημάτων
- παρακολούθηση της μεταφοράς επικίνδυνων φορτίων που έχουν ως αποτέλεσμα:
- τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και τη συνακόλουθη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης,
- τη βελτίωση της παρακολούθησης των εκπομπών ρύπων, Η εισαγωγή των ΕΣΜ θα οδηγήσει στην καθώς θα παρέχει τα αναγκαία δεδομένα για τις μετρήσεις.
- τη μείωση των κινδύνων και την επιτάχυνση της αντιμετώπισής τους σε περίπτωση ατυχήματος
- λιγότερα ατυχήματα

Τα παραπάνω, μεταφράζονται σε μειωμένη επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις δραστηριότητες του κλάδου των μεταφορών.

6.5 Για την έρευνα και την εγχώρια καινοτομία

Σε διεθνές επίπεδο, οι χώρες που βρίσκονται στην πρωτοπορία των υλοποιημένων εφαρμογών ΕΣΜ, έχουν παράλληλα αναπτύξει και την εσωτερική τους βιομηχανία, την έρευνα και την καινοτομία, στους αντίστοιχους κλάδους της πληροφορικής και των επικοινωνιών και έχουν δημιουργήσει καινοτόμες υπηρεσίες και εφαρμογές.

Η Ελλάδα έχει αναπτύξει εφαρμογές και υπηρεσίες στον χώρο των ΕΣΜ, έχει συμμετάσχει σε πανευρωπαϊκά ερευνητικά έργα, έχει αναπτύξει δεσμούς με τους Ευρωπαϊκούς θεσμούς, και διαθέτει ήδη επιστημονικό και στελεχιακό δυναμικό με γνώσεις και εμπειρίες στο υψηλότερο δυνατό διεθνές επίπεδο.

Η ανάπτυξη των ΕΣΜ, θα πρέπει να συμβαδίζει και με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, αλλά και της παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών, ανταγωνιστικών σε διεθνές επίπεδο. Η ύπαρξη ικανού επιστημονικού δυναμικού, καινοτόμων επιχειρήσεων που θα παράγουν προϊόντα και υπηρεσίες, ερευνητικών κέντρων που θα εξετάζουν πιθανά νέα πεδία καινοτομίας, σε συνεργασία με τις επιχειρήσεις, είναι προαπαιτούμενο για την ανάπτυξη των ΕΣΜ, αλλά και για την ανάπτυξη της Ελληνικής Οικονομίας.

Τα πεδία αυτά, ενδεικτικά είναι τα ακόλουθα:

- Χαρτογράφηση. Η γενική και η ειδική χαρτογράφηση, και ο συνδυασμός των υποβάθρων με όλες τις πληροφορίες που συνδέονται με τα ΕΣΜ, είναι προαπαιτούμενη για την εύκολη διάχυση της χωρικής πληροφορίας και την έγκαιρη ενημέρωση των οδηγών. Η χαρτογράφηση των οδικών αξόνων για εμπορευματικές μεταφορές και για επικίνδυνα φορτία, η ενημέρωση για τις θέσεις στάθμευσης, ο χαρακτηρισμός επικίνδυνων διαδρομών, οι προσφερόμενες υπηρεσίες επί του οδικού δικτύου, οι εναλλακτικές διαδρομές, είναι μερικά μόνον από τα παραδείγματα που θα μπορούσαν χρησιμοποιηθούν για την σημασία της λεπτομερούς χαρτογράφησης
- Γεωγραφική Πληροφορική. Η χρήση εύχρηστων και οικονομικών εργαλείων γεωγραφικής πληροφορικής, ανοικτής αρχιτεκτονικής και η ενθάρρυνση της χρήσης ελεύθερου λογισμικού, είναι καταλυτική για την εύκολη διάδοσή τους.
- Αλγόριθμοι Βελτιστοποίησης Δρομολογίων και συνδυασμένων μεταφορών. Η χρήση προϊόντων βελτιστοποίησης των δρομολογίων, μέσα στις ιδιαίτερες γεωγραφικές και οικονομικές συνθήκες της Ελλάδος αποτελεί βασικό βήμα για την αποτελεσματική διαχείριση των μεταφορών και των logistics.
- Διαχείριση δεδομένων εντοπισμού θέσης και καταστάσεως οχημάτων. Η ανάπτυξη των εφαρμογών εντοπισμού θέσης και ανάλυσης της κατάστασης του οχήματος, αλλά ακόμα και της οδηγικής συμπεριφοράς, θα αποτελέσουν σημαντικό κρίκο στην αποτελεσματικότητα των μεταφορών.
- Συστήματα εντοπισμού και πρόγνωσης κυκλοφοριακών συνθηκών και συμβάντων. Ευφυή συστήματα που θα αναλύουν, θα προβλέπουν και θα απεικονίζουν τις κυκλοφοριακές συνθήκες, και τα συμβάντα, αποτελούν σημαντικά στοιχεία για την έρευνα και την καινοτομία των ΕΣΜ.
- Νέα συστήματα συλλογής δεδομένων. Πρόκειται για συστήματα που εφαρμόζονται για τη συλλογή δεδομένων, όπως Floating Car Data (FCD), τα οποία αποτελούν την κύρια πηγή πληροφόρησης για την κυκλοφορία και τα οποία, σε συνδυασμό με τις κλασσικές μεθόδους, συνιστούν ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας.
- Συστήματα ενημέρωσης του κοινού. Η δημιουργία εφαρμογών πληροφόρησης μετακίνησης, στάθμευσης, αποφυγής της κυκλοφορίας, ενημέρωσης προβλημάτων/συμβάντων κατά την διαδρομή, οδηγού πόλης, εύρεσης βέλτιστων διαδρομών επίσκεψης σειράς σημείων και άλλων σχετικών εφαρμογών αποτελούν σημαντικά βοηθήματα για την καθημερινότητα του πολίτη, αλλά και την εμπειρία του ταξιδιώτη.
- Συνεργατικά συστήματα: Τα συνεργατικά ΕΣΜ (Cooperative ITS) αποτελούν τον πρόδρομο των αυτόματων και αυτόνομων συστημάτων μεταφορών του

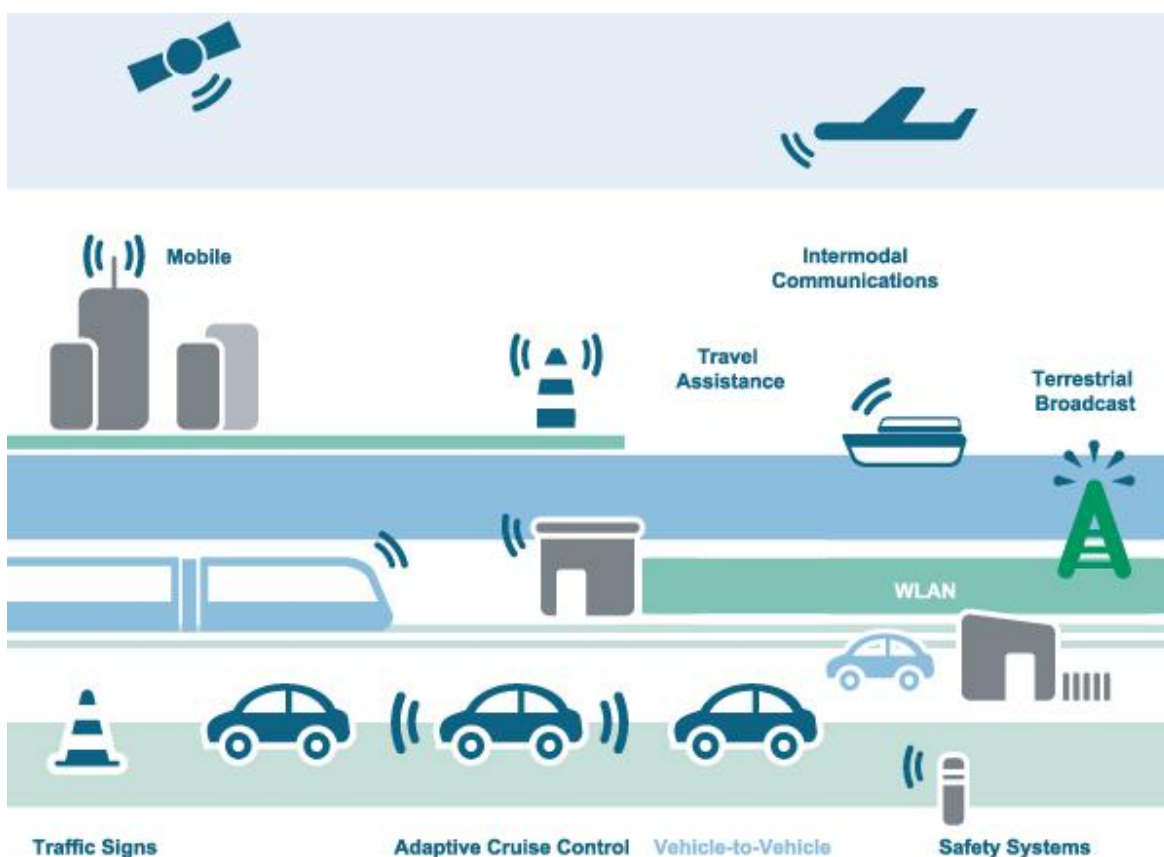
μέλλοντος. Η ενίσχυση των δράσεων έρευνας, καινοτομίας και εφαρμογής τους στην Ελλάδα είναι δυνατόν να συσχετιστεί με την έγκαιρη ανάδειξη των ωφελειών από την εφαρμογή των ΕΣΜ που βρίσκονται στην αιχμή των τεχνολογικών εξελίξεων πανευρωπαϊκά και παγκοσμίως.

7 Προγράμματα σε Εξέλιξη

7.1 DRIVE C2X

DRIVE C2X επικεντρώνεται στην επικοινωνία μεταξύ οχημάτων (C2C) και μεταξύ των οχημάτων, ένα σύστημα οδικής υποδομής και backend (C2I). Προηγούμενα έργα όπως την πρόληψη, CVIS, SAFESPOT, COOPERS, και το PRE-DRIVE C2X έχουν αποδείξει τη σκοπιμότητα της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας της κυκλοφορίας εφαρμογές που βασίζονται σε επικοινωνία C2X. DRIVE C2X πηγαίνει πέρα από την απόδειξη της έννοιας και αντιμετωπίζει επιτόπιες δοκιμές μεγάλης κλίμακας υπό συνθήκες πραγματικού κόσμου σε πολλαπλές εθνικές θέσεις ελέγχου σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Τα συστήματα πρέπει να ελέγχονται είναι χτισμένα σύμφωνα με την κοινή ευρωπαϊκή αρχιτεκτονική για συνεργαζόμενα συστήματα οδήγησης που ορίζεται από COMeSafety, εξασφαλίζοντας έτσι τη συμμόρφωση με τις επικείμενες ευρωπαϊκές προδιαγραφές ITS. Η προσέγγιση αυτή εξασφαλίζει επίσης ότι τα αποτελέσματα του DRIVE C2X έχουν μακροπρόθεσμη ισχύ σε ευρωπαϊκό επίπεδο, δίνοντας την ανάπτυξη του συστήματος, καθώς και τους φορείς λήψης αποφάσεων σχετικά με τη βιομηχανία και την αρχή πλευρά την απαραίτητη εμπιστοσύνη απόφαση.



Για να συγκεντρώσει σωστά αποτελέσματα από το πεδίο επιχειρησιακών δοκιμών μέσω συνεργατικών συστημάτων, η τεχνολογική βάση είναι θεμελιώδης προϋπόθεση. DRIVE C2X βασίζεται σε αποτελέσματα από την προ-DRIVE έργο C2X όσον αφορά την προδιαγραφή, το υλικό και το λογισμικό πρωτότυπα, περιβάλλον δοκιμής και σετ εργαλείων ολοκληρωμένης προσομοίωσης που αναπτύχθηκε. Η βάση περιλαμβάνει διαφορετικές τεχνολογικές συνιστώσες, δηλαδή το σύστημα επικοινωνίας (ραδιόφωνο,

πρωτόκολλα επικοινωνίας), εγκαταστάσεις, διεπαφή ανθρώπου-μηχανής, εφαρμογές και διαχείριση.

Σε σχέση με την προ-DRIVE C2X, η πρόσφατη πρόοδος της τεχνολογίας καθιστούν αναγκαίες βελτιώσεις, όπως:

- Οι συνεχιζόμενες δραστηριότητες τυποποίησης ολοκληρώνει την πρώτη σειρά προτύπων και αναμένεται να προχωρήσει δυναμικά
- Το σύστημα κίνησης C2X θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο συμβατές με τις πιο πρόσφατες εκδόσεις των προτύπων
- ειδικές απαιτήσεις των τόπων δοκιμών που απαιτούν προσαρμογές του βασικού συστήματος.
- Για πρώτη φορά στην Ευρώπη, DRIVE C2X επίσης δοκιμή και εφαρμογή ενός σχεδίου για την ένταξη μιας backend δεδομένων, ως εκ τούτου, να μπορέσουν οι υπηρεσίες που βασίζονται σε δεδομένα επικοινωνίας C2X σε ιδιωτικούς και εμπορικούς πελάτες. Οι υπηρεσίες αυτές αναμένεται να αποτελέσει σημαντική πηγή εσόδων για συνεργαζόμενα συστήματα οδήγησης και μπορεί να είναι το κλειδί για την επιτυχή εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας στους ευρωπαϊκούς δρόμους.

7.2 SEE-ITS

SEE-ITS είναι ένα διακρατικό έργο με στόχο την τόνωση της συνεργασίας, της εναρμόνισης και της διαλειτουργικότητας μεταξύ των απομονωμένων Ευφυή Συστήματα Μεταφορών (ITS) στην Νοτιοανατολική Ευρώπη. SEE-ITS επικεντρώνεται στη θέσπιση του πλαισίου για την εξάπλωση των ITS στον τομέα των οδικών μεταφορών και για τις διεπαφές με άλλους τρόπους μεταφοράς με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές της οδήγησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2010/40 / EE) που ασχολούνται με την εξάπλωση των ITS.

Το πεδίο εφαρμογής του προγράμματος είναι να ενισχυθεί η διαλειτουργική χρήση των ITS για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας και ελέγχου κατά μήκος των οδικών δικτύων μεταφορών σε διακρατικό, περιφερειακό και τοπικό (αστικές / περιαστικές) επίπεδα. Τα αποτελέσματα του έργου θα δημιουργήσει μια μακροπρόθεσμη βιώσιμη στρατηγικού και επιχειρησιακού πλαισίου για τη θεσμική και λειτουργική ενσωμάτωση των ITS στις χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης.

Οι κύριοι τομείς που πρέπει να καλυφθούν από το SEE-ITS του έργου είναι:

- Βέλτιστη χρήση του οδικού δικτύου, την κυκλοφορία και τις μετακινήσεις
- Συνέχειας της διαχείρισης της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών υπηρεσιών ITS
- Εφαρμογές οδικής ασφάλειας και προστασίας της
- Σύνδεση του οχήματος με την υποδομή μεταφορών

7.3 Σύστημα SCATS Adaptive Ελέγχου Κυκλοφορίας

SCATS είναι το πιο δοκιμασμένο σύστημα προσαρμοζόμενου ελέγχου της κυκλοφορίας στην αγορά που βελτιστοποιεί τη διάρκεια του κύκλου, διασπάσεις, και μετατοπίσεις σε έναν κύκλο-με-κύκλο χρησιμοποιώντας ανίχνευση σε πραγματικό χρόνο. Για περισσότερα από 40 χρόνια και εκτιμάται ότι 34.350 διασταυρώσεις σε πάνω από 154 πόλεις σε 25 χώρες χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα, SCATS επανειλημμένα παρέχει βελτιώσεις και πράξεις σε χρόνους ταξιδιού, στάσεις και καθυστερήσεις.

Το SCATS διαχειρίζεται κατά κύριο λόγο τη δυναμική (on-line , real -time) το χρονοδιάγραμμα των φάσεων σήματος σε σήματα κυκλοφορίας , πράγμα που σημαίνει ότι προσπαθεί να βρει το καλύτερο στάδιο (δηλαδή τους χρόνους του κύκλου, διασπάσεις φάση και μετατόπισης) για την τρέχουσα κατάσταση της κυκλοφορίας (για ατομικές διασταυρώσεις καθώς και για ολόκληρο το δίκτυο). Αυτό βασίζεται στην επιλογή αυτόματου σχεδίου από μία βιβλιοθήκη σε απόκριση προς τα δεδομένα που προέρχονται από τους ανιχνευτές βρόχου ή άλλους αισθητήρες οδικής κυκλοφορίας.

7.4 ITS Joint Program Office

Η JPO ITS εκτελεί το ρόλο αυτό σε συνδυασμό με άλλες διοικήσεις μεταφοράς τρόπων μεταφοράς σε όλο το Τμήμα , συμπεριλαμβανομένης της Federal Highway Administration, Ομοσπονδιακή Motor Carrier Ασφάλεια Διοίκησης, Ομοσπονδιακή Διοίκηση Railroad , Ομοσπονδιακή Διοίκηση διέλευσης, Ναυτιλιακή Διοίκηση , καθώς και την Εθνική Διοίκηση Οδικής Ασφάλειας . Μαζί αυτοί οι οργανισμοί σχεδιάζουν, προ-προγραμματίζουν και εκτελούν το ITS Ερευνητικό Πρόγραμμα με την εποπτεία του διοικητικού συμβουλίου του, που αποτελείται από τους διαχειριστές του κάθε οργανισμού.

Το τρέχον ITS Ερευνητικό Πρόγραμμα περιγράφεται στο Στρατηγικό του σχεδίου της έρευνας , την περίοδο 2010-2014 . Το επίκεντρο του προγράμματος είναι ουσιαστικά στην επικοινωνία από όχημα σε όχημα και από όχημα σε υποδομή σύνδεσης με την εφαρμογή προηγμένων ασύρματων τεχνολογιών να καταστεί δυνατή μεταμορφωτικές αλλαγές στο σύστημα επίγειας μεταφοράς . Σύμφωνα με την Εθνική Υπηρεσίας Οδικής Ασφάλειας Διοίκησης , V2V και V2I εφαρμογές έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν το 80 % της άπονης συντριβές. Οι δυνατότητες αυτές μπορούν επίσης να έχουν σημαντικά αποτελέσματα για την κυκλοφοριακή συμφόρηση και βελτιώσεις την ποιότητα του αέρα. Το ITS Ερευνητικό Πρόγραμμα αναπτύσσει και δοκιμάζει την υποκείμενη τεχνολογία και τις εφαρμογές και διεξάγει έρευνα για την πολιτική που αποσκοπεί στη διευκόλυνση V2V και V2I δυνατότητες. Το ITS JPO τρέχει επίσης ενεργά προγράμματα για τη μεταφορά τεχνολογίας, τη δημιουργία επαγγελματικών ικανοτήτων και την αξιολόγησή του, με στόχο την παροχή πολύτιμων πόρων για τις κρατικές και τοπικές οργανώσεις και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη της.

Διαφόρων παραγόντων διοικήσεις εμπλέκονται σε όλες τις πτυχές της έρευνας του να εξασφαλίσει την έρευνα ανταποκρίνεται στις ανάγκες των ενδιαφερομένων . Καθώς η έρευνα πρωτοβουλίες κινούνται από την ανάπτυξη και τις δοκιμές σε μεταφορά τεχνολογίας και μεγαλύτερη υποστήριξη από τη βραχυπρόθεσμη εφαρμογή, οι Modal διοικήσεις αναλάβουν έναν πιο ενεργό ρόλο, συχνά αναλαμβάνοντας την ευθύνη για τη μακροπρόθεσμη στήριξη της ανάπτυξης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, Modal αρχές προβαίνουν επίσης ανεξάρτητη έρευνα για τα θέματα λειτουργίας ειδικών .

Βιβλιογραφία

Ελληνική:

1. **ΣΧΕΔΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ** Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων Οκτώβριος 2014
2. **INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS** George Dimitrakopoulos and Panagiotis Demestichas, Μάρτιος 2010 Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
3. **Μελέτη Ραδιοκάλυψης του δικτύου GSM και GPRS σε ημιαστικό περιβάλλον** Θεόδωρος Μ. Κοτσίνης, Σεπτέμβριος 2009 Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
4. **ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΕΥΦΥΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΕ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΡΟΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**, Ιωάννα Σπυροπούλου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα Γιώργος Γιαννής Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα

Διεθνής:

1. **An Implementation of Reprogramming Scheme for Wireless Sensor Networks** Aoi Hashizume, Hiroshi Mineno, and Tadanori Mizuno.
2. **A survey on cross-layer solutions for wireless sensor networks** Lucas D. P. Mendes, Joel J. P. C. Rodrigues .
3. **Strategies and techniques for node placement in wireless sensor networks: A survey** Mohamed Younis, Kemal Akkaya.
4. **Wireless sensor network survey** Jennifer Yick, Biswanath Mukherjee, Dipak Ghosal.
5. **Overview of GSM: The Global System for Mobile Communications** John Scourias University of Waterloo, March 1996
6. M. J. Nunney, **Light and Heavy Vehicle Technology**, 2nd ed. Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 1992, pp. 516-552
7. J. E. Slotine και W. Li, **Applied Nonlinear Control**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991
8. Shladover, S. E., **“Operation of automated guideway transit vehicles in dynamically reconfigured trains and platoons”**, UMTA-MA-060085-79, 1979.
9. Xu, Z. and Ioannou, P., **“Modeling of the Brake Line Pressure to Tire Brake Force Subsystem”**, Technical Report to PATH and Ford Motor Co., No. 92-09-01, 1992.
10. Varaiya. P.. **“Smart Cars on Smart Roads: Problems of Control”**, PATH Technical Memorandum, 91-S, Dec. 1991.
11. Quiroga, Tony (August 2009). **"Driving the Future"**. Car and Driver (Hachette Filipacchi Media U.S., Inc.)
12. **Travelling safely in Europe by road, rail and water** Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union, 2014

Ιστολόγιο

1. <http://en.wikipedia.org/wiki>
2. <http://www.drive-c2x.eu/project>
3. <http://ertico.com/>
4. <http://www.ghd.com/global/services/intelligent-transport-systems/>
5. http://www.arup.com/Services/Intelligent_Transport_Solutions_ITS.aspx
6. <http://heavyroute.fehrl.org/>
7. https://www.pbworld.com/capabilities_projects/transportation/intelligent_transport_solutions.aspx
8. <http://www.ibm.com/developerworks/rational/solutions/intelligent-transportation-systems.html>
9. <http://www.eurofot-ip.eu/http://www.seeits.eu/Default.aspx>
10. <http://www.its.washington.edu/>
11. <http://www.volvogroup.com/>
12. <http://www.mercedes-benz.co.in/>
13. <http://www.itsireland.ie/>
14. <http://www.yme.gr/>
15. <https://www.transcore.com/intelligent-transportation-systems>
16. http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/brochure/14321_files/a1019-tsc_digital_n3.pdf
17. <http://www.atkinsglobal.com/>
18. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>
19. <http://www.citymobil-project.eu/>
20. <http://www.project-asset.com/>
21. <http://www.safespot-eu.org/vision.html>