



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

**Ανάλυση τεχνικών και οικονομικών χαρακτηριστικών της επικοινωνίας μεταξύ
έξυπνων οχημάτων**

Πτυχιακή εργασία

Κασβή Καλλιόπη



Αθήνα, 2017



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Μιχαλακέλης Χ. (Επιβλέπων)

Επίκουρος Καθηγητής, Πληροφορική και Τηλεματική, Χαροκόπειο

Δημητρακόπουλος Γ.

Επίκουρος Καθηγητής, Πληροφορική και Τηλεματική, Χαροκόπειο

Νικολαΐδη Μ.

Καθηγήτρια, Πληροφορική και Τηλεματική, Χαροκόπειο

Ο/Η Κασβή Καλλιόπη

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα Ελληνικά.....	σ.5
Περίληψη στα Αγγλικά.....	σ.6
Κατάλογος Εικόνων.....	σ.7
Κατάλογος Πινάκων.....	σ.8
Κατάλογος Σχημάτων.....	σ.9
Συντομογραφίες.....	σ.10
Εισαγωγή.....	σ.12
Κεφ.1 Επικοινωνία έξυπνων οχημάτων.....	σ.13
Κεφ. 1.1 ITS.....	σ.13
Κεφ. 1.2 Τι είναι και ποιά η χρησιμότητα της.....	σ.15
Κεφ. 1.3 Εφαρμογές V2V.....	σ.22
Κεφ. 1.4 CVE.....	σ.26
Κεφ. 2 Τρόπος λειτουργίας.....	σ.27
Κεφ. 2.1 Πώς λειτουργεί.....	σ.27
Κεφ. 2.2 Μέθοδοι μετάδοσης.....	σ.34
Κεφ. 2.2.1 Ad-hoc δίκτυο.....	σ.34
Κεφ. 2.2.2 DSCR (ειδικές επικοινωνίες μικρής εμβέλειας).....	σ.36
Κεφ. 2.2.3 Επικοινωνίες βασισμένες σε ραντάρ.....	σ.39
Κεφ. 2.2.4 Επικοινωνίες με συχνότητες χιλιομετρικών κυμάτων.....	σ.40
Κεφ. 2.3 Συστήματα επικοινωνιών σε έξυπνο όχημα.....	σ.41
Κεφ. 2.3.1 OEM συσκευές.....	σ.46
Κεφ. 2.3.2 Aftermarket συσκευές.....	σ.47
Κεφ. 3 Προσπάθειες υλοποίησης.....	σ.48
Κεφ. 3.1 PASS.....	σ.58
Κεφ. 3.2 Fleetnet.....	σ.60
Κεφ. 3.3 CarTALK 2000.....	σ.64
Κεφ. 3.4 Pilot Model Safety.....	σ.68
Κεφ. 4 Οικονομική ανάλυση.....	σ.76
Κεφ. 4.1 SWOT ανάλυση.....	σ.76
Κεφ. 4.2 Κόστος.....	σ.77
Κεφ. 4.3 Επιχειρηματικό σχέδιο.....	σ.81
Κεφ. 5 Προβλήματα και αντιμετώπιση	σ.88
Κεφ. 6 Θετικές συνέπειες της επικοινωνίας έξυπνων οχημάτων.....	σ.94
Κεφ. 7 Πιθανές βελτιώσεις.....	σ.101
Βιβλιογραφία.....	σ.104

Περίληψη στα Ελληνικά

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη και ανάλυση της επικοινωνίας μεταξύ έξυπνων οχημάτων. Η εφαρμογή αυτή ονομάζεται Vehicle-to-Vehicle communication (V2V) αλλά σε συνδυασμό με την επικοινωνία οχήματος με υποδομή, Vehicle-to-Infrastructure (V2I), μπορεί να λειτουργήσει ακόμα πιο αποδοτικά. Μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης, αρχικά εξηγώ τι είναι η επικοινωνία των έξυπνων οχημάτων. Ακόμα, αναλύω τους λόγους για τους οποίους είναι χρήσιμη μια τέτοιου είδους επικοινωνία είτε σε ατομικό είτε σε κοινωνικό επίπεδο. Επιπλέον, αναφέρομαι σε έρευνες που έχουν γίνει και έχουν σχέση με το κόστος της υλοποίησης αυτής της καινοτομίας και κάνω ένα σύντομο επιχειρηματικό σχέδιο για την πώληση προϊόντων της τεχνολογίας αυτής. Επίσης, αναφέρονται τρόποι με τους οποίους μπορεί να λειτουργήσει, πιθανά προβλήματα στην υλοποίηση της επικοινωνίας αυτής αλλά και κάποιοι τρόποι αντιμετώπισής τους. Τέλος, αναφέρονται κάποιες προσπάθειες που έχουν γίνει για να επικοινωνήσουν τα οχήματα μεταξύ τους. Σαν συμπέρασμα από την εργασία αυτή μπορούμε να πούμε ότι η επικοινωνία μεταξύ έξυπνων οχημάτων μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην βελτίωση της οδηγικής εμπειρίας, καθώς παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια και βοηθά στον καταμερισμό της οδικής συμφόρησης. Σχετικά με το κόστος αυτής της εφαρμογής βλέπουμε ότι θα είναι περίπου στα 350\$ ανά όχημα το 2020, αλλά αυτό το ποσό θα μειωθεί με την πάροδο του χρόνου και θα φτάσει περίπου τα 209\$-235\$ το 2058. Δυστυχώς όπως θα δούμε στην συνέχεια αυτή η εφαρμογή δεν έχει καταφέρει ακόμα να λειτουργήσει σε παγκόσμιο επίπεδο γίνονται όμως αρκετές τοπικές προσπάθειες.

Λέξεις κλειδιά: [V2V, κόστος, προσπάθεια, λειτουργία, πρόβλημα]

Abstract ή Περίληψη στα Αγγλικά

The purpose of this work is to study and analyze communication between intelligent vehicles. This application is called Vehicle-to-Vehicle communication (V2V), but in conjunction with Vehicle-to-Infrastructure (V2I) communication, it can work even more efficiently. Through a bibliographic review, I explain what is the communication between smart vehicles. I also analyze the reasons why such communication is useful at either individual or social level. In addition, I refer to some researches related to the cost of implementing this innovation and how it operates. Moreover, I made a short business plan for the sale of products of this technology. Also, some possible problems in the implementation of this communication are encountered, but also I refer to some ways to deal with them. Finally, I analyze some attempts of V2V communication that have been done. As a conclusion, we can say that communication between intelligent vehicles can have a significant contribution to the improvement of the driving experience as it provides safety and it helps in the division of road congestion. We see that this application will cost around \$ 350 per vehicle in 2020, but this amount will decrease over time and it will reach the amount of \$ 209- \$ 235 in 2058. Unfortunately, as this application has not yet managed to operate globally, but there are many local efforts and it is believed that in the future it will be implemented worldwide.

Keywords: [V2V, cost, effort, operation, problem]

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ.1. Εξώφυλλο εργασίας.....	σ.1
Εικ.2. Συνδεδεμένο όχημα.....	σ.21
Εικ.3. Σενάριο IMA.....	σ.22
Εικ.4. V2V & V2I driver assistance capabilities.....	σ.26
Εικ.5. Λειτουργία V2V.....	σ.33
Εικ.6. Ad-hoc δίκτυο.....	σ.35
Εικ.7. Εξοπλισμός οχήματος.....	σ.46
Εικ.8. Προειδοποιήσεις V2V.....	σ.53
Εικ.9. FleetNet.....	σ.64
Εικ.10. SWOT.....	σ.76
Εικ.11. Αποστολή πληροφοριών.....	σ.90
Εικ.12. Μείωση τραυματισμών.....	σ.97

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίν.1: Βασικές εφαρμογές V2V.....	σ.23
Πίν.2: Τεχνολογία-Συχνότητα.....	σ.30
Πίν.3: Εφαρμογές DSRC.....	σ.37
Πίν.4: Εξαρτήματα.....	σ.43
Πίν.5: Κόστος.....	σ.81
Πίν.6: Τιμές.....	σ.82
Πίν.7: Forecasting.....	σ.83
Πίν.8: Κόστος.....	σ.81
Πίν.9: Έσοδα.....	σ.84
Πίν.10: Έξοδα.....	σ.86
Πίν.11: Συνολικά έξοδα.....	σ.87
Πίν.12: Κέρδος.....	σ.87

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχ.1: Πρόβλεψη διείσδυσης.....σ.84
Σχ.2: Έσοδα.....σ.85
Σχ.3: Κέρδος.....σ.87
Σχ.4: Νεκρό σημείο.....σ.88
Σχ.5: Ετήσιες ελαφρές πωλήσεις οχημάτων με ενσωματωμένες V2V τεχνολογίες.....σ.101

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ACC	Autonomous cruise control
AERIS	Applications for the Environment: Real-Time Information Synthesis
AM	Amplitude Modulation
BSM	Basic Safety Message
BSW	Blind Spot Warning
CBLC	Communication based longitudinal control
CDGPS	Carrier Differential GPS
CODA	Combined Owner Driver Association
CVE	Connected Vehicle Ecosystem
DARS	Digital Audio Radio Service
DAS	Driver Assistant Systems
DGPS	Differential GPS
DOT	Department of Transportation
DSRC	Dedicated Short Range Communication
DVI	Driver-Vehicle Interface
EEBL	Emergency Electronic Brake Light
FCC	Federal Communications Commission
FCW	Forward Collision Warning
FM	Frequency Modulation
GHSA	Governors Highway Safety Association
GM	General Motors
GPS	Global Positioning System
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMA	Intersection Movement Assist
IoT	Internet of Things
ITS	Intelligent Transportation Systems
IWF	Information and Warning Function
LAN	Local Area Network
LiDaR	Light Detection and Ranging
LTA	Left Turn Assist
MAIS	Maximum Abbreviated Injury Scale
MMW	Millimetre Wave
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
NIST	National Institute of Standards and Technology
OBE	On Board Equipment
OBUE	On Board Units
OEM	Original Equipment Manufacturer
PDA	Personal Digital Assistant
RITA	Research and Innovative Technology Administration
RSD	Retrofit Safety Device
RSU	Road Side Unit

SCMS	Security Credentials Management System
SCMS	Security Credentials Management System
SPMD	Safety Pilot Model Deployment
UMTRI	University of Michigan Transportation Institute
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USDOT	U.S. Department of Transportation
UTRA-TDD	UMTS Terrestrial Radio Access Time Division Duplex
UWB	Unlicensed Wideband
V2I	Vehicle to Infrastructure
V2R	Vehicle to Roadside
V2V	Vehicle to Vehicle
V2X	Vehicle to Other
VAD	Vehicle Awareness Device
VANET	Vehicle Ad-hoc Network
VHF	Very High Frequency
VSC	Vector Scorecard
WAVE	Wireless Access for Vehicular Environments

Εισαγωγή

Στις μέρες μας παρατηρείται ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας η οποία βοηθά στην επίλυση πολλών προβλημάτων αλλά και στην βελτίωση της ποιότητας ζωής. Ειδικότερα, ο κλάδος της Τηλεματικής αναπτύσσει συνεχώς εφαρμογές οι οποίες αλλάζουν ριζικά τον τρόπο μετάδοσης πληροφοριών και προσφέρουν αμέτρητες δυνατότητες καθώς μας επιτρέπουν την αποστολή και λήψη κάθε φύσης πληροφορίας και μέσω διάφορων συσκευών. Η Τηλεματική χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς της ζωής μας. Ένας τομέας που αξίζει να αναφερθεί, καθώς με αυτόν θα ασχοληθούμε στη συνέχεια, είναι αυτός των μεταφορών.

Στα χρόνια που διανύουμε οι μεταφορές έχουν μεγάλη ανάπτυξη και όλοι τις χρησιμοποιούμε καθημερινά. Δυστυχώς όμως δεν υπάρχει απόλυτη ασφάλεια κατά τη χρήση τους καθώς όπως είναι γνωστό, τα τροχαία είναι μια πολύ βασική αιτία θανάτου παγκοσμίως, κυρίως για τους νέους. Η Τηλεματική με την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που ασχολείται με την επικοινωνία μεταξύ οχημάτων προσπαθεί να συμβάλει στην μείωση αυτών των δυστυχημάτων. Η καινοτομία που αποσκοπεί σε αυτή τη μείωση είναι η Vehicle to Vehicle communication (V2V) ως εφαρμογή μιας έξυπνης πόλης.

Αυτό το σύστημα επικοινωνίας μεταξύ έξυπνων οχημάτων μπορεί να βοηθήσει δραστικά στον καταμερισμό των αυτοκινήτων στο οδικό δίκτυο ώστε να μη δημιουργείται συμφόρηση αλλά η πιο σημαντική λειτουργία του έχει σχέση με τον εντοπισμό καθώς και με την αποφυγή κινδύνων που δε θα μπορούσε να καταλάβει ένας οδηγός τόσο εύκολα ή ίσως να μην

μπορούσε ούτε καν να προβλέψει. Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ οχημάτων που έχουν σχέση είτε με κάποιο κίνδυνο που μπορεί να υπάρχει στην επόμενη γωνία και ο οδηγός δε μπορεί να αντιληφθεί, είτε με χαρακτηριστικά των μπροστινών οχημάτων, όπως για παράδειγμα το γεγονός ότι κάποιος πατάει απότομα φρένο. Έτσι λοιπόν, η επικοινωνία των έξυπνων οχημάτων με σκοπό την ανταλλαγή πληροφοριών που είναι χρήσιμες για την πορεία τους είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την αποφυγή όσο το δυνατόν περισσότερων αυτοκινητιστικών ατυχημάτων.

ΚΕΦ.1: Επικοινωνία έξυπνων οχημάτων

1.1. ITS

Τα Intelligent Transportation Systems (ITS) είναι εφαρμογές οι οποίες αποσκοπούν στην αποδοτικότερη αλλά και ασφαλέστερη διαχείριση των μεταφορών και της κίνησης. Η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη για μετακίνηση έχει φέρει μεγάλες αλλαγές στον τομέα των μεταφορών. Οι δυσκολίες που υπάρχουν κατά τη διάρκεια μιας μετακίνησης επιφέρουν απώλεια χρόνου και ασφάλειας και για τα οχήματα αλλά και για τους πεζούς, αυξάνουν τη μόλυνση του περιβάλλοντος, υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής και σπαταλούν άσκοπα μεγάλες ποσότητες καυσίμων και ενέργειας. (Dimitrakopoulos & Demestichas, 2010)

Ο γενικός κανόνας των ITS είναι ότι οι νέες βελτιωμένες αποδόσεις της αποτελεσματικότητας της μεταφοράς θα μπορούσαν να βρεθούν, αν οι σημερινές υποδομές μπορούσαν να παντρευτούν με την προηγμένη τεχνολογία. Νέες εξελίξεις στην πληροφορική, αισθητήρες,

συστήματα πληροφοριών, καθώς και προηγμένες μαθηματικές μέθοδοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση της επιχειρησιακής ικανότητας του συστήματος, και να επιτύχουν την καλύτερη συνολική λειτουργία του δικτύου μεταφοράς. (Harding et al.,2014)

Τα συστατικά των ITS χαρακτηρίζονται από διάφορα συστήματα διαχείρισης (περιοχές). Τα συστήματα διαχείρισης καλύπτουν τις πληροφορίες, την κίνηση (συστήματα σηματοδότησης και διοδίων), ορισμένα προχωρημένα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και προχωρημένα συστήματα ελέγχου οχημάτων. Με τα χρόνια, η ένταξη της μεταφοράς και της τεχνολογίας συνεχίζεται. Επί του παρόντος, το Κογκρέσο εγκρίνει περίπου \$ 100 εκατομμύρια ετησίως για τη συνεχή έρευνα και την ανάπτυξη των ITS. (Harding et al.,2014)

Η εφαρμογή των ITS με την οποία θα ασχοληθούμε είναι η Vehicle to Vehicle communication. Φυσικά υπάρχουν και οι Vehicle to Infrastructure (V2I) και Vehicle to Roadside (V2R) communication οι οποίες αναπτύσσονται εξίσου τον τελευταίο καιρό. Βέβαια το πεδίο εφαρμογής των ITS είναι ευρύτερο από αυτό του V2X, δεδομένου ότι εμπεριέχει σιδηρόδρομους, θαλάσσια καθώς και αεροναυτικά συστήματα μεταφοράς, αλλά μόλις η κυβέρνηση και η βιομηχανία ανακοίνωσαν τα προγράμματα (και το κατανεμημένο φάσμα), η ακαδημαϊκή έρευνα άρχισε να αυξάνεται. Τα κίνητρα για την ITS περιλαμβάνουν αυξημένη αποδοτικότητα του συστήματος («Πράσινες» μεταφορές), μείωση των καθυστερήσεων μεταφοράς, την οικονομική ανάπτυξη, την ψυχαγωγία των επιβατών, και το σημαντικότερο, την ασφάλεια. Αυτό είναι το πιο έντονο στα V2X, καθώς τα τροχαία ατυχήματα εξακολουθούν να αφαιρούν χιλιάδες ζωές κάθε χρόνο στις μεγάλες ανεπτυγμένες χώρες. (Matolak, 2013)

Το "V2X" σημαίνει "όχημα σε άλλο", ένα ακρωνύμιο που αντιγράψαμε από μια παρουσίαση από τον Luca Delgrossi της αμερικανικής Mercedes-Benz Research. Το V2X περιλαμβάνει υπολογιστικά συστήματα που βασίζονται σε σύννεφο, αλλά υπονοεί ότι απλά δεν γνωρίζουμε όλες τις πιθανές εφαρμογές σήμερα και ότι πιθανώς οι πιο χρήσιμες εφαρμογές δεν θα γίνουν εμφανείς μέχρι να ωριμάσουν οι τεχνολογίες. Ίσως το πιο σημαντικό πράγμα για τον διαχειριστή μεταφορών είναι η δυνατότητα για σύνδεση σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των οχημάτων που χρησιμοποιούν τους δρόμους και των συστημάτων που λειτουργούν για τη διαχείριση της οδικής χρήσης. Οι δυνατότητες είναι πλούσιες με υπόσχεση. (Baxter, 2012)

1.2. Τι είναι και ποιά η χρησιμότητα της

Η διαχείριση των μεταφορών και το επάγγελμα του μηχανικού βρίσκονται στο περιθώριο της δημιουργίας συνδεδεμένων οχημάτων, αλλά θα επηρεαστούν από τεχνολογίες συνδεδεμένων οχημάτων στο μη απομακρυσμένο μέλλον. Στην πραγματικότητα, πολλοί πιστεύουν ότι το 2013 είναι το έτος ξεμπλοκαρίσματος όσον αφορά την επαγγελματική, πολιτική και ευαισθητοποίηση του κοινού για αυτό που ονομάζουν το συνδεδεμένο οικοσύστημα οχημάτων (CVE). (Baxter, 2012)

Σύμφωνα με τον General Manager της παγκόσμιας αυτοκινητοβιομηχανίας IBM, Dirk Wollschlaeger τα συνδεδεμένα αυτοκίνητα θα είναι το απόλυτο Internet of Things (IoT). Θα συλλέγουν και θα βγάζουν νόημα από τεράστιες ποσότητες δεδομένων από ένα επίσης

τεράστιο φάσμα πηγών. Τα αυτοκίνητα θα μιλάνε σε άλλα αυτοκίνητα, θα ανταλλάζουν δεδομένα και θα προειδοποιούν τους οδηγούς σε πιθανές συγκρούσεις. Θα μιλούν σε αισθητήρες στα φανάρια, σε στάσεις λεωφορείων, ακόμη και σε αυτούς που ενσωματώνονται στους δρόμους για να λαμβάνονται ενημερώσεις κυκλοφορίας και ειδοποιήσεις δρομολόγησης. Θα επικοινωνούν με το σπίτι, το γραφείο και τις έξυπνες συσκευές, που ενεργούν ως ψηφιακός βοηθός, συλλέγοντας χρήσιμες πληροφορίες για την ημέρα του καθενός.

Από τεχνική άποψη, οι τεχνολογίες συνδεδεμένων οχημάτων περιλαμβάνουν αυτόνομα (δηλαδή χωρίς οδηγό) οχήματα και μη αυτόνομα οχήματα. Παρόλο που δεν έχουν ακόμη βρει το δρόμο τους προς τις διακρατικές εθνικές οδούς μας, υπάρχουν αυτόνομα οχήματα εδάφους. (Baxter, 2012) Η επικοινωνία μεταξύ έξυπνων οχημάτων επιτρέπει στα αυτοκίνητα να στέλνουν πληροφορίες για τη θέση τους, την ταχύτητα τους, τη θέση του τιμονιού τους, την κατάσταση των φρένων τους, κτλ σε άλλα αυτοκίνητα σε απόσταση εκατοντάδων μέτρων. Τα άλλα αυτοκίνητα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τέτοιου είδους πληροφορίες για να σχηματίσουν μια λεπτομερή εικόνα για το τι συμβαίνει γύρω τους, αποκαλύπτοντας αναταραχές που ακόμα και ο πιο προσεκτικός οδηγός ή το πιο καλό σύστημα αισθητήρων δε θα μπορούσαν να εντοπίσουν. (Knight, 2015)

Χρησιμοποιώντας την επικοινωνία V2V, ένα όχημα μπορεί να ανιχνεύσει τη θέση και την κίνηση άλλων οχημάτων μέχρι το ένα τέταρτο του χιλιομέτρου. Σε έναν πραγματικό κόσμο όπου τα οχήματα είναι εξοπλισμένα με μια απλή κεραία, ένα τσιπ υπολογιστών και την τεχνολογία GPS, το αυτοκίνητό σας θα γνωρίζει πού θα είναι τα άλλα οχήματα, και άλλα

οχήματα θα ξέρουν πού είστε επίσης ακόμα και αν είναι σε τυφλά σημεία, σταματημένα μπροστά στην εθνική οδό αλλά κρυμμένα από την θέα, γύρω από μια τυφλή γωνία ή μπλοκαρισμένη από άλλα οχήματα. (Vaishali et al.,2012) Η τεχνολογία V2V επικοινωνεί με ραδιοσήματα, τα οποία είναι πανευθυγράμματα (δηλαδή προσφέρουν 360 βαθμούς κάλυψης). Η επικοινωνία μέσω αυτών των σημάτων επιτρέπει σε δύο εξοπλισμένα οχήματα να "βλέπουν" ο ένας τον άλλον σε στιγμές που άλλα οχήματα που βασίζονται μόνο στους αισθητήρες τους δεν είναι σε θέση να ανιχνεύσουν την παρουσία άλλου οχήματος, πόσο μάλλον να καθορίσουν την κατεύθυνση, την ταχύτητα ή την κατάσταση λειτουργίας του άλλου οχήματος. (Harding et al.,2014) Οι επικοινωνίες V2V προσφέρουν επίσης μια εμβέλεια έως και 300 μέτρα μεταξύ των οχημάτων για να διευκολύνουν την αναγνώριση των διασταυρωμένων μονοπατιών που ενδεχομένως θα οδηγήσουν σε σύγκρουση εάν δεν ληφθούν μέτρα από τον οδηγό ή το όχημα. Επιπλέον, ένα σύστημα V2V δεν υπόκειται στους ίδιους περιορισμούς του καιρού, του φωτός ή της καθαριότητας που συνδέονται με τους αισθητήρες που είναι κάτοικοι του οχήματος (π.χ. κάμερες, lidar), αν και υπόκειται σε άλλα ζητήματα (π.χ. αστικά φαράγγια, σήμα GPS). (Harding et al.,2014)

Η βασικότερη αιτία χρήσης της επικοινωνίας έξυπνων οχημάτων είναι η παροχή ασφάλειας. Είναι σαφές πως με την σωστή διαχείριση της κυκλοφοριακής συμφόρησης μπορεί να επιτευχθεί η αποφυγή ατυχημάτων. Περισσότερα από πέντε εκατομμύρια ατυχήματα συμβαίνουν στους δρόμους των ΗΠΑ και κάθε χρόνο και περισσότερα από 30.000 από αυτά είναι θανατηφόρα. Έτσι λοιπόν η προοπτική της πρόληψης πολλών τέτοιων ατυχημάτων θα δώσει σημαντική ώθηση για τη δικτύωση της τεχνολογίας. (Knight, 2015)

Η DOT πιστεύει ότι αυτό το επιπλέον επίπεδο ασφαλείας θα μπορούσε να σώσει περίπου

1.000 ζωές και να βοηθήσει στην εξάλειψη εκατοντάδων χιλιάδων τραυματισμών κάθε χρόνο.

(Krok, 2016)

Το V2V θα επιτρέψει στα οχήματα να επικοινωνούν μεταξύ τους σχετικά με τα αυτοκίνητα που βγαίνουν από τυφλά σοκάκια ή τα οχήματα που έχουν σταματήσει πολύ μπροστά στο οδόστρωμα. Θα μπορούσε επίσης να προειδοποιεί τα οχήματα όταν δεν είναι ασφαλές να προσπαθήσουμε να περάσουμε σε δύο δρόμους. (Krok, 2016) Ούτε οι καλύτεροι αισθητήρες μπορούν να κοιτάξουν γύρω από τις γωνίες ", αναφέρει ο ερευνητής της DaimlerChrysler, Dirk Reichardt, από το τμήμα Driver Assistance Systems. "Δεν μπορούν να ανιχνεύσουν ένα παγωμένο τμήμα δρόμου που απέχει 500 μέτρα και δεν μπορούν να καταγράψουν την αρχή μιας κυκλοφοριακής συμφόρησης από ένα χιλιόμετρο πριν. "(DaimlerChrysler, 2001) "Ακόμα και οι πιο ενημερωμένοι οδικοί χάρτες που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος στα συστήματα πλοήγησης είναι τουλάχιστον έξι εβδομάδων", καταγγέλλει ο Christopher Wilson, επικεφαλής της ομάδας τηλεματικής και ασφάλειας στο Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογίας DaimlerChrysler στο Palo Alto της Καλιφόρνια. "Δεν μου λένε, για παράδειγμα, ότι η κατασκευή δρόμων ξεκίνησε χθες κατά μήκος μιας συγκεκριμένης έκτασης αυτοκινητόδρομου." "Μόνο η άμεση επικοινωνία από αυτοκίνητο σε αυτοκίνητο μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση εδώ", καταλήγει ο Walter Franz από το τμήμα Τεχνολογίας Επικοινωνιών στο ερευνητικό κέντρο DaimlerChrysler στο Ulm της Γερμανίας.

(DaimlerChrysler, 2001)

Ο Reichardt βλέπει μακροπρόθεσμους στόχους εφαρμογής για αυτά τα αυθόρμητα σχηματικά, δυναμικά δίκτυα που θα λειτουργούν και αυτόνομα, με άλλα λόγια, χωρίς

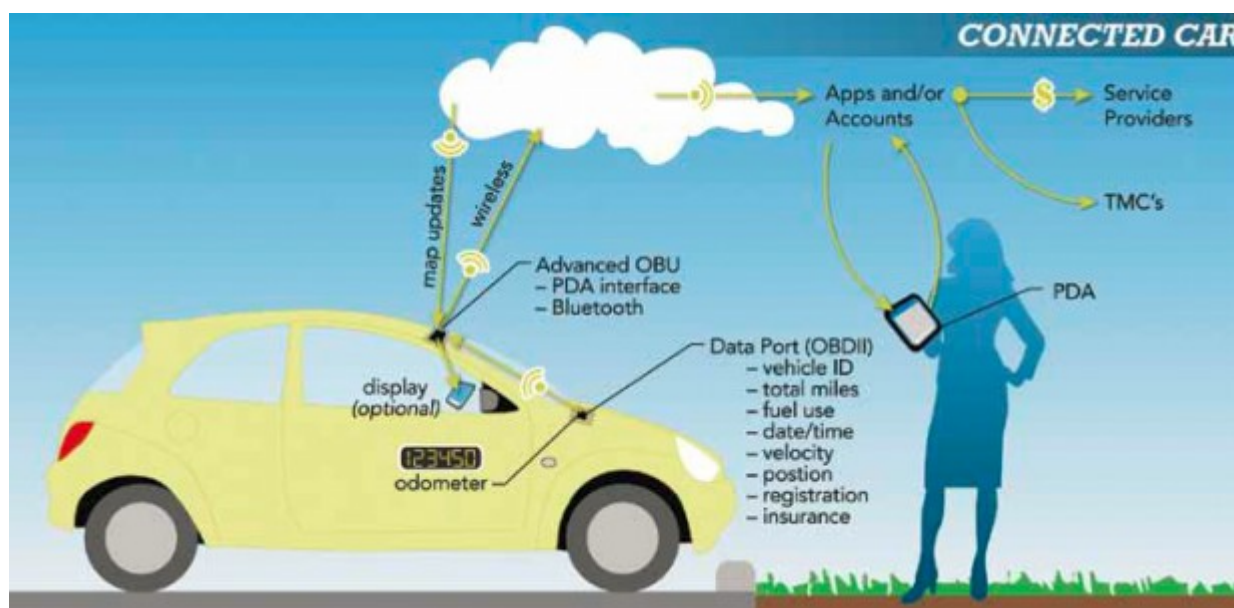
επεξεργασία δεδομένων από ένα κέντρο εξυπηρέτησης, με τη μορφή της λεγόμενης διαφανούς κυκλοφορίας. Με την επικοινωνία οχήματος με όχημα, θα ήταν δυνατόν, για παράδειγμα, να αυτοματοποιηθεί η είσοδος οχημάτων από τη λωρίδα επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο. Τα οχήματα θα επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας δεδομένα προκειμένου να βελτιστοποιούν τη ροή της κυκλοφορίας καθώς και την ασφάλεια κατά τη διάρκεια των κρίσιμων αλλαγών λωρίδων κυκλοφορίας. Καθώς διάφορα οχήματα προσεγγίζουν διασταυρώσεις από διαφορετικές κατευθύνσεις, θα μπορούσαν να διεξάγουν μια ηλεκτρονική «σύσκεψη αστραπής» για να καθορίσουν τη σειρά με την οποία μπορούν να διασχίσουν γρήγορα και με ασφάλεια τη διασταύρωση. (DaimlerChrysler, 2001) Μελλοντικά σενάρια αυτού του είδους καθιστούν σαφές στον Reichardt και τον Franz πόσο ελκυστική είναι η επικοινωνία οχήματος με όχημα σε σύγκριση με την τεχνολογία ασφάλειας που βασίζεται αποκλειστικά σε οχήματα. Τελικά, οι αισθητήρες στο όχημα έχουν πάντα μόνο περιορισμένη εικόνα της κυκλοφοριακής δραστηριότητας. Αλλά τα κινούμενα, ad-hoc δίκτυα μπορούν να δημιουργήσουν μια άποψη για το σύνολο της κυκλοφοριακής κατάστασης σε μια δεδομένη περιοχή. (DaimlerChrysler, 2001)

Τα έξυπνα οχήματα όμως έχουν και άλλη χρησιμότητα που σχετίζεται περισσότερο με την προσωπική ευχαρίστηση και διευκόλυνση του ιδιοκτήτη του. Ένα αυτοκίνητο που συνδέεται με το σύννεφο, αξιοποιώντας τις εφαρμογές, τις συσκευές, και τις προτιμήσεις του οδηγού θα προσαρμόσει την οδηγική εμπειρία σε αυτόν. Για παράδειγμα, όταν είναι έτοιμος να βγεί έξω το πρωί, το αυτοκίνητό θα συνδεθεί με το σύννεφο για να ελέγξει τις καιρικές συνθήκες, τη λίστα υποχρεώσεων από το ημερολόγιό του, και την κίνηση για να τον βοηθήσει να σχεδιάσει τη διαδρομή του για την ημέρα, την αλλαγή του δρομολογίου του όταν είναι στο δρόμο, αν

έχει καθυστερήσει ή πέσει σε κίνηση. Ακόμα ένα ενοικιαζόμενο αυτοκίνητο θα αναγνωρίζει κάποιον όταν κάτσει στο κάθισμα του οδηγού και θα ρυθμίζει αυτόματα τις προτιμήσεις του αλλάζοντας τους καθρέπτες, δίνοντάς του μια ενημερωμένη έκδοση από το ημερολόγιό του για το πρόγραμμά του, και την λίστα αναπαραγωγής iTunes του. (Wollschlager, 2014)

Δεν υπάρχει καθολικά αποδεκτός ορισμός του "συνδεδεμένου οχήματος". Κάθε ενδιαφερόμενος έχει έναν ορισμό που ταιριάζει με τη δική του οπτική. Σε πολλούς κατασκευαστές αυτοκινήτων, το "συνδεδεμένο όχημα" υποδηλώνει ότι ο οδηγός του αυτοκινήτου μπορεί να δημιουργήσει μια σύνδεση στο διαδίκτυο που βασίζεται σε πρόγραμμα περιήγησης με ενσωματωμένη οθόνη. (Baxter, 2012) Αυτός δεν είναι ένας χρήσιμος ορισμός για τον διαχειριστή μεταφορών ή τον μηχανικό. Αυτοί επικεντρώνονται στην ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας. Οι πτυχές του "infotainment" είναι σχεδόν άσχετες με αυτούς, με την εξαίρεση ότι υπάρχει επιζήμιος αντίκτυπος στην ασφάλεια για συστήματα που αποσπούν τους οδηγούς από το καθήκον της ασφαλούς λειτουργίας του οχήματος. Ωστόσο, το Infotainment μπορεί να οδηγήσει στην τεχνική πρόοδο, όπως είναι η δυνατότητα του αυτοκινήτου να «συγχρονίσει» έναν προσωπικό ψηφιακό βοηθό (PDA), για παράδειγμα μια συσκευή iPhone ή Droid. (Baxter, 2012) Ένας πιθανός ορισμός για τα συνδεδεμένα οχήματα σύμφωνα με τον Baxter είναι ο εξής: "Ένα συνδεδεμένο όχημα διαθέτει μια ανεξάρτητη ενσωματωμένη ασύρματη δυνατότητα να δημιουργήσει μια αμφίδρομη σύνδεση δεδομένων μεταξύ ενός συστήματος επί του οχήματος και ενός άλλου συστήματος που δεν βρίσκεται επί του οχήματος, με σκοπό τη μεταφορά πληροφοριών στο πλαίσιο των V2V, V2I ή V2X."

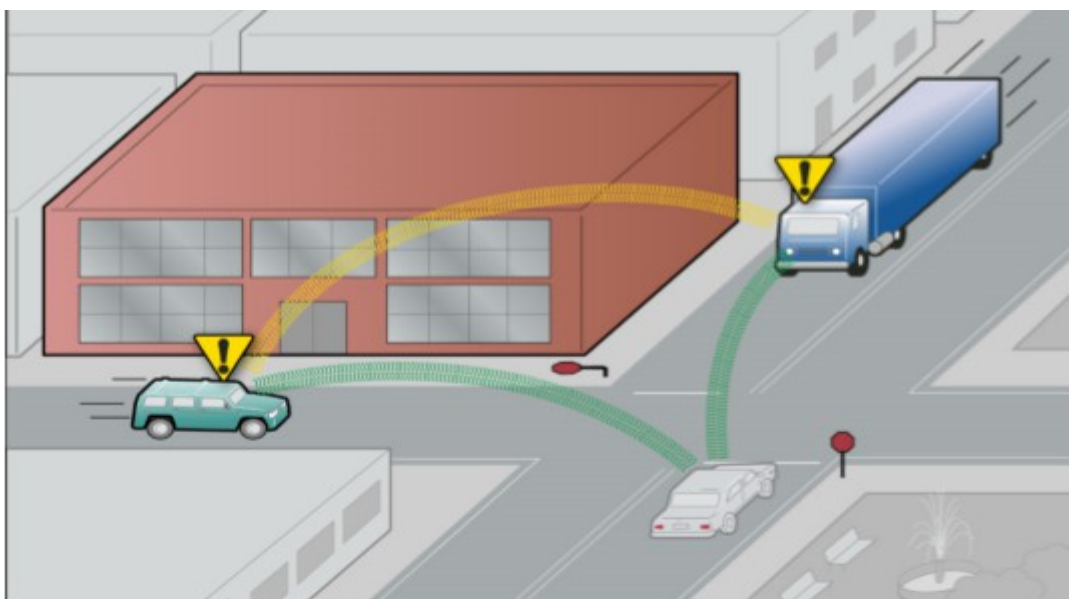
Η υπόθεση με τη σχετική τεχνολογία οχημάτων είναι παρόμοια με την παρακολούθηση της υγείας, δήλωσε ο Nicholas Evans, αντιπρόεδρος του Γραφείου του CTO στην Unisys, το Blue Bell, Penn., Εταιρεία Πληροφορικής. "Οι εταιρείες μπορούν να αλλάξουν τη συμπεριφορά των πελατών τους για να μειώσουν καλύτερα τα δικά τους έξοδα όπως ασφαλιστικές απαιτήσεις και διαδικασίες", ανέφερε. "Το ίδιο συμβαίνει τώρα στην υγειονομική περίθαλψη, όπου υπάλληλοι ορισμένων εταιρειών μπορούν να πάρουν εκπτώσεις για την ασφάλιση υγείας τους, μοιράζοντας τις βιομετρικές πληροφορίες τους σε ετήσια βάση". (Chang, 2014)



1.3. Εφαρμογές V2V

Υπάρχουν τρεις εφαρμογές ασφάλειας V2V οι οποίες σύμφωνα με τον Harding μπορούν να υλοποιηθούν μόνο από το V2V και δεν θα μπορούσαν να αναπαραχθούν από κανένα σημερινό, γνωστό σύστημα αισθητήρων ή κάμερας μέσα στο όχημα. Αυτές οι εφαρμογές είναι: (Harding et al.,2014)

Βοήθεια κίνησης διασταύρωσης : Το IMA προειδοποιεί τον οδηγό ενός οχήματος όταν δεν είναι ασφαλές να εισέλθει σε μια διασταύρωση λόγω της μεγάλης πιθανότητας σύγκρουσης με ένα ή περισσότερα οχήματα σε διασταυρώσεις όπου υπάρχει σήμα ("ελεγχόμενη" διασταύρωση) και εκείνες όπου υπάρχει μόνο στάση ή υπάρχει σημάδι απόδοσης (μια "ανεξέλεγκτη" τομή). Το σχήμα παρακάτω απεικονίζει ένα πιθανό σενάριο IMA. (Harding et al.,2014)



Αριστερή στροφή : Το LTA προειδοποιεί τον οδηγό ενός οχήματος, όταν μπαίνει σε μια διασταύρωση, να μη στρίψει αριστερά μπροστά από ένα άλλο όχημα που κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση. (Harding et al.,2014)

Ηλεκτρονικό φως πέδησης έκτακτης ανάγκης: Το ηλεκτρονικό φως πέδησης έκτακτης ανάγκης επιτρέπει στο όχημα να προειδοποιεί τον οδηγό του να φρενάρει σε μια κατάσταση όπου άλλο όχημα εξοπλισμένο με V2V επιβραδύνει γρήγορα, αλλά μπορεί να μην είναι ακριβώς μπροστά από το όχημα προειδοποίησης. Η προειδοποίηση EEBL (Emergency Electronic Brake Light) είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν η οπτική επαφή του οδηγού εμποδίζεται από άλλα οχήματα ή από κακές καιρικές συνθήκες, όπως ομίχλη ή έντονη βροχή (Harding et al.,2014)

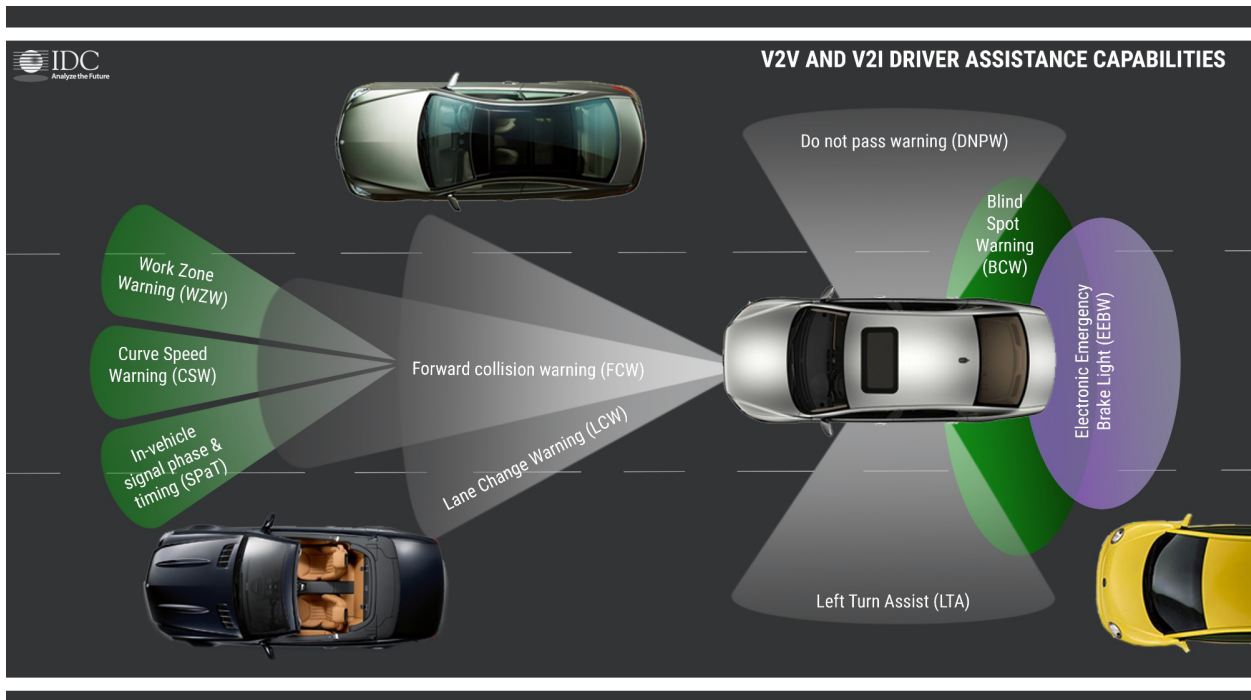
Πιο συγκεκριμένα, στον παρακάτω πίνακα θα περιγράψουμε τις βασικές εφαρμογές του V2V σύμφωνα με την έρευνα της Roxin:

V2V εφαρμογή	Περιγραφή
Παρακολούθηση κυκλοφορίας οχημάτων	Με τη διαβίβαση πληροφοριών σχετικά με τη ροή της κυκλοφορίας μέσω ορισμένων διασταυρώσεων, οι φορείς εκμετάλλευσης οχημάτων μπορούν να ενημερώνονται για πιθανές περιοχές συμφόρησης. Εάν οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται ως είσοδος σε ένα σύστημα πλοήγησης του οχήματος, το σύστημα θα είναι σε θέση να υπολογίσει εναλλακτικές διαδρομές. Ένας

	δεύτερος τομέας που αφορά την παρακολούθηση των οχημάτων θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη μετάδοση ορισμένων τύπων πληροφοριών οχημάτων από οχήματα μιας πλευράς μιας εθνικής οδού σε οχήματα στην άλλη πλευρά της εθνικής οδού (όταν πλησιάζουν σε ατύχημα, όταν πλησιάζουν συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες κ.λπ.).
Αποφυγή σύγκρουσης και συμφόρησης	Πληροφορίες σχετικά με πιθανές περιοχές συμφόρησης μπορούν να μεταδοθούν από ένα όχημα σε άλλο, προκειμένου να προειδοποιηθούν οι οδηγοί για ενδεχόμενα ατυχήματα ή κυκλοφοριακή συμφόρηση. Έτσι, τα μέλη του δικτύου αυτού θα μπορούσαν να ενημερωθούν ότι προχωρούν προς μια τοποθεσία όπου συνέβη ένα ατύχημα ή βρίσκονται σε τροχιά προσέγγισης των οχημάτων έκτακτης ανάγκης. Και πάλι, εάν οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται ως είσοδος σε ένα σύστημα πλοήγησης οχημάτων, το σύστημα θα είναι σε θέση να υπολογίζει εναλλακτικές διαδρομές.
Επιβολή του νόμου	Οι πληροφορίες σχετικά με αγνοούμενα πρόσωπα ή κλεμμένα οχήματα θα μπορούσαν να μεταδοθούν απευθείας σε κάθε όχημα που βρίσκεται σε μια δεδομένη περιοχή. Στο μέλλον, θα μπορούσε να ενσωματωθεί ένα σύστημα κοινοποίησης οχημάτων που έχουν κλαπεί που θα επέτρεπε στο προσωπικό επιβολής του νόμου να μαθαίνει γρήγορα πληροφορίες σχετικά με το κλεμμένο όχημα (θέση, επικεφαλίδα, ταχύτητα κλπ.).
Ευρυζωνική μετάδοση	Εάν τα οχήματα είχαν δυνατότητα ευρυζωνικής μετάδοσης, θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν διάφορες εφαρμογές για τους επιβάτες του οχήματος (για παράδειγμα, παιχνίδι σε πραγματικό χρόνο ή λήψη μουσικής). Αυτό θα αυξήσει την ικανότητα ενημέρωσης του οχήματος. Ως πιο κρίσιμη εφαρμογή, κάποιος μπορεί να σκεφτεί τη χρήση της ευρυζωνικής ικανότητας του οχήματος για να αποκτήσει σύνδεση με ένα κοντινό νοσοκομείο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, επιτρέποντας την αποστολή των ζωτικών πληροφοριών ενός ατόμου πριν από

	την άφιξη του ασθενούς.
Διαθεσιμότητα λωρίδας οδικής αρτηρίας	Μία από τις πιο συνήθεις καταστάσεις οδήγησης που θυμούνται πολλοί είναι η ταχεία προσέγγιση ενός οχήματος έκτακτης ανάγκης ή η απότομη διακοπή ενός σχολικού λεωφορείου. Και οι δύο καταστάσεις καταλήγουν στην τροποποίηση της ρουτίνας του χειριστή του οχήματος, προκαλώντας τον χειριστή να επιχειρήσει είτε να μετακινήσει το όχημά του στην αργή λωρίδα είτε να φέρει το όχημά του σε πλήρη στάση. Με την επικοινωνία V2V, ορισμένα οχήματα (όπως αστυνομικά αυτοκίνητα, ασθενοφόρα και σχολικά λεωφορεία) θα μπορούσαν να αποστέλλουν μηνύματα σε αποθεματικές λωρίδες αυτοκινητοδρόμων για τη χρήση τους ή να ενημερώνουν τους φορείς εκμετάλλευσης οχημάτων για την παρουσία τους και την ανάγκη του οδηγού να λάβει συγκεκριμένα μέτρα μετακινώντας στην αργή λωρίδα.
Έλεγχος εκπομπών	Όταν αυξάνεται η πυκνότητα των οχημάτων σε μια περιοχή, αυξάνεται επίσης η πυκνότητα των ρύπων από τα οχήματα. Αυτό αποτελεί κίνδυνο για την υγεία των οδηγών και των επιβατών, καθώς και των πεζών στην περιοχή. Χρησιμοποιώντας τεχνικές διαχείρισης ενέργειας (όπως αυτές που έχουν ενσωματωθεί σε φορητούς υπολογιστές), η συμφόρηση των οχημάτων θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με παρόμοιο τρόπο. Συμπεριφορά κινητήρα ενός οχήματος (ρύθμιση της ταχύτητας ρελαντί του οχήματος, εναλλαγή υβριδικών οχημάτων από το αέριο στην ηλεκτρική ενέργεια) θα μπορούσε να τροποποιηθεί με την ανταλλαγή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.

(Roxin, 2008)



1.4. CVE

Το 2013, η Εθνική Αρχή Ασφάλειας της Οδικής Κυκλοφορίας (NHTSA) σχεδιάζει να αξιολογήσει την έρευνα της Ομοσπονδιακής Οδικής Ασφάλειας και να καθορίσει τον αντίκτυπο των συνδεδεμένων οχημάτων στην ασφάλεια των οδικών αρτηριών, την ανάγκη για συνεχή ομοσπονδιακό ρόλο και την ανάγκη κανονισμών για την υποστήριξη εφαρμογών ασφάλειας. (Baxter, 2012)

Τα ακόλουθα είναι τα κυριότερα ενδιαφερόμενα μέρη της CVE:

- Καταναλωτές ηλεκτρονικών και οχημάτων. (Baxter, 2012)

- Κατασκευαστές αυτοκινήτων και οι επαγγελματικές ενώσεις τους. (Baxter, 2012)
- Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ (και κυβερνήσεις άλλων εθνών). (Baxter, 2012)
- Τεχνολογικές εταιρείες (συμπεριλαμβανομένων των καταναλωτικών ηλεκτρονικών και των προμηθευτών ανταλλακτικών αυτοκινήτων). (Baxter, 2012)
- Κρατικές και επαρχιακές κυβερνήσεις. (Baxter, 2012)
- Ασφαλιστικές εταιρείες και Ακαδημαϊκοί και ερευνητικοί φορείς. (Baxter, 2012)

Η κυβέρνηση των ΗΠΑ είναι η μεγαλύτερη πολιτική δύναμη που ωθεί το CVE, με κίνητρο αλτρουιστικούς σκοπούς βελτίωσης της ασφάλειας των αυτοκινητοδρόμων και γραφειοκρατικής πρόθεσης για την ανάπτυξη δημόσιας πολιτικής (συμπεριλαμβανομένων ανοιχτών προτύπων). Ο Αμερικανός Υπουργός Εξωτερικών συνεργάζεται με ακαδημαϊκούς και πολλούς συμμετέχοντες του ιδιωτικού τομέα για τη διεξαγωγή θεμελιωδών ερευνών ασφαλείας. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα, η DOT των ΗΠΑ θα προσπαθήσει πιθανότατα να ρυθμίσει τις πτυχές της μη εμπορικής ασφάλειας του τι διαμορφώνεται ως μια σημαντική αλλαγή στις επιφανειακές μεταφορές. (Baxter, 2012)

ΚΕΦ. 2: Τρόπος λειτουργίας

2.1. Πώς λειτουργεί

Ήδη πολλά αυτοκίνητα έχουν όργανα που χρησιμοποιούν ραντάρ ή υπέρηχο για τον εντοπισμό εμποδίων ή οχημάτων. Αλλά η εμβέλεια αυτών των αισθητήρων είναι περιορισμένη σε μερικά μήκη αυτοκινήτων και δε μπορούν να δούν πέρα από το πλησιέστερο εμπόδιο. Η επικοινωνία μεταξύ οχημάτων πρέπει να έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο από τις τεχνολογίες αυτοματισμού προηγμένων οχημάτων που έχουν εξαγγελθεί ευρύτερα. Αν και τα αυτόνομα κινούμενα αυτοκίνητα θα μπορούσαν τελικά να ενισχύσουν την ασφάλεια, παραμένουν ατελή και αναπόδεικτα, με αισθητήρες και λογισμικό που πολύ εύκολα εξαπατώνται από κακές καιρικές συνθήκες, απροσδόκητα εμπόδια ή συνθήκες, ή περίπλοκη οδήγηση στην πόλη. (Knight, 2015) Η ασύρματη δικτύωση των αυτοκινήτων είναι πιθανό να έχει μεγαλύτερη και πιο άμεση επίδραση στην οδική ασφάλεια. Η δημιουργία ενός δικτύου car-to-car εξακολουθεί να είναι μια σύνθετη πρόκληση. Οι υπολογιστές μόλις πάρουν πληροφορίες από άλλα οχήματα (10 φορές κάθε δευτερόλεπτο) κάνουν τον υπολογισμό για την πιθανότητα μιας επικείμενης σύγκρουσης. Πομποί χρησιμοποιούν ένα ειδικό τμήμα του ασύρματου φάσματος, καθώς και ένα νέο πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας, 802.11p, για τον έλεγχο ταυτότητας σε κάθε μήνυμα. (Knight, 2015)

Όταν λειτουργεί σε συγκεκριμένο εύρος ζώνης (μια ζώνη 75MHz του φάσματος των 5,9 GHz), υπάρχει ανησυχία για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Η κυβέρνηση αναγνωρίζει αυτό το γεγονός και επισημαίνει ότι ο τρέχων προτεινόμενος σχεδιασμός του χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση "τουλάχιστον" 128 bit και συμμορφώνεται με τα πρότυπα και τις κατευθυντήριες γραμμές του Εθνικού Ινστιτούτου Προτύπων και Τεχνολογίας (NIST). Θα μεταδίδονται μόνο γενικές πληροφορίες σχετικές με την ασφάλεια, όπως η επικεφαλίδα και η ταχύτητα, επομένως δεν υπάρχει κίνδυνος για την ιδιωτική ζωή. (Krok, 2016)

Σύμφωνα με τον Wollschlager, για τις λειτουργίες των έξυπνων οχημάτων είναι απαραίτητη η χρήση του cloud διότι τα συνδεδεμένα αυτοκίνητα χρειάζονται πληροφορίες. Τα αυτοκίνητα σήμερα είναι ήδη γεμάτα με μία εντυπωσιακή ποσότητα ισχύος, διότι περίπου 100 εκατομμύρια γραμμές κώδικα λογισμικού βοηθούν να τρέξει το τυπικό όχημα πολυτελείας. Η ποσότητα των πληροφοριών που ρέει μεταξύ των συνδεδεμένων αυτοκινήτων θα ανέβει στα ύψη και έτσι θα ανέβει και η ζήτηση για επεκτασιμότητα και οι δυνατότητες αποθήκευσης του cloud. (Wollschlager, 2014) Το σύννεφο παρέχει επίσης εξεζητημένη επεξεργασία και αναλυτικές ικανότητες. Το σύννεφο είναι το κομβικό σημείο απ' όπου θα περάσουν οι εκτεταμένες πληροφορίες. Θα παρέχει την πλατφόρμα για να βγάζουν νόημα αυτά τα δεδομένα. Και το σύννεφο είναι επίσης το σπίτι για την οικοδόμηση και την ανάπτυξη των εφαρμογών και των προγραμμάτων που χρησιμοποιούνται από τα αυτοκίνητα στο δρόμο. (Wollschlager, 2014)

Χρησιμοποιώντας αποκλειστικές επικοινωνίες μικρής εμβέλειας που λειτουργούν με εύρος ζώνης αποκλειστικά για αυτό το είδος επικοινωνίας, τα οχήματα θα μπορούν να μεταδίδουν

μηνύματα ασφαλείας σε άλλα οχήματα εντός μιας περιοχής 300 μέτρων, τα οποία λέει η DOT είναι πολύ μεγαλύτερη από τους αισθητήρες, τη φωτογραφική μηχανή και το ραντάρ που μπορεί να επιτευχθεί σε ένα μόνο αυτοκίνητο. (Krok, 2016) Η κάθε εντολή που στέλνεται στα έξυπνα οχήματα πρέπει να περιλαμβάνει μια απαιτούμενη κοινή "γλώσσα" για κάθε όχημα, έτσι ώστε οι διαφορετικές μάρκες και τα μοντέλα να είναι σε θέση να κατανοούν τα μηνύματα ασφαλείας του άλλου. (Krok, 2016)

Οι αισθητήρες επί του οχήματος έχουν πολύ μικρό εύρος. Αντίθετα, η τηλεματική επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις, ενώ η επικοινωνία V2V μπορεί να καλύψει την άμεση γειτνίαση. Επειδή οι σειρές των τριών στρατηγικών αλληλοεπικαλύπτονται, μπορεί να δημιουργούνται εφεδρικά δεδομένα στις περιοχές όπου συναντώνται, αυξάνοντας έτσι την ασφάλεια. (DaimlerChrysler, 2001)

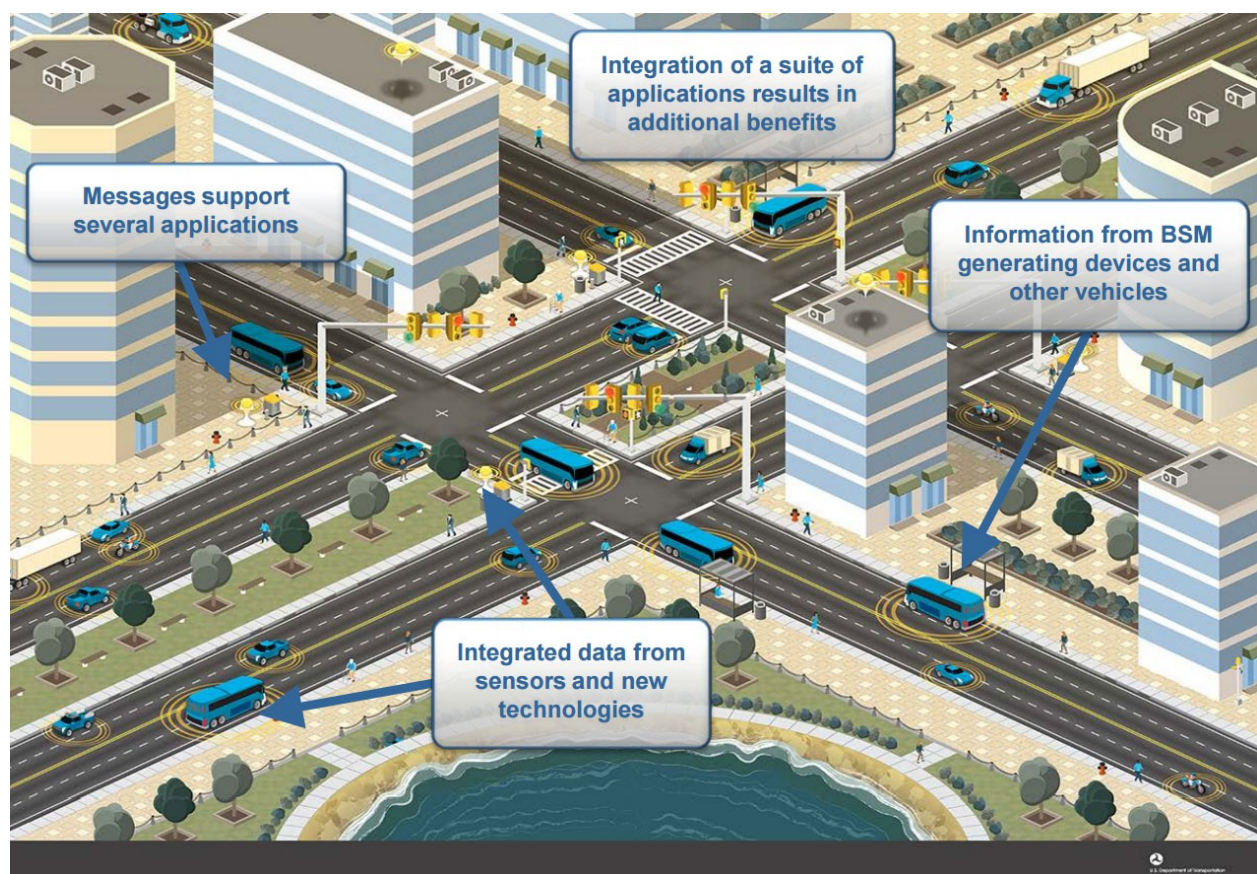
Η ενσωμάτωση του εξοπλισμού επικοινωνίας V2V σε ένα όχημα πρέπει να εξεταστεί σε σχέση με τη χρήση συχνοτήτων άλλων εφαρμογών που έχουν ήδη ενσωματωθεί στα οχήματα. Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει τα πρότυπα ασύρματης τεχνολογίας και τις εφαρμογές που αναμένεται να υποστηριχθούν από μελλοντικά οχήματα. Αν και δεν είναι βέβαιο ότι κάθε όχημα θα υποστηρίξει κάθε είσοδο του πίνακα, λόγω της χρήσης διαφορετικών συχνοτήτων από διάφορες εφαρμογές και πρότυπα, είναι επιτακτική ανάγκη οι εξελισσόμενες εφαρμογές να χρησιμοποιούν τυποποιημένες συχνότητες για να ελαχιστοποιούν ή να αποφεύγουν τα ζητήματα παρεμβολής συχνοτήτων. (Roxin, 2008)

Ασύρματη τεχνολογία	Φάσμα συχνοτήτων	Περιγραφή
AM Ράδιο	530 έως 1710 kHz	Το ραδιόφωνο αναλογικής διαμόρφωσης (AM) εμφανίζεται στη μεσαία ζώνη συχνοτήτων
Bluetooth	2.4 GHz	Το Bluetooth αντιπροσωπεύει την τεχνολογία ασύρματης μετάδοσης μικρής εμβέλειας και χαμηλής ισχύος. Παρόλο που το Bluetooth λειτουργεί στην ίδια ζώνη συχνοτήτων όπως οι φούρνοι μικροκυμάτων, τα περισσότερα ασύρματα δίκτυα LAN και τα φορητά τηλέφωνα, η χρήση της απόκλισης συχνότητας ελαχιστοποιεί συνήθως την παρεμβολή μεταξύ συσκευών Bluetooth και άλλων ασύρματων συσκευών που λειτουργούν στην ίδια ζώνη συχνοτήτων.
FM Ράδιο	88 έως 198 MHz	Το ραδιόφωνο με διαμόρφωση συχνότητας (FM) εμφανίζεται στη ζώνη πολύ υψηλής συχνότητας (VHF).
GPS	1227.6 MHz 1575.42 MHz	Το GPS αντιπροσωπεύει ένα σήμα πλοήγησης χαμηλής κατανάλωσης που χρησιμοποιείται συνήθως σε συστήματα πλοήγησης με βάση το DVD για να δείξει την θέση ενός οχήματος σε σχέση με την απεικόνιση ενός τμήματος ενός χάρτη της περιοχής που διέρχεται το όχημα. Λόγω της χαμηλής ισχύος του GPS, είναι μια μέθοδος επικοινωνίας γραμμής όρασης που δεν λειτουργεί όταν ένα όχημα

		βρίσκεται σε γκαράζ ή διασχίζει μια σήραγγα.
Δορυφορικό ράδιο	XM Radio (2332.50 έως 2345.00 MHz) Sirius Satellite Radio (2320.00 έως 2332.50 MHz)	Μία πρόσφατη προσθήκη στη χρήση του φάσματος συχνοτήτων είναι το δορυφορικό ραδιόφωνο. Τεχνικά αναφέρεται ως Υπηρεσία ραδιοφώνου ψηφιακού ήχου (DARS), το δορυφορικό ραδιόφωνο είναι γνωστό σε πολλούς νέους αγοραστές οχημάτων, οι οποίοι λαμβάνουν δωρεάν συνδρομή έξι μηνών ή έτους με το καινούριο τους όχημα. Εδώ υπάρχουν δύο σημαντικοί φορείς δορυφορικής ραδιοεπικοινωνίας, το δορυφορικό ραδιόφωνο Sirius και το δορυφορικό ραδιόφωνο XM, και οι δύο χειριστές χρησιμοποιούν τη ζώνη S των 2,3 GHz. Το XM Radio χρησιμοποιεί δύο γεωστατικούς δορυφόρους και το Satellite Radio Sirius Τρεις δορυφόρους.
Ανιχνευτές ρανταρ	K-band (24.05 έως 24.25 GHz) Ka-band (34.2 έως 36 GHz) X-band (10.5 έως 10.55 GHz)	
Ασφάλεια ρανταρ	24 GHz	Χορηγείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για συστήματα βοηθού οδηγού (DAS). Έτσι, η χρήση της ζώνης συχνοτήτων 24 GHz θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα παρεμβολές σε ραδιοφωνικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται ήδη.
	35 GHz	Το συνεχές κύμα FM που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση εισβολέων και κινητών οχημάτων, την παρακολούθηση της

		κυκλοφορίας και τον έλεγχο.
	76.5 GHz	Το συνεχές FM κύμα πρωτότυπο ραντάρ που χρησιμοποιείται για το αυτόματη προειδοποίηση σύγκρουσης, την παρακολούθηση της κυκλοφορίας και την ανίχνευση.

(Roxin, 2008)

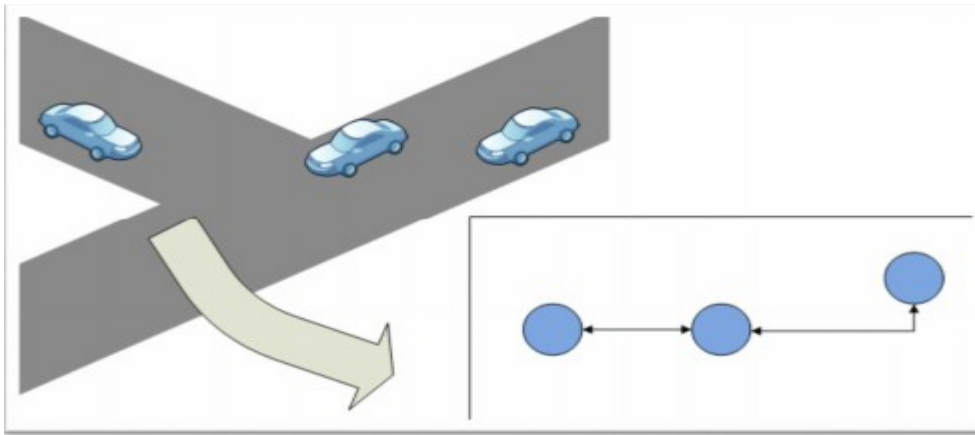


2.2. Μέθοδοι μετάδοσης

2.2.1 Ad-hoc δίκτυο

Προκειμένου να επιτρέπεται η επικοινωνία V2V, τα οχήματα πρέπει να σχηματίζουν κάποιο είδος δικτύου. Καθώς τα οχήματα βρίσκονται στο δρόμο και κινούνται, καμία διαθέσιμη υποδομή δεν μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη δικτύου. Η απάντηση σε αυτό το πρόβλημα είναι η ad-hoc δικτύωση. (Roxin, 2008) Ένα ad-hoc δίκτυο είναι ένα δίκτυο χωρίς υποδομή ή με ελάχιστη υποδομή, αποτελείται από κόμβους που συγκεντρώνονται για να σχηματίσουν ένα δίκτυο και είναι αυτόνομο. (Roxin, 2008) Κάθε κόμβος μπορεί να λειτουργήσει ως δρομολογητής δικτύου, πηγή δεδομένων ή προορισμός δεδομένων. Έτσι, όταν πολλοί (δύο ή περισσότεροι) κόμβοι συναντώνται σε ένα ad-hoc δίκτυο, γίνονται ικανοί να επικοινωνούν μεταξύ τους και επομένως να μεταδίδουν πληροφορίες. Με βάση τα προηγούμενα, ένα Ad-hoc δίκτυο οχημάτων (VANET) είναι ένα ad-hoc δίκτυο που έχει οχήματα ως κόμβους δικτύου. Οι κόμβοι κινούνται σχετικά μεταξύ τους, αλλά μέσα στους περιορισμούς του δρόμου. (Roxin, 2008)

Το VANET είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί τα κινούμενα οχήματα ως κόμβους στο ασύρματο δίκτυο. Μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως μια μορφή προηγμένου δικτύου ad-hoc για κινητά, καθώς είναι στιγμιαία και κινητή. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του VANET είναι η απεριόριστη ισχύς της μπαταρίας που παράγεται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. (AlKhalil et al., 2013) Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει ένα παράδειγμα ενός τέτοιου δικτύου:



Το VANET μπορεί να εκπροσωπείται από διαφορετικές μορφές τοπολογιών: V2V από οχήματος σε όχημα και V2R από οχήματος σε οδόστρωμα. Οι ερευνητές στοχεύουν στην παραγωγή μιας πλήρους λύσης ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ των οχημάτων, για να ικανοποιήσουν απαιτήσεις όπως λιγότερη συμφόρηση, προειδοποίηση ατυχημάτων, εξερεύνηση δρόμων κλπ. Οι απαιτήσεις αυτές δεν θα επιτευχθούν εκτός εάν υπάρχουν εφαρμογές που επωφελούνται από αυτές. Επομένως, οι εφαρμογές VANET ταξινομούνται σε δύο βασικές κατηγορίες: εφαρμογές ασφάλειας και άνεσης που έχουν προσελκύσει την μεγαλύτερη προσοχή κατά τη διάρκεια των ετών. (AlKhalil et al., 2013) Αυτές οι απαιτήσεις θα μπορούσαν να εξασφαλιστούν, με βάση τα τρία στοιχεία VANET, τα οποία είναι: οι διαθέσιμες τεχνολογίες ασύρματων υποδομών (Wi-Fi, 3G, GSM και WiMAX), συσκευές OBUs και μονάδες RSUs. Ο αυτοκινητόδρομος θα είναι εξοπλισμένος με συσκευές RSU επικοινωνίας οι οποίες θα μπορούσαν να λειτουργούν από κυβερνητικούς ή ιδιωτικούς φορείς οι οποίοι επιτρέπουν στα οχήματα να επικοινωνούν ή / και να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο μέσω συσκευών OBU. (AlKhalil et al., 2013)

Σε αντίθεση με την προσέγγιση της εντολής-απόκρισης της DSRC μεταξύ των εταίρων επικοινωνίας, αρκετά ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα έχουν διερευνήσει το δυναμικό των τεχνικών δικτύωσης ad-hoc επικοινωνίας σε επικοινωνίες οχημάτων. Τα έργα CarTALK και Fleetnet στην Ευρώπη έχουν διερευνήσει σε βάθος το δυναμικό των τεχνικών δικτύωσης ad-hoc επικοινωνιών για τις επικοινωνίες οχημάτων. (Roxin, 2008)

2.2.2 DSRC (Ειδικές επικοινωνίες μικρής εμβέλειας)

Το DSRC είναι το πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας για τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας που ιδρύθηκε στο Ηνωμένο Κράτος το 1992. Η DSRC εγκρίθηκε από την Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνίας FCC της Ηνωμένης Πολιτείας για την υποστήριξη των εφαρμογών ITS στην επικοινωνία μικρής εμβέλειας για VANET. (AlKhalil et al., 2013) Το πρωτόκολλο DSRC επιτρέπει πολύ χαμηλές λανθάνουσες περιόδους και επίσης εκπομπή. Αυτό δημιουργεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτού του πρωτοκόλλου σε σχέση με άλλες μεθόδους μετάδοσης, όπως ασύρματες επικοινωνίες από σημείο σε σημείο. Η ομάδα VSC έχει ορίσει πολλές εφαρμογές που θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από το πρωτόκολλο DSRC. Οι παράμετροι επικοινωνίας καθορίστηκαν για κάθε εφαρμογή, κυρίως : (Roxin, 2008)

- Τύποι επικοινωνίας

- Λειτουργία μετάδοσης

- Ρυθμός ενημέρωσης
- Επιτρεπτή καθυστέρηση
- Δεδομένα προς μετάδοση ή / και λήψη
- Απαιτούμενο εύρος επικοινωνίας (Roxin, 2008)

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει μερικές εφαρμογές DSRC για επικοινωνίες V2V:

V2V Εφαρμογή	Λειτουργία	Δεδομένα επικοινωνίας	Εύρος
Συνεργατική προώθηση προειδοποίησης σύγκρουσης	Βοηθά τον οδηγό να μετριάσει ή να αποφύγει μια σύγκρουση προς τα εμπρός. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από το εμπρόσθιο όχημα χρησιμοποιούνται μαζί με το όχημα υποδοχής. Πληροφορίες σχετικά με τη δική του θέση, τη δυναμική και τις πληροφορίες για το διάδρομο για τον υπολογισμό του κινδύνου σύγκρουσης.	Θέση του οχήματος Ταχύτητα Επικεφαλίδα Ρυθμός φθοράς Επιτάχυνση	150m
Ηλεκτρονικό φρένο πέδησης έκτακτης	Όταν ένα εμπρόσθιο όχημα φρενάρει	Θέση του οχήματος Επικεφαλίδα	300m

ανάγκης	έντονα, αποστέλλεται ένα μήνυμα σε άλλα οχήματα που ακολουθούν για να ενημερώσουν εκ των προτέρων, ακόμη και αν οι αισθητήρες ραντάρ ή η ορατότητα του οδηγού είναι περιορισμένες λόγω καιρικών συνθηκών ή άλλων οχημάτων	Ταχύτητα Επιβράδυνση	
Προειδοποίηση κατάστασης οδού	Οι περιθωριακές συνθήκες του δρόμου ανιχνεύονται με τη χρήση συστημάτων και αισθητήρων επί του σκάφους και η προειδοποίηση οδικής κατάστασης μεταδίδεται σε άλλα οχήματα μέσω εκπομπής. Αυτές οι πληροφορίες επιτρέπουν στο όχημα υποδοχής να δημιουργεί συστάσεις ταχύτητας για τον οδηγό	Θέση του οχήματος Επικεφαλίδα Οδική κατάσταση Παράμετροι	400m
Προειδοποίηση αλλαγής λωρίδας	Προειδοποιεί τον οδηγό εάν μια προτεινόμενη αλλαγή λωρίδας μπορεί να προκαλέσει συντριβή με κοντινό όχημα με επεξεργασία πληροφοριών που αποστέλλονται από περιβάλλοντα οχήματα και εκτίμηση κινδύνου σύγκρουσης όταν ο οδηγός σηματοδοτεί μια πρόθεση αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας	Θέση του οχήματος Επικεφαλίδα Ταχύτητα Επιτάχυνση Φλας Κατάσταση	150m

(Roxin,2008)

Το 2004, το DSRC προσχώρησε στο IEEE (Ινστιτούτο Τεχνικής Ηλεκτρολογίας και Ηλεκτρονικής) και ταξινομήθηκε ως πρότυπο IEEE 802.11. Το IEEE παρήγαγε την ασύρματη πρόσβαση για φορητό περιβάλλον WAVE, η οποία θεωρείται ο πυρήνας του DSRC για τα οχήματα που κινούνται γρήγορα (AlKhalil et al., 2013)

Η αρχιτεκτονική του WAVE περιλαμβάνει τόσο πρότυπα IEEE 802.11p όσο και IEEE 1609, IEEE 802.11p που απελευθερώνουν τις προδιαγραφές MAC φυσικής στρώσης PHY και MAC Layer Control Layer για να επιτρέπουν την επικοινωνία VANET στο φάσμα των 5,9 GHz, ενώ το IEEE 1609 συνεργάζεται με τα πρότυπα IEEE 802.11p και αναπτύσσουν τις προδιαγραφές πρόσθετων επιπέδων στη σουίτα πρωτοκόλλων του WAVE (AlKhalil et al., 2013)

2.2.3 Επικοινωνίες βασισμένες σε ραντάρ

Τα ραντάρ ACC παράγουν ραδιοσήματα για ανίχνευση προς τα εμπρός. Με την προσθήκη ενός καναλιού επικοινωνίας, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε διπλή χρήση από το ίδιο υλικό. Αυτή η έννοια προστιθέμενης αξίας οδηγεί σε συνεχιζόμενη εργασία από Ερευνητές. Μια τέτοια προσέγγιση επιτρέπει ταυτόχρονη ανίχνευση και αναμετάδοση πληροφοριών. Ο διαθέσιμος ρυθμός δεδομένων είναι σχετικά υψηλός λόγω του εύρους ζώνης που χρησιμοποιούν τα συστήματα ραντάρ. Από τη φύση του ραντάρ αίσθησης, η λειτουργία σε

πραγματικό χρόνο είναι εγγυημένη και εξασφαλίζεται απότομη κατευθυντικότητα. Στην πραγματικότητα, επιμέρους οχήματα μπορούν να επιλεγούν για επικοινωνίες βασισμένες στο σύστημα διεύθυνσης δέσμης ραντάρ. (Roxin, 2008)

Στις 8 Οκτωβρίου 2008, ο Ford ανακοίνωσε την προειδοποίηση σύγκρουσης που βασίζεται σε ραντάρ με σύστημα στήριξης φρένων. Εάν το σύστημα εντοπίσει ένα εμπόδιο μπροστά από το όχημα, ενεργοποιεί πρώτα έναν ήχο συναγερμού και ένα φως συναγερμού. Στη συνέχεια "προφορτώνει" τα φρένα και ενεργοποιεί μια λειτουργία συντήρησης. Η Ford ανακοίνωσε ότι η τεχνολογία αυτή θα ενσωματωθεί σε διάφορα μοντέλα Ford και Lincoln το 2009. (Roxin, 2008)

Το Μάρτιο του 2007, ήταν η Διεύθυνση Αυτοματισμών της Continental AG που ανακοίνωσε την εφαρμογή αισθητήρων ραντάρ για τον καλύτερο έλεγχο της εγγύτητας. Οι αισθητήρες ραντάρ θα επιτρέψουν την ακριβέστερη ανάλυση του κοντινού περιβάλλοντος χώρου του οχήματος, για έναν βελτιωμένο προσαρμογέα κρουαζιερόπλοιου (AAC). Το σύστημα θα εισαχθεί το 2009 και θα είναι σε θέση να καθορίσει την ακριβή θέση του δρόμου. Το σύστημα θα είναι επίσης σε θέση να ταξινομήσει τα αντικείμενα που αντιλαμβάνεται (Roxin, 2008)

2.2.4 Επικοινωνία με συχνότητες χιλιομετρικών κυμάτων

Οι επικοινωνίες χιλιοστομετρικού κύματος (MMW) στην περιοχή των 60 GHz προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα για τη μεταφόρτωση ευρυζωνικών δεδομένων σε οχήματα:

- Μεγάλο εύρος ζώνης (χωρίς άδεια χρήσης) που επιτρέπει την επίτευξη υψηλών ρυθμών δεδομένων.
- Μικρό μήκος κύματος που οδηγεί σε μικρές διαστάσεις κεραίας.
- Καμία παρεμβολή σε υπάρχοντα ραδιοσυστήματα. (Roxin, 2008)

Στη Γερμανία, η Fraunhofer-Institut for Nachrichtentechnik HHI αναπτύσσει λύσεις βασισμένες στην μετάδοση ευρυζωνικών χιλιοστομετρικών κυμάτων στα 60-GHz. Οι ερευνητές στο Denso στην Ιαπωνία έχουν αναπτύξει νέο ραντάρ χιλιοστομετρικών κυμάτων για τα συστήματα AAC (19 Σεπτεμβρίου 2008). Το νέο ραντάρ είναι ο μισός όγκος και η τιμή του προηγούμενου μοντέλου. Το ραντάρ μετρά την απόσταση στο όχημα μπροστά. Επομένως, επιτρέπει τη διατήρηση ασφαλών αποστάσεων, ακόμη και αν το όχημα δεν κινείται με σταθερή ταχύτητα . (Roxin, 2008)

2.3. Συστήματα επικοινωνιών σε έξυπνο όχημα

Γενικά, απαιτούνται δύο ομάδες εξαρτημάτων για τη λειτουργία των επικοινωνιών V2V. Το πρώτο σύνολο στοιχείων είναι αυτά που απαιτούνται για μια συσκευή να μεταδίδει ένα ακριβές και αξιόπιστο βασικό μήνυμα ασφάλειας και το δεύτερο είναι τα συστατικά που απαιτούνται για μια συσκευή που λαμβάνει και ερμηνεύει ένα BSM που μεταδίδεται από μια άλλη οντότητα. (Harding et al.,2014)

Για να δημιουργήσει και να στείλει ένα BSM, μια συσκευή πρέπει να γνωρίζει τη δική της θέση (όπως μέσω κεραίας GPS και δέκτη). Όταν η θέση της είναι γνωστή, η συσκευή χρειάζεται μια μονάδα επεξεργασίας υπολογιστή που μπορεί να πάρει τη θέση της και να συνδυάσει αυτό με άλλους αισθητήρες (π.χ. ταχύτητα, κατεύθυνση, επιτάχυνση) για να δημιουργήσει την απαιτούμενη συμβολοσειρά δεδομένων BSM. Μόλις δημιουργηθεί το BSM, απαιτείται μια συσκευή για τη μετάδοση αυτού του μηνύματος ασύρματα σε άλλο όχημα. Καθώς ο ενσωματωμένος επεξεργαστής παράγει το BSM, μια μονάδα ασφαλείας επεξεργάζεται και προετοιμάζει τις πληροφορίες ασφαλείας και τα πιστοποιητικά μετάδοσης για να παρέχει στο φορτωμένο όχημα τη βεβαιότητα ότι το μήνυμα είναι έγκυρο. Αυτές οι πληροφορίες ασφαλείας πρέπει επίσης να μεταδίδονται ασύρματα. (Harding et al.,2014)

Για να λαμβάνεται και να ερμηνεύεται ένα BSM, μια συσκευή πρέπει να είναι ικανή να λαμβάνει το BSM που μεταδίδεται από μια κοντινή συσκευή και πρέπει να ταιριάζει με τη μέθοδο της μετάδοσης BSM (δηλαδή, εάν το μήνυμα μεταδίδεται μέσω DSRC, η συσκευή λήψης πρέπει να διαθέτει DSRC δέκτη). Πρέπει επίσης να διαθέτει μονάδα επεξεργασίας υπολογιστή που να μπορεί να αποκωδικοποιήσει σωστά το BSM. Για την επαλήθευση της σχετικής απόστασης μεταξύ της συσκευής αποστολής και της συσκευής λήψης απαιτείται

κεραία και δέκτης GPS. Τέλος, η συσκευή που λαμβάνει το BSM πρέπει επίσης να διαθέτει μια μονάδα ασφαλείας που να μπορεί επίσης να λαμβάνει και να επεξεργάζεται τις πληροφορίες πιστοποίησης ασφαλείας. (Harding et al.,2014)

Τέλος, για τη σωστή λειτουργία των εφαρμογών ασφαλείας για την προειδοποίηση των οδηγών, απαιτείται μια διεπαφή οδηγού-οχήματος για την εμφάνιση σημαντικών συμβουλών και επικείμενων ειδοποιήσεων. Αυτό το DVI μπορεί να λάβει τη μορφή οπτικής προβολής ή οθόνης ψυχαγωγίας, LED και αναλαμπών που εντοπίζονται στρατηγικά γύρω από το οπτικό πεδίο του οδηγού, τους ακουστικούς θορύβους και / ή την περιφερειακή απτική ανατροφοδότηση. (Harding et al.,2014)

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει κάποια εξαρτήματα σύμφωνα με την έρευνα της Roxin:

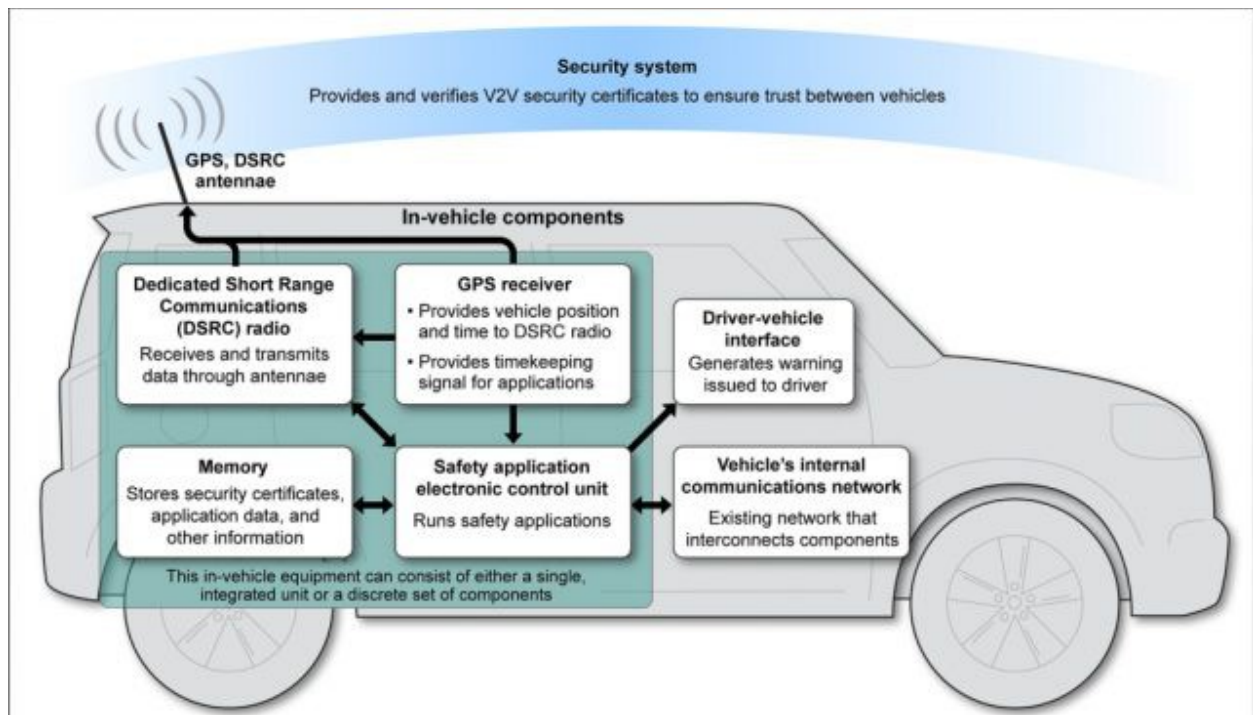
Συστατικό	Περιγραφή
Μικροεπεξεργαστής	Ο μικροεπεξεργαστής λαμβάνει εισροές από τις διάφορες συσκευές επικοινωνίας. Αυτή η είσοδος χρησιμοποιείται για την εμφάνιση προειδοποιήσεων και άλλων πληροφοριών σε οθόνη, μέσω συναγερμού ήχου και ενδεχομένως μέσω συστήματος φωνητικής σύνθεσης. Μια άλλη λειτουργία του μικροεπεξεργαστή θα είναι να λειτουργεί οποιοδήποτε πρωτόκολλο δρομολόγησης που επιλέγεται για το σχηματισμό ενός VANET. Έτσι, οι κατασκευαστές οχημάτων θα μπορούσαν να επιλέξουν να χρησιμοποιούν έναν επεξεργαστή υψηλής απόδοσης ή να υποδιαιρούν την εργασία χρησιμοποιώντας δύο ή περισσότερους μικροεπεξεργαστές.
Πομπός / δέκτης ασύρματης δικτύωσης	Ο πομπός / δέκτης ασύρματου δικτύου

	επιτρέπει στο όχημα να λαμβάνει εκπομπές οδοστρώματος καθώς και να αναμεταδίδει τέτοιες εκπομπές εάν το όχημα βρίσκεται εντός της εμβέλειας άλλων οχημάτων συμβατών με το VANET.
Ραντάρ προς τα εμπρός	Το εμπρόσθιο ραντάρ θα χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση τυχόν εμπρόσθιων εμποδίων σε αποστάσεις μέχρι 120-150 μέτρα, ανάλογα με το έδαφος. Το ραντάρ μπορεί να λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων ευρείας ζώνης χωρίς ευρεσιτεχνία (UWB) στο φάσμα των 60 GHz και θα ενσωματωθεί στο σύστημα πέδησης του οχήματος.
Πλευρικό ραντάρ	Ο σκοπός του πλευρικού ραντάρ είναι να ανιχνεύσει την παρουσία οχημάτων στα τυφλά σημεία του οχήματος. Επειδή ο πρωταρχικός σκοπός του πλευρικού ραντάρ είναι να αναζητήσει εμπόδια στα τυφλά σημεία ενός οχήματος, θα λειτουργήσει σε χαμηλή ισχύ και θα έχει εμβέλεια μετάδοσης μικρότερη από 3 μέτρα. Ως εναλλακτική λύση στη χρήση πλευρικών ραντάρ, είναι πιθανό τα μελλοντικά οχήματα να είναι εξοπλισμένα με μικροσκοπικές κάμερες ή να χρησιμοποιούν υπερηχητικούς αισθητήρες. Προς το παρόν, οι κατασκευαστές οχημάτων δοκιμάζουν και τις τρεις τεχνολογίες.
GPS	Το GPS θα χρησιμοποιηθεί για την παροχή της θέσης ενός οχήματος. Μέσω του μικροεπεξεργαστή, το GPS θα ενσωματωθεί στο σύστημα πλοήγησης καθώς και αισθητήρες σύγκρουσης, επιτρέποντας την μετάδοση ενός αερόσακου σε ένα σταθμό παρακολούθησης.
Κυτταρικός πομπός / δέκτης	Ο κυψελοειδής πομπός μπορεί να προβληθεί μαζί με το υποσύστημα GPS ως μέρος του τηλεμετρικού συστήματος ενός οχήματος. Εδώ η ανάπτυξη ενός αερόσακου θα οδηγούσε αυτόματα σε μια κινητή κλήση σε μια θέση παρακολούθησης, ώστε να συμπεριλάβει τη θέση GPS του οχήματος. Επιπλέον, πιέζοντας ένα κουμπί στην κονσόλα, ο χειριστής του οχήματος μπορεί να χρησιμοποιήσει μια υπηρεσία θυρωρού για να ζητήσει την τοποθεσία ενός συνεργείου

	επισκευής οχημάτων ή να ζητήσει ένα άλλο ερώτημα χωρίς να χρειάζεται να εισάγει πληροφορίες σε ένα σύστημα πλοήγησης κατά την οδήγηση.
Καταγραφέας δεδομένων συμβάντων	Ο καταγραφέας στοιχείων συμβάντων χρησιμοποιείται σε οχήματα για την αποθήκευση όλων των σημαντικών παραμέτρων, όπως η επιτάχυνση, η θέση, η ταχύτητα και η κατάσταση των υποσυστημάτων, ώστε να συμπεριλαμβάνεται η πίεση των ελαστικών. Με την εξέταση του περιεχομένου του καταγραφέα δεδομένων συμβάντων, μπορεί να είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η αιτία των προβλημάτων του οχήματος που κυμαίνονται από σύγκρουση με την αποτυχία εκκίνησης ενός κινητήρα.

(Roxin, 2008)

Η χρήση των κατάλληλων πομπών κατά μήκος των οδοστρωμάτων, καθώς και η αναδυόμενη ικανότητα επικοινωνίας του έξυπνου οχήματος, αναμένεται να συμβάλουν σημαντικά στην ενίσχυση της οδικής ασφάλειας και των αιτημάτων οδηγού και επιβατών για πληροφορίες. Αν και είμαστε λίγα χρόνια μακριά από το πραγματικό "ευφυές όχημα" και επί του παρόντος δεν γνωρίζουμε τα ακριβή στοιχεία του οχήματος του μέλλοντος, μπορούμε να βεβαιωθούμε ότι τα οφέλη του θα έχουν ως αποτέλεσμα την ενδεχόμενη ανάπτυξή του (Roxin, 2008)



2.3.1. OEM συσκευές

Μια συσκευή OEM είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που έχει κατασκευαστεί ή ενσωματωθεί σε ένα όχημα κατά την παραγωγή οχημάτων. Ένα ενσωματωμένο σύστημα V2V συνδέεται με ιδιόκτητους διαύλους δεδομένων και μπορεί να παρέχει εξαιρετικά ακριβείς πληροφορίες χρησιμοποιώντας πληροφορίες εντός του οχήματος για τη δημιουργία του βασικού μηνύματος ασφαλείας. Το ολοκληρωμένο σύστημα εκπέμπει και λαμβάνει BSM. Το βασικό μήνυμα ασφαλείας είναι το κύριο σύνολο μηνυμάτων που προτείνεται για την αποστολή δεδομένων μεταξύ οχημάτων και μεταξύ οχημάτων και της υποδομής. Επιπλέον, μπορεί να επεξεργαστεί το περιεχόμενο των ληφθέντων μηνυμάτων για να παρέχει συμβουλές ή / και προειδοποιήσεις στον οδηγό του οχήματος στο οποίο έχει εγκατασταθεί. (Harding et al., 2014) Επειδή η συσκευή είναι πλήρως ενσωματωμένη στο όχημα κατά τη στιγμή της κατασκευής, τα οχήματα με ενσωματωμένα συστήματα ασφαλείας θα μπορούσαν ενδεχομένως να παράσχουν απτικές

προειδοποιήσεις για την προειδοποίηση του οδηγού (όπως σφίξιμο της ζώνης ασφαλείας ή δόνηση του καθίσματος του οδηγού) επιπλέον των προειδοποιήσεων ήχου και εικόνας από τις aftermarket συσκευές. Αναμένεται ότι ο εξοπλισμός που απαιτείται για ένα ολοκληρωμένο σύστημα OEM V2V θα αποτελείται από έναν επεξεργαστή γενικής χρήσης και τη σχετική μνήμη, έναν ραδιοπομπό και έναν πομποδέκτη, τις κεραίες, τις διεπαφές με τους αισθητήρες του οχήματος και έναν δέκτη GPS. Αυτά τα ολοκληρωμένα συστήματα μπορούν να συνδυάζονται εύλογα με άλλα συστήματα αποφυγής συγκρούσεων που είναι εγκατεστημένα σε όχημα, για να εκμεταλλευτούν τη λειτουργικότητα και των δύο τύπων συστημάτων. (Harding et al.,2014)

2.3.2. Aftermarket συσκευές

Σε γενικές γραμμές, οι aftermarket συσκευές αυτοκινήτων μπορούν να οριστούν ως οποιοδήποτε προϊόν με μία ή περισσότερες λειτουργίες στους τομείς άνεσης, ευκολίας, απόδοσης ή ασφάλειας, οι οποίοι προστίθενται στο αυτοκίνητο μετά την αρχική του συναρμολόγηση. Μια aftermarket συσκευή επικοινωνίας V2V παρέχει συμβουλές και προειδοποιήσεις στον οδηγό ενός οχήματος παρόμοιες με εκείνες που παρέχονται από μια συσκευή V2V εγκατεστημένη σε OEM. (Harding et al.,2014) Ωστόσο, αυτές οι συσκευές ενδέχεται να μην είναι πλήρως ενσωματωμένες στο όχημα ως συσκευή OEM και το επίπεδο σύνδεσης με το όχημα μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της ίδιας της συσκευής δευτερογενούς αγοράς. Για παράδειγμα, μια "αυτόνομη" aftermarket συσκευή ασφάλειας V2V θα μπορούσε να συνδεθεί μόνο σε μια πηγή τροφοδοσίας και διαφορετικά θα

λειτουργούσε ανεξάρτητα από τα συστήματα του οχήματος. Οι aftermarket συσκευές V2V μπορούν να προστεθούν σε ένα όχημα σε αντιπροσωπεία οχημάτων, καθώς και από εξουσιοδοτημένους αντιπροσώπους ή εγκαταστάτες αυτοκινήτων. Ορισμένες aftermarket συσκευές V2V (π.χ. κινητά τηλέφωνα με εφαρμογές) είναι φορητές και μπορούν να είναι αυτόνομες μονάδες που μεταφέρονται από τον χειριστή, τον επιβάτη ή τους πεζούς. (Harding et al.,2014)

ΚΕΦ. 3 :Προσπάθειες υλοποίησης

Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες υλοποίησης της επικοινωνίας V2V και στη συνέχεια θα παραθέσουμε μερικά παραδείγματα. Σύμφωνα με το άρθρο του Andrew Krok στο site ROAD | SHOW by CNET το αμερικάνικο τμήμα μεταφορών DOT έβγαλε ανακοίνωση προτεινόμενης νομοθετικής ρύθμισης που επιδιώκει να επιβάλει V2V επικοινωνία για μελλοντικά ελαφρά αυτοκίνητα και φορτηγά. Η σημείωση αυτή σηματοδοτεί την πρώτη προτεινόμενη εντολή της τεχνολογίας V2V οπουδήποτε στον κόσμο.

Οι οδηγοί μπορούν ήδη να επωφεληθούν από την τεχνολογία που ενεργοποιεί αυτόματα την πέδηση όταν ένα όχημα έρχεται σε κάποια απόσταση από το όχημα μπροστά του και το προσαρμοστικό σύστημα ελέγχου ταχύτητας, το οποίο προσαρμόζεται αυτομάτως για να ανταποκρίνεται στις διακυμάνσεις της κυκλοφοριακής ροής. Η επικαιροποίηση των συνδεδεμένων αυτοκινήτων μπορεί να πραγματοποιηθεί με συντήρηση λογισμικού και αναβαθμίσεις οπουδήποτε στο αυτοκίνητο ανά πάσα στιγμή, δήλωσε ο Roger Ordman,

διευθυντής μάρκετινγκ προϊόντων για την Red Bend, μια εταιρεία λογισμικού Waltham, Mass.
(Chang,2014)

Μεταξύ 2012 και 2014, η Εθνική Υπηρεσία Οδικής Ασφάλειας και Διοίκησης και το Πανεπιστήμιο του Michigan εξόπλισαν περίπου 3.000 αυτοκίνητα με πειραματικούς πομπούς. Μετά τη μελέτη αρχείων επικοινωνίας για τα οχήματα αυτά, οι ερευνητές της NHTSA κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία θα μπορούσε να αποτρέψει περισσότερα από μισό εκατομμύριο ατυχήματα και περισσότερους από χίλιους θανάτους στις Ηνωμένες Πολιτείες κάθε χρόνο. (Knight, 2015) Η τεχνολογία βρίσκεται για να φέρει επανάσταση στον τρόπο που οδηγούμε, λέει ο John Maddox, ένας διευθυντής προγράμματος στο Πανεπιστήμιο του Ερευνητικού Ινστιτούτου Μεταφορών του Michigan. Λίγο μετά τη δίκη στο Ann Arbor (πόλη των ΗΠΑ στην πολιτεία του Michigan), το Υπουργείο Μεταφορών των ΗΠΑ ανακοίνωσε ότι θα ξεκινήσει την εκπόνηση των κανόνων που θα μπορούσαν τελικά να αναθέσουν τη χρήση της επικοινωνίας car-to-car σε νέα αυτοκίνητα. Η τεχνολογία δοκιμάζεται στην Ευρώπη και την Ιαπωνία. Θα υπάρχουν φυσικά μερικά εμπόδια για την περιήγηση. Η GM (αυτοκινητοβιομηχανία στο Ντιτρόιτ των ΗΠΑ) έχει δεσμευτεί να χρησιμοποιούν την car-to-car επικοινωνία σε ένα 2017-μοντέλο Cadillac. Εκείνα τα πρώτα Κάντιλακ θα έχουν λίγα αυτοκίνητα για να μιλήσουν, και αυτό θα περιορίσει την αξία της τεχνολογίας. Θα μπορούσε ακόμα να περάσει περισσότερο από μια δεκαετία πριν τα οχήματα που μιλούν μεταξύ τους γίνουν κάτι τετριμμένο. (Knight, 2015)

Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των Η.Π.Α. είναι αυτή τη στιγμή ο πιο ενεργός δημόσιος φορέας, εστιάζοντας εξ ολοκλήρου σε δομημένες και επιστημονικές έρευνες που σχετίζονται με το οικοσύστημα των συνδεδεμένων οχημάτων. Η RITA είναι ο κύριος οργανισμός στα συνδεδεμένα οχήματα. Έχουν αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο ερευνητικό πρόγραμμα που επικεντρώνεται στους ακόλουθους τομείς:

- Τεχνολογία συνδεδεμένων οχημάτων.
- Εναρμόνιση των διεθνών προτύπων και αρχιτεκτονικής γύρω από την πλατφόρμα του οχήματος.
- Έρευνα ανθρώπινων παραγόντων.
- Συστήματα μηχανικής
- Πιστοποίηση συνδεδεμένων οχημάτων.
- Δοκιμασμένο κρεβάτι συνδεδεμένου οχήματος.
- Εφαρμογές συνδεδεμένων οχημάτων.
- Επικοινωνίες οχήματος με όχημα για ασφάλεια.
- Οι επικοινωνίες οχήματος-υποδομής για ασφάλεια.

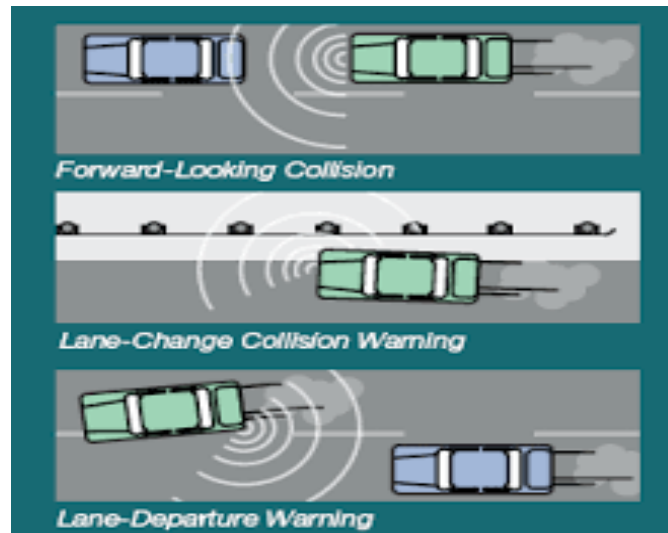
- Συλλογή και διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.
- Δυναμικές εφαρμογές κινητικότητας.
- Αιτήσεις για το περιβάλλον: σύνθεση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο (AERIS).
- Οδικές εφαρμογές καιρού για συνδεδεμένα οχήματα.
- Πολιτική τεχνολογίας συνδεδεμένων οχημάτων και θεσμικά ζητήματα.
- Χρήση ειδικών επικοινωνιών μικρής εμβέλειας (DSRC). (Baxter, 2012)

Οι εφαρμογές FCW (Forward Collision Warning) και BSW (Blind Spot Warning) είναι διαθέσιμες σε μικρό αριθμό οχημάτων παραγωγής για πολλά χρόνια. Θα μπορούσαν να θεωρηθούν ώριμες τεχνολογίες, εφόσον έχουν υποστεί πολλαπλές γενιές τεχνολογιών αισθητήρων και παραλλαγές τεχνολογίας αισθητήρων για την επίτευξη της εφαρμογής τους. Η τεχνολογία V2V, ωστόσο, θα μπορούσε να επιτρέψει σε αυτές τις εφαρμογές να είναι ανεξάρτητες από οποιονδήποτε αισθητήρα οχήματος (π.χ. κάμερες ή lidar). Ταυτόχρονα, το V2V θα μπορούσε να παρέχει πρόσθετο εύρος ανίχνευσης για αυτές τις εφαρμογές και / ή ανιχνευτική ανίχνευση σε σχέση με τους καιρούς, το φως ή τους περιορισμούς καθαριότητας που σχετίζονται με τους αισθητήρες που είναι κάτοικοι του οχήματος, όπως οι κάμερες ή το lidar. Πιο συγκεκριμένα: (Harding et al.,2014)

Προώθηση σύγκρουσης : Η FCW προειδοποιεί τον οδηγό του οχήματος υποδοχής σε περίπτωση επικείμενης σύγκρουσης στο πίσω μέρος με ένα απομακρυσμένο όχημα μπροστά στην κυκλοφορία στην ίδια λωρίδα και την ίδια κατεύθυνση ταξιδιού. Ο οργανισμός πιστεύει, βάσει της τρέχουσας τεχνολογίας, ότι τα συστήματα FCW που χρησιμοποιούν ραντάρ ή κάμερες δεν μπορούν να παρέχουν μια προειδοποίηση αρκετά γρήγορη για πολύ υψηλές ταχύτητες με το χέρι. Το V2V, αντίθετα, έχει αυτή την ικανότητα βασιζόμενη στην μεγαλύτερη απόσταση (300 μέτρα). (Harding et al.,2014) Έτσι, οι θανατηφόρες συγκρούσεις στο πίσω μέρος είναι μια περιοχή όπου το V2V μπορεί να προσφέρει κάποια πλεονεκτήματα που δεν καλύπτονται ενδεχομένως από συστήματα ραντάρ και κάμερας. Τα συστήματα ραδιοεντοπισμού και κάμερας FCW έχουν επίσης ένα πρόβλημα ανίχνευσης σταματημένων οχημάτων, αν το όχημα έχει σταματήσει πριν έρθει στην εμβέλεια του ραντάρ και της κάμερας. Πρόσφατα, αναπτύχθηκαν διπλά συστήματα ραντάρ και διπλής κάμερας για την ανίχνευση των οχημάτων σταματήματος. Ένα σύστημα V2V θα μπορούσε να λειτουργήσει ως περιττό σύστημα και να επιτρέψει σε ένα σύστημα ραντάρ ή ενιαίας κάμερας FCW να ανιχνεύσει σταματημένα οχήματα, μειώνοντας έτσι το κόστος του συστήματος σε σύγκριση με το διπλό ραντάρ ή τη διπλή κάμερα. (Harding et al.,2014)

Προειδοποίηση τυφλού σημείου, προειδοποίηση αλλαγής λωρίδας : Η προειδοποίηση τυφλών σημείων και η προειδοποίηση αλλαγής λωρίδας προειδοποιεί τον οδηγό του οχήματος υποδοχής κατά τη διάρκεια μιας προσπάθειας αλλαγής λωρίδας εάν η ζώνη τυφλού σημείου στο οποίο το όχημα υποδοχής σκοπεύει να αλλάξει καταλαμβάνεται ή σύντομα θα καταλαμβάνεται από άλλο όχημα που κινείται προς την ίδια κατεύθυνση. Η εφαρμογή παρέχει επίσης στον οδηγό του οχήματος φιλοξενίας συμβουλευτικές πληροφορίες ότι ένα όχημα σε

παρακείμενη λωρίδα τοποθετείται στη ζώνη "οριακής θέσης" ενός οχήματος όταν δεν επιχειρείται αλλαγή μιας λωρίδας κυκλοφορίας. (Harding et al.,2014)



Τα συνδεδεμένα αυτοκίνητα, εν τω μεταξύ, θα βοηθήσουν τις πόλεις και τα κράτη στον περιορισμό της συμφόρησης και στη βελτίωση της ασφάλειας. Στο δρόμο, τα αυτοκίνητα θα μιλούν το ένα στο άλλο, και αυτόματα θα μεταδίδουν δεδομένα όπως η ταχύτητα, η θέση και η κατεύθυνση, και θα στέλνουν ειδοποιήσεις σε περιπτώσεις επικείμενης συντριβής. Αυτό είναι ήδη σε εξέλιξη, με το Υπουργείο Μεταφορών των ΗΠΑ να ανακοινώνει στις αρχές του 2014 ότι σχεδιάζει να αρχίσουν να λαμβάνουν μέτρα ώστε να είναι δυνατή η επικοινωνία V2V. (Wollschlager, 2014) Την ίδια στιγμή, οι κοινότητες χαρτογραφούν τρόπους για να θέσουν τα συνδεδεμένα αυτοκίνητα στο κέντρο των πιο ενεργειακά αποδοτικών και πιο έξυπνων συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας. Η IBM διεξήγαγε μια πιο έξυπνη πιλοτική κίνηση με την ολλανδική πόλη του Αϊντχόβεν, δείχνοντας πως το συνδεδεμένο αυτοκίνητο μοιράζεται

αυτόματα την πέδηση, την επιτάχυνση και τα δεδομένα θέσης που μπορούν να αναλυθούν από την κεντρική αρχή της κυκλοφορίας για τον εντοπισμό και την επίλυση ζητημάτων οδικού δικτύου. Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι έτοιμη για μαζική αλλαγή και το σύννεφο είναι μία από τις κύριες τεχνολογικές δυνάμεις αυτού του μετασχηματισμού. (Wollschlaeger, 2014)

Στο Σαν Αντόνιο, στο Τέξας, η τεχνολογία έχει ενσωματωθεί στο σύστημα λεωφορείων της πόλης για να το διατηρεί σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα και να μειώνει τις επιπτώσεις στην κυκλοφορία χρησιμοποιώντας το GPS αντί του εξοπλισμού φυσικών ανιχνευτών στις διασταυρώσεις, οι οποίες απαιτούν καθυστερήσεις στις κατασκευές και αυξημένα κόστη. Το λεωφορείο μπορεί να "ζητήσει" ένα πράσινο φως όταν είναι πίσω από το χρονοδιάγραμμα και πλησιάζει σε μια πολυσύχναστη διασταύρωση, η οποία βελτιώνει τους χρόνους ταξιδιού για τους καταναλωτές. (Chang, 2014)

Στο Λονδίνο, η τεχνολογία χρησιμοποιείται για να αποθαρρύνει τη χρήση αυτοκινήτων και λεωφορείων που παράγουν μεγάλες ποσότητες εκπομπών άνθρακα. Τα οχήματα που είναι ένοχοι παραγωγής υψηλής ρύπανσης παρακολουθούνται από το σύστημα του οποίου οι κάμερες καταγράφουν τις εικόνες των πιάτων. Αυτή η τεχνολογία θα μειώσει τη συμφόρηση, θα προειδοποιήσει τους οδηγούς για να αποφύγουν τις συγκρούσεις και θα προειδοποιήσει τους οδηγούς ότι θα υπάρξει παραβίαση κόκκινου φωτός πριν μπουν σε μια διασταύρωση, είπε ο Collar. «Αναγνωρίζουμε ότι η κοινωνία μας κινείται προς μια πιο συνδεδεμένη κατάσταση», είπε. "Η τεχνολογία θα ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες των οδηγών." (Chang, 2014)

Σύμφωνα με τον Abuelsamid , ανώτερος αναλυτής στην ομάδα των Μεταφορικών Αποτελεσμάτων της Navigant Research και φιλοξενούμενος του podcast για τους τροχούς, η Cadillac θα ξεκινήσει να στέλνει 2017 CTS sedans με ένα mid-year update που φέρνει μια εντελώς νέα έκδοση του συστήματος ψυχαγωγίας CUE του εμπορικού σήματος. Στο εγγύς μέλλον, οι πελάτες της Cadillac θα έχουν μια πολύ καλύτερη εμπειρία πρόσβασης στα μέσα ενημέρωσης και την πλοήγηση, αλλά αυτή η νέα πλατφόρμα σηματοδοτεί επίσης το ντεμπούτο μιας τεχνολογίας που είναι πιθανό να έχει πολύ ευρύτερο μακροπρόθεσμο αντίκτυπο V2V communication. Το CTS θα είναι το πρώτο αυτοκίνητο στην αγορά των ΗΠΑ που θα αποκτήσει αυτή τη νέα τεχνολογία επικοινωνιών που βρίσκεται σε εξέλιξη για περισσότερο από μια δεκαετία. Το σύστημα επικοινωνιών V2V στο CTS βασίζεται σε ειδική τεχνολογία επικοινωνιών μικρής εμβέλειας (DSRC), η οποία είναι μια παραλλαγή του κοινού WiFi. (Abuelsamid, 2017)

Το σύστημα στο CTS θα είναι σε θέση να παρέχει ειδοποιήσεις σε άλλους οδηγούς CTS, αλλά τα ATS και XTS θα αποκτήσουν επίσης το αναβαθμισμένο σύστημα CUE, όταν η παραγωγή των μοντέλων 2018 ξεκινήσει αυτό το φθινόπωρο. Το υπόλοιπο της σειράς Cadillac μαζί με άλλα οχήματα GM θα πάρει πιθανώς το σύστημα τα επόμενα δύο χρόνια. (Abuelsamid, 2017)

Στην Ασία, η Ιαπωνία και η Κορέα δραστηριοποιούνται περισσότερο στην ανάπτυξη της DSRC, με την Ιαπωνία να οδηγεί. Και στις δύο χώρες, η αρχική εστίαση είναι στην προσαρμογή του συστήματος ηλεκτρονικής είσπραξης διοδίων που λειτουργεί στα 5,8 GHz. Η ιαπωνική κυβέρνηση έχει αναπτύξει 5.8 GHz "ITS Spots", τα οποία επικοινωνούν με ηλεκτρονικά σήματα διοδίων για να προσφέρουν περιορισμένες δυνατότητες ασφαλείας V2X, καθώς και υπηρεσίες

κινητικότητας και άνεσης. Επιπλέον, ορισμένοι ιαπωνικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων OEM (κυρίως η Toyota) υποστηρίζουν ενεργά την ανάπτυξη του V2X χρησιμοποιώντας επικοινωνίες 760 MHz. Η Ιαπωνία φαίνεται πιθανό να προχωρήσει με μια λύση δύο ζωνών, και οι προμηθευτές έχουν πρωτότυπα πομποδέκτες που καλύπτουν και τις δύο μπάντες. Η εγκατάσταση συστημάτων 760 MHz θα μπορούσε να ολοκληρωθεί το 2014. (Harding et al., 2014) Η Toyota ξεκίνησε ένα σύστημα V2V που βασίζεται σε DSRC στην ιαπωνική αγορά στα τέλη του 2015. Εκτός από τις προειδοποιήσεις, το σύστημα Toyota χρησιμοποιείται επίσης για την ενεργοποίηση του προσαρμοστικού συστήματος cruise control. Με αυτό το σύστημα, δύο ή περισσότερα οχήματα μπορούν να ακολουθήσουν το ένα το άλλο πιο στενά από ό, τι θα ήταν ασφαλώς εφικτό χρησιμοποιώντας μόνο τους αισθητήρες ραντάρ επειδή το οδηγό όχημα μπορεί να ενημερώσει τους ακόλουθους του για την πρόθεσή του να επιβραδύνει πριν συμβεί. Η Toyota και η Honda αναμένεται να ξεκινήσουν τα δικά τους συστήματα V2V τα επόμενα χρόνια. (Abuelsamid, 2017)

Μέχρι πρόσφατα, αναμενόταν να καταστεί υποχρεωτική για νέα οχήματα στην αγορά των ΗΠΑ από το 2020. Ωστόσο, η εκτελεστική εντολή που υπογράφηκε από τον πρόεδρο στις 30 Ιανουαρίου 2017 καθιστά τώρα απίθανο να τεθεί σε ισχύ ο κανονισμός. Η εντολή αυτή διέταξε τις ομοσπονδιακές υπηρεσίες να καταργήσουν δύο υπάρχοντες κανονισμούς για κάθε νέα κανονιστική ρύθμιση. (Abuelsamid, 2017) Ακόμη και χωρίς ρυθμιστική εντολή, πολλοί κατασκευαστές αυτοκινήτων αναμένεται να ακολουθήσουν το προβάδισμα της GM και να εισαγάγουν επικοινωνίες V2V τα επόμενα χρόνια, ενόψει της ανάπτυξης αυτοματοποιημένων οχημάτων οδήγησης στις αρχές της δεκαετίας του 2020. Οι αισθητήρες του οχήματος θα είναι ο κύριος μηχανισμός που θα επιτρέψει στα αυτο-οδήγησης οχήματα να «δουν» το άμεσο

περιβάλλον τους καθώς κινούνται μέσω του κόσμου. Ωστόσο, αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν μόνο ό, τι είναι μέσα στην άμεση οπτική επαφή και ο κακός καιρός μπορεί να παρεμβαίνει περαιτέρω με αυτό το όραμα. (Abuelsamid, 2017)

Όσον αφορά την κατανομή φάσματος, η κατανομή των ΗΠΑ απαιτεί επτά κανάλια των 10 MHz έκαστο (σύνολο 75 MHz φάσματος που βρίσκεται στη ζώνη συχνοτήτων 5,85 έως 5,925 GHz), με ένα κανάλι να ορίζεται ως κανάλι ελέγχου και ένα κανάλι αποκλειστικά για ασφάλεια. Το κονδύλιο της ΕΕ απαιτεί να καθοριστεί η ζώνη 5.875-5.905 MHz για λειτουργίες ITS σχετιζόμενες με την ασφάλεια με τρία κανάλια 10 MHz, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας χορήγησης δύο επιπλέον καναλιών στο μέλλον. Δεν υπάρχει κανάλι ελέγχου στην προσέγγιση της ΕΕ. (Harding et al.,2014) Το ιαπωνικό σύστημα 5.8 GHz δεν είναι συμβατό με το πρωτόκολλο IEEE 802.11p που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α. και την Ευρώπη, λόγω ενός ιαπωνικού νόμου που απαιτεί πρωτόκολλα παλαιού τύπου. Σε επίπεδο ασφάλειας, υπάρχουν υποστηρικτές της χρήσης του IEEE 1609.2 ως πλαισίου ασφαλείας, το οποίο θα ήταν συμβατό με τις Η.Π.Α. και την Ευρώπη, αλλά αυτό δεν έχει ακόμη αποφασιστεί. (Harding et al.,2014)

Η χρήση των δορυφόρων για τον προσδιορισμό των θέσεων των αυτοκινήτων μπορεί να καταστήσει την οδήγηση ασφαλέστερη. Το ίδιο ισχύει και για τις νέες τεχνικές μεταφοράς πληροφοριών μεταξύ των οχημάτων. Για να συνειδητοποιήσουν τις δυνατότητες αυτών των μεθόδων, οι ερευνητές της DaimlerChrysler εργάζονται επί του παρόντος σε τρία έργα που ονομάζονται κατάλληλα Fleetnet, CarTALK και PASS. (DaimlerChrysler, 2001) Οι επιστήμονες και οι ομάδες τους εργάζονται ήδη σε διάφορες λύσεις με τη δυνατότητα να κάνουν την οδήγηση ασφαλέστερη και πιο άνετη. Επιθυμούν να επεκτείνουν σημαντικά το «οπτικό πεδίο»

ενός οχήματος, να του επιτρέψουν να εντοπίσει τους κινδύνους ακόμη και σε καμπύλες όπου η ορατότητα είναι περιορισμένη και να παρέχει στον οδηγό πληροφορίες σχετικά με τη διαδρομή που είναι λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο παλιό. (DaimlerChrysler, 2001) Αν και τα έργα που εποπτεύουν οι Wilson, Reichardt και Franz είναι πολύ διαφορετικά, στην πραγματικότητα βασίζονται στην ίδια θεμελιώδη ιδέα: Οι πληροφορίες σχετικά με τη θέση ενός οχήματος και τα δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες πρέπει να μεταδίδονται σε άλλα οχήματα. Ωστόσο, οι πληροφορίες αυτές δεν πρέπει να είναι καθολικά διαθέσιμες. Αντίθετα, θα πρέπει να διαβιβάζονται μόνο σε άλλους οδηγούς σε καταστάσεις όπου τους βοηθάει στο δρόμο που ταξιδεύουν. (DaimlerChrysler, 2001)

3.1. PASS

Το έργο PASS (το ακρωνύμιο σημαίνει "Σύστημα Ασφαλείας Θέσης") ασχολείται με μια βασική απαίτηση για πρακτικά όλες τις εφαρμογές ασφάλειας στην επικοινωνία V2V, συγκεκριμένα την ακριβή τοποθεσία του οχήματος. Εξάλλου, οποιαδήποτε πληροφορία - είτε πρόκειται για κυκλοφοριακή συμφόρηση που δημιουργείται, είτε για ακινητοποιημένο όχημα σε μια στροφή, είτε για ατύχημα - είναι χρήσιμη σε άλλους χρήστες της οδού, μόνο εάν μπορεί να καθοριστεί η ακριβής θέση του συμβάντος που αναφέρθηκε. (DaimlerChrysler, 2001)

Η τρέχουσα τεχνική για τον προσδιορισμό της θέσης βασίζεται στη δορυφορική τοποθέτηση χρησιμοποιώντας το GPS, το "Παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης". Η ακρίβειά του όμως

αφήνει κάτι επιθυμητό. Προς το παρόν, η πιο ακριβής μέθοδος μέτρησης που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τα οχήματα παραγωγής είναι ο κώδικας διαφορικού GPS (DGPS), ο οποίος έχει απόκλιση περίπου ενός μέτρου. Ωστόσο, αυτό είναι υπερβολικά ανακριβές για τους στόχους που επιδιώκει η ομάδα του Wilson στο σχέδιο PASS. "Ένα τέτοιο επίπεδο ακρίβειας μπορεί να είναι αρκετό όταν πρόκειται να εντοπιστεί εάν ένα όχημα ταξιδεύει στην αριστερή ή τη δεξιά λωρίδα, για παράδειγμα," λέει ο Wilson, "αλλά για ορισμένες λειτουργίες, όπως η πρόληψη σύγκρουσης, χρειαζόμαστε τοποθέτηση που είναι με ακρίβεια σε εκατοστά. "

(DaimlerChrysler, 2001) Αυτό το είδος ακρίβειας δεν θα είναι δυνατό μέχρι μερικά χρόνια από τώρα, όταν μια νέα γενιά δορυφόρων GPS ή το προγραμματισμένο ευρωπαϊκό δορυφορικό δίκτυο GALILEO αρχίζουν να στέλνουν κατευθυντικά σήματα. Αυτά θα επιτρέψουν στα συστήματα να προσδιορίσουν τη θέση των αντικειμένων μέσα σε λίγα εκατοστά χρησιμοποιώντας τη διαφορική μέθοδο GPS φορέα (CDGPS). "Η μέθοδος CDGPS υπολογίζει τον αριθμό των μηκών κύματος σήματος κατεύθυνσης μεταξύ του δορυφόρου και του δέκτη" εξηγεί ο Wilson. (DaimlerChrysler, 2001) "Ένα μήκος κύματος 20 εκατοστών (8 ίντσες) και μία ακρίβεια μέτρησης φάσης πέντε μοιρών αποδίδει μια ακρίβεια τοποθέτησης σε εκατοστά.

"Κατ 'αρχήν, αυτό είναι ήδη δυνατό σήμερα, αλλά τα κατευθυντικά σήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι μόνο εν μέρει κατάλληλα για μια τέτοια εφαρμογή. Ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης διαρκεί περίπου ένα λεπτό, το οποίο είναι πολύ μεγάλο για ένα όχημα σε κίνηση. Αλλά τα νέα σήματα CDGPS μπορούν να μετρήσουν τη θέση ενός οχήματος κάθε δευτερόλεπτο. " (DaimlerChrysler, 2001)

Χρησιμοποιώντας την τρέχουσα τεχνολογία GPS, ωστόσο, η ομάδα του Wilson έχει ήδη καταφέρει να αυξήσει σημαντικά την ακρίβεια που επιτυγχάνεται στη δημιουργία ψηφιακών

οδικών χαρτών μέσω της τοποθέτησης οχημάτων μέσω δορυφόρου. Αυτό έγινε με το αυτοκίνητο εξοπλισμένο με DGPS να οδηγεί σε όλους τους δρόμους στην περιοχή γύρω από το Palo Alto, για παράδειγμα. Όταν οι δρόμοι περάσουν μόνο μία φορά, η ακρίβεια του χάρτη καθορίζεται από την ακρίβεια των μετρήσεων. Τα σφάλματα χάρτη αρχικά συνεπάγονται αποκλίσεις περίπου ενός μέτρου. Όταν οι μονάδες μέτρησης επαναλαμβάνονται στις ίδιες διαδρομές, το περιθώριο σφάλματος μειώνεται με κάθε πρόσθετο ταξίδι: "Τώρα έχουμε καταφέρει να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη διαδικασία για να κατασκευάσουμε οδικούς χάρτες με ακρίβεια μερικών εκατοστών", αναφέρει ο Wilson. (DaimlerChrysler, 2001) Στο μέλλον, όταν επαρκής αριθμός οχημάτων είναι εξοπλισμένα με δέκτες GPS και ραδιοσυστήματα, αυτοί οι οδικοί χάρτες θα δημιουργηθούν άμεσα και θα ενημερώνονται συνεχώς από τους ίδιους τους χρήστες των οδών καθώς οδηγούν. Στη συνέχεια θα είναι δυνατή η ενσωμάτωση του τελευταίου δρόμου στο σχηματισμό - όπως η στένωση τμήματος αυτοκινητοδρόμου από τρεις λωρίδες σε δύο. Και αν η διαφορική μέτρηση DGPS ανιχνεύσει ότι ένα αυτοκίνητο κινείται εκτός δρόμου, θα είναι δυνατό να ειδοποιηθεί ο οδηγός του οχήματος. "Πολλές χιλιάδες θανατηφόρα ατυχήματα θα μπορούσαν να προληφθούν με αυτό τον τρόπο μόνο στη Βόρεια Αμερική", επισημαίνει ο Wilson. "Η κόπωση του οδηγού είναι ένα κρίσιμο πρόβλημα ασφάλειας, ιδιαίτερα σε μεγάλους μονοτονικούς δρόμους στις ΗΠΑ". (DaimlerChrysler, 2001)

3.2. FleetNet

Για να ικανοποιήσει δύο ακόμα βασικές απαιτήσεις σχετικά με τα συστήματα ασφαλείας που χρησιμοποιούν την επικοινωνία οχήματος με όχημα, η ομάδα του Reichardt συνεργάζεται με

το έργο Fleetnet στο τμήμα τεχνολογίας επικοινωνιών της DaimlerChrysler στο Ulm. Ο στόχος είναι να αναπτυχθεί κατάλληλο λογισμικό επικοινωνιών και μια τυποποιημένη διεπαφή επικοινωνίας για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ οχημάτων. (DaimlerChrysler, 2001) Εδώ, η πρόκληση είναι να βρούμε λογισμικό ικανό να λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο. Με άλλα λόγια, πρέπει να διαβιβάζει δεδομένα χωρίς καθυστέρηση, έτσι ώστε οι πληροφορίες να φτάνουν σε όλους όσους εμπλέκονται εγκαίρως. Όσον αφορά τη διεπαφή επικοινωνιών, το χρησιμοποιούμενο πρότυπο πρέπει να ισχύει για όλες τις αυτοκινητοβιομηχανίες στο μέτρο του δυνατού. Μόνο ένα κοινό πρωτόκολλο θα επιτρέψει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών εμπορικών σημάτων αυτοκινήτων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η DaimlerChrysler ξεκίνησε το έργο Fleetnet, το οποίο υποστηρίζεται από το γερμανικό Υπουργείο Παιδείας και Έρευνας και το CarTALK 2000. Το τελευταίο είναι ένα έργο της ΕΕ και περιλαμβάνει μια άλλη αυτοκινητοβιομηχανία, τη Fiat, καθώς και διάφορους προμηθευτές και ερευνητικά ινστιτούτα στην Ευρώπη. (DaimlerChrysler, 2001)

Ο Reichardt πιστεύει ότι η επικοινωνία μεταξύ οχημάτων θα επιτρέψει μια ποικιλία εφαρμογών. "Ένα προειδοποιητικό σύστημα για τα ατυχήματα και την κυκλοφοριακή συμφόρηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σχετικά γρήγορα," λέει. Σε περίπτωση ατυχήματος, για παράδειγμα, η πέδηση έκτακτης ανάγκης και η απελευθέρωση των αερόσακων θα μπορούσαν να προκαλέσουν προειδοποιητικά σήματα. Οι προειδοποιήσεις εμπλοκής στην κυκλοφορία θα μπορούσαν να ξεκινήσουν από την ενεργοποίηση των φώτων κινδύνου. (DaimlerChrysler, 2001) "Το θέμα είναι να δημιουργηθεί ένα σύστημα επικοινωνίας παρόμοιο με εκείνο που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση και λήψη e-mail μέσω του Διαδικτύου σήμερα", εξηγεί ο Franz. "Ωστόσο, όσον αφορά την οδική κυκλοφορία, τα δυναμικά δίκτυα

που σχηματίζονται χαρακτηρίζονται από κόμβους - τα ολοκληρωμένα οχήματα - που αλλάζουν διαρκώς. Σε αντίθεση με το Διαδίκτυο, όπου η παράδοση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μετά από αρκετές καθυστερήσεις είναι ωστόσο αποδεκτή, η επικοινωνία για την οδική κυκλοφορία πρέπει να πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο. " (DaimlerChrysler, 2001)

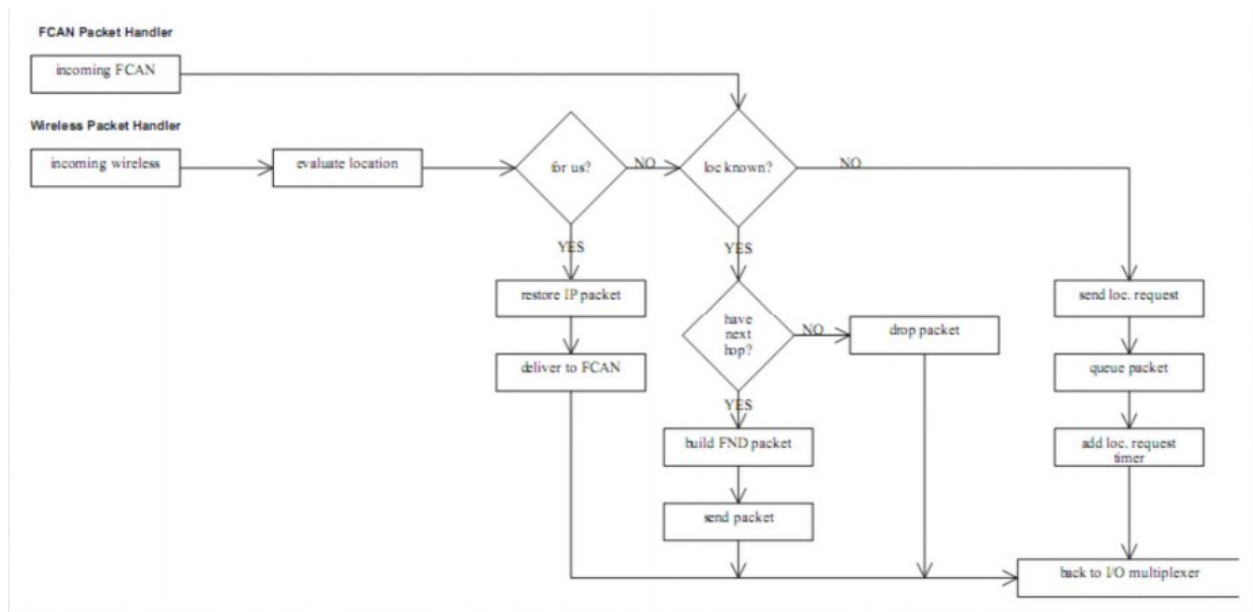
Σε περίπτωση κυκλοφοριακής συμφόρησης, η ενεργοποίηση των φώτων κινδύνου θα ενεργοποιούσε τη δημιουργία ενός "ηλεκτρονικού ταχυδρομείου εμπλοκής κυκλοφορίας" που αποστέλλεται μέσω του δυναμικού δικτύου σε όλα τα πίσω οχήματα χωρίς καθυστέρηση. Τα οχήματα που κινούνται προς τα εμπρός και εκείνα που κινούνται προς την αντίθετη κατεύθυνση δεν θα λάβουν το μήνυμα, ωστόσο, δεδομένου ότι δεν έχουν καμία σχέση με αυτά. Επομένως, το οπτικό σήμα των φανών κινδύνου θα μεταφερθεί ηλεκτρονικά πίσω από την απόσταση από την οποία είναι ορατό το σήμα. (DaimlerChrysler, 2001)

Στο πλαίσιο του σχεδίου FleetNet αναπτύχθηκε ένα ad-hoc ραδιοδίκτυο που υποστηρίζει επικοινωνίες V2V. Η διεπαφή αέρα χρησιμοποιεί UTRA TDD πρότυπο. (Roxin, 2008) Οι εφαρμογές για την ασφάλεια των οδηγών βασίζονται σε σύντομα μηνύματα που μεταδίδονται από αυτοκίνητο σε αυτοκίνητο με αποτελεσματικούς τρόπους, ώστε οι οδηγοί να μπορούν να πάρουν πληροφορίες σχετικά με τα εμπόδια ή τις κυκλοφοριακές εμπλοκές μπροστά, πέρα από την άποψη του οράματος του οδηγού ή της γκάμας αισθητήρων οχημάτων. (Roxin, 2008)

Οι ερευνητές του FleetNet είχαν τους ακόλουθους στόχους :

- Ανάπτυξη πρωτοκόλλων επικοινωνίας για την οργάνωση του ad-hoc ραδιοδικτύου.
- Ανάπτυξη αλγορίθμων δρομολόγησης για ανταλλαγή δεδομένων πολλαπλών σταθμών, για προώθηση μεταξύ οχημάτων και μεταξύ οχημάτων και στατικών πύλων.
- Μηχανισμοί πρόσβασης για το ραδιοφωνικό σταθμό που εξασφαλίζουν καλή ποιότητα υπηρεσιών όσον αφορά την καθυστέρηση και τα ποσοστά σφάλματος. (Roxin, 2008)

Τα δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσεων διαδραμάτισαν βασικό ρόλο στην προσέγγιση του FleetNet. Το FleetNet χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να οργανώσει καλύτερα το ad-hoc ραδιοδίκτυο. Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης ραδιοφώνου χρησιμοποιούν τη γνώση της θέσης άλλων αυτοκινήτων εντός της εμβέλειας επικοινωνιών και μια τεχνική γεωαναφοράς χρησιμοποιείται για να συνδεθεί με αυτοκίνητα με βάση τις θέσεις τους. Η διευθυνσιοδότηση επικοινωνίας βάσει θέσης είναι σημαντική, καθώς η απαίτηση είναι να επικοινωνείτε μόνο με το αυτοκίνητο μπροστά ή πίσω σε διαμήκη σενάρια πέδησης έκτακτης ανάγκης, για παράδειγμα. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τη λογική δρομολόγησης που βασίζεται στη θέση unicast που χρησιμοποιείται για το έργο FleetNet. (Roxin, 2008)



Τα πρωτότυπα FleetNet που υλοποιούν αυτές τις υπηρεσίες αποδείχθηκαν με επιτυχία στο ερευνητικό κέντρο DaimlerChrysler (Ulm, Γερμανία) τον Νοέμβριο του 2003 (Roxin, 2008)

3.3. CarTALK 2000

Η κοινοπραξία Cartalk 2000 συγκέντρωσε την εκτεταμένη γνώση των κορυφαίων ευρωπαϊών κατασκευαστών οχημάτων, εξαρτημάτων οχημάτων και συστημάτων επικοινωνίας, καθώς και αναγνωρισμένων ερευνητικών ιδρυμάτων. Οι επτά εταίροι DaimlerChrysler, CRF, BOSCH, Siemens, TNO, το Πανεπιστήμιο της Στουτγάρδης και το Πανεπιστήμιο της Κολωνίας εστίασαν τις ερευνητικές τους δραστηριότητες σε συστήματα υποστήριξης οδηγών που βασίζονται στην επικοινωνία. (Community Research and Development Information Service [CORDIS], 2010)

Οι τεχνικοί στόχοι του Cartalk 2000 ήταν να αναπτύξουν και να συνειδητοποιήσουν τα συνεργαζόμενα συστήματα υποστήριξης οδηγών, να αναπτύξουν ένα επεκτάσιμο αυτορυθμιζόμενο ραδιοσύστημα για την επικοινωνία μεταξύ αυτοκινήτων με στόχο ένα αναδυόμενο πρότυπο. (CORDIS, 2010)

- Καθορισμός των σημερινών και των μελλοντικών εφαρμογών για συνεταιριστικά συστήματα υποστήριξης οδηγών και επιλογή αυτών που μπορούν να υλοποιηθούν στο πλαίσιο αυτού του έργου. (CORDIS, 2010)
- Ανάπτυξη δομών λογισμικού και αλγορίθμων, π.χ. Νέες τεχνικές σύντηξης για ραδιοφωνικές πληροφορίες αισθητήρων και τοπικές πληροφορίες αισθητήρων. (CORDIS, 2010)
- Ανάπτυξη αυτοδιοργανωτικού ραδιοσυστήματος για την επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και υποδομής οχημάτων. (CORDIS, 2010)
- Αλγόριθμοι για ασύρματα δίκτυα ad-hoc με εξαιρετικά υψηλές τοπολογίες δυναμικών δικτύων. (CORDIS, 2010)
- Ενσωμάτωση του υλικού και των αλγορίθμων του συστήματος επικοινωνίας στο όχημα δοκιμής. (CORDIS, 2010)

- Ενσωμάτωση των εφαρμογών σε οχήματα ανίχνευσης για δοκιμή και επίδειξη τόσο εφαρμογών κινητικότητας info (υφιστάμενων εφαρμογών) όσο και εφαρμογών ασφάλειας στην ίδια αρχιτεκτονική του συστήματος. (CORDIS, 2010)
- Δοκιμή και επίδειξη λειτουργιών βοήθειας σε οχήματα ανίχνευσης σε πραγματικά σενάρια κυκλοφορίας. (CORDIS, 2010)

Τα βασικά αποτελέσματα περιλαμβάνουν:

- Καθορισμός μιας ανοικτής αρχιτεκτονικής που επιτρέπει στον κατασκευαστή του οχήματος να φέρει μαζί την κυρίαρχη ιδιότητα ηλεκτρονική αρχιτεκτονική του με το καλά καθορισμένο σύστημα επικοινωνίας Cartalk. (CORDIS, 2010)
- Καθορισμός και υλοποίηση ενός ανοικτού συστήματος αποκεντρωμένης επικοινωνίας το οποίο υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών για ψυχαγωγικούς και ενημερωτικούς σκοπούς, καθώς και εφαρμογές Cartalk σχετιζόμενες με την ασφάλεια. (CORDIS, 2010)
- Καθορισμός και υλοποίηση των τριών βασικών κατηγοριών εφαρμογών που σχετίζονται με την ασφάλεια: Λειτουργίες πληροφόρησης και προειδοποίησης (IWF),

Διαχρονικός έλεγχος βασισμένος στην επικοινωνία (CBLC), Συνεργατική συνδρομή οδηγού (CODA). (CORDIS, 2010)

- Ολοκλήρωση του υλικού και αλγορίθμων του συστήματος επικοινωνίας και των εφαρμογών στα οχήματα δοκιμών. (CORDIS, 2010)
- Ενσωμάτωση των εφαρμογών σε οχήματα ανίχνευσης για δοκιμή και επίδειξη τόσο εφαρμογών κινητικότητας info (υφιστάμενων εφαρμογών) όσο και εφαρμογών ασφάλειας στην ίδια αρχιτεκτονική του συστήματος. (CORDIS, 2010)
- Προβολή της σκοπιμότητας των αιτήσεων και της εισαγωγής τους στην αγορά μέσω μιας κοινωνικοοικονομικής αξιολόγησης με ανάλυση κόστους-οφέλους. (CORDIS, 2010)

Η κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε για τη βασική λειτουργία προειδοποίησης από την IWF και για τη λειτουργία πρώιμης πέδησης από την CBLC. Με λίγα λόγια, τόσο τα συστήματα, όσο και η βασική προειδοποίηση και η έγκαιρη πέδηση, θα έχουν σημαντικά οφέλη από τη μείωση των ατυχημάτων και ως εκ τούτου είναι επιθυμητά από την κοινωνική άποψη. (CORDIS, 2010)

Το CarTALK περιλάμβανε πολλούς από τους οργανισμούς του FleetNet και επικεντρώθηκε επίσης στην εφαρμογή τεχνολογιών VANET για επικοινωνίες V2V. Η βασική ιδέα αυτού του έργου ήταν να δοκιμάσει και να αξιολογήσει ένα σύστημα συνδρομητικής υποστήριξης οδηγού βασισμένο σε επικοινωνίες V2V (Roxin, 2008)

Το CarTALK διερεύνησε τόσο τις άμεσες όσο και τις πολλαπλές επικοινωνίες V2V. Οι άμεσες επικοινωνίες επιτρέπουν την επέκταση του ορίζοντα ενημέρωσης μέσω επικοινωνιών με τα ακόλουθα οχήματα. Το εύρος κάλυψης εξαρτάται από την τοπολογία του δικτύου και την πυκνότητα του οχήματος. Αυτό ξεπερνιέται με μια προσέγγιση πολλαπλών επιλογών: η κυκλοφορία από την απέναντι λωρίδα "αρπάζει" το σήμα και ταξιδεύει προς τα εμπρός για κάποια απόσταση πριν την μεταφέρει πίσω στη λωρίδα ενδιαφέροντος. Οι τεχνικές CarTALK χρησιμοποιούν την ευαισθητοποίηση θέσης και τη συνειδητοποίηση του χώρου για να πραγματοποιήσουν αποτελεσματικά αυτές τις μεταφορές δεδομένων. Το CarTALK παρουσίασε επιλεγμένες εφαρμογές σε έξι δοκιμαστικά οχήματα. (Roxin, 2008)

3.4. Pilot Model Safety

Η DOT διεξήγαγε σημαντική έρευνα σχετικά με τις επικοινωνίες V2V με DSRC. Το 2012, βασιζόμενο σε αυτή την έρευνα, το Τμήμα ξεκίνησε το Pilot Safety Model στο Ann Arbor, Michigan, προκειμένου να συλλέξει δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της τεχνολογίας V2V σε σχέση με τις εργασίες ελαφρού οχήματος. (Harding et al., 2014)

Σύμφωνα με τον Baxter η δυνητικά πιο σημαντική ομοσπονδιακή ερευνητική προσπάθεια

που βρίσκεται σε εξέλιξη είναι το Connected Vehicle Safety Pilot, το οποίο αποτελείται από Safety Pilot Drive Clinics και Safety Pilot Model Deployment. Οι Clinics έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της αντίδρασης του οδηγού σε διαφορετικούς τύπους και την παρουσίαση προειδοποιήσεων ασφαλείας και μηνυμάτων που παράγονται από το όχημα που οδηγούν. Η εφαρμογή του Safety Pilot Model Deployment θα λάβει αυτή την είσοδο και θα αναπτύξει μεταξύ 2.000 και 3.000 οχημάτων σε μια γεωγραφικά περιορισμένη περιοχή στο Michigan για να δημιουργήσει ένα μείγμα με σημαντική πυκνότητα εξοπλισμένων οχημάτων. Οι μελέτες αυτές βρίσκονται σε εξέλιξη και πιθανόν να ολοκληρωθούν πριν από το "σημείο απόφασης" του NHTSA για τις τεχνολογίες των συνδεδεμένων οχημάτων. (Baxter, 2012)

Το Πιλοτικό Πρόγραμμα Ασφάλειας Συνδεδεμένων Οχημάτων αποτελεί μέρος ενός σημαντικού προγράμματος επιστημονικής έρευνας που διεξάγεται από κοινού από την DOT και τους εταίρους της στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης στον ιδιωτικό τομέα. Το πρόγραμμα υποστηρίζει την ανάπτυξη εφαρμογών ασφαλείας βασισμένων σε συστήματα επικοινωνιών V2V και V2I, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία DSRC. Η ανάπτυξη του μοντέλου δοκιμών ασφαλείας σχεδιάστηκε για να ενημερώνει τις εκτιμήσεις αποτελεσματικότητας αυτών των εφαρμογών ασφαλείας κατά τη μείωση των ατυχημάτων και για να δείξει πώς οι πραγματικοί οδηγοί ανταποκρίνονται σε αυτές τις εφαρμογές ασφαλείας στα οχήματά τους. (Harding et al., 2014) Η δοκιμή περιλαμβάνει πολλά οχήματα με συσκευές ευαισθητοποίησης οχημάτων, άλλα με ενσωματωμένα συστήματα ασφαλείας και άλλα που χρησιμοποιούν aftermarket εξαρτήματα ασφαλείας για να επικοινωνούν με τα γύρω οχήματα. Όλες αυτές οι τεχνολογίες βασίζονται στο DSRC. Ο πιλότος περιλαμβάνει πολλούς

τύπους οχημάτων : όπως αυτοκίνητα, φορτηγά και οχήματα διέλευσης. Το πρότυπο ασφάλειας έχει συναφθεί για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με ελαφρά οχήματα, αλλά έχει παραταθεί για πρόσθετη συλλογή δεδομένων μέχρι τα τέλη του 2014. Ενώ η ITS-JPO στο πλαίσιο του OST-R οδηγεί αυτή την ερευνητική πρωτοβουλία, αρκετοί οργανισμοί της DOT υποστηρίζουν το πρότυπο ασφάλειας, συμπεριλαμβανομένων των NHTSA, της FHWA, της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Ασφάλειας Μεταφορέων και της Federal Transit Administration. (Harding et al.,2014)

Το όραμα της ανάπτυξης πειραματικού μοντέλου ασφάλειας ήταν να δοκιμάσει εφαρμογές ασφάλειας V2V σε σενάρια οδήγησης πραγματικού κόσμου για να υποστηρίξει την εκτίμηση της αποτελεσματικότητάς τους στη μείωση των ατυχημάτων και να διασφαλίσει ότι οι συσκευές είναι ασφαλείς και δεν αποσπούν χωρίς λόγο την αυτοκινητιστική κίνηση ή προκαλούν ακούσιες συνέπειες. Η ανάπτυξη μοντέλου αξιολογεί τις καθημερινές αντιδράσεις των οδηγών, τόσο σε ελεγχόμενο περιβάλλον μέσω κλινικών οδηγών όσο και σε πραγματικούς δρόμους με άλλα οχήματα μέσω της ανάπτυξης μοντέλου πραγματικού κόσμου. (Harding et al.,2014)

Τα δύο θεμελιώδη συστατικά του Πιλοτικού Ασφαλείας είναι:

Κλινικές οδήγησης πιλότων ασφαλείας: Οι κλινικές οδήγησης διεξήχθησαν σε έξι τοποθεσίες στις Ηνωμένες Πολιτείες για να αξιολογηθεί η αποδοχή από τον χρήστη της τεχνολογίας V2V. Σε κάθε κλινική οδήγησης, περίπου 100 οδηγοί εξέτασαν την ασύρματη τεχνολογία εντός

οχήματος σε ελεγχόμενο περιβάλλον, όπως σε μια διαδρομή αγώνα. Ο στόχος ήταν να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο οι οδηγοί ανταποκρίθηκαν και επωφελήθηκαν από ειδοποιήσεις και προειδοποιήσεις εντός οχήματος. Οι κλινικές οδήγησης διεξήχθησαν από τον Αύγουστο του 2011 έως τον Ιανουάριο του 2012. (Harding et al., 2014)

Ανάπτυξη πειραματικού μοντέλου ασφάλειας: Η ανάπτυξη του μοντέλου διεξάγεται στο Ann Arbor του Michigan και διήρκεσε από τον Αύγουστο του 2012 μέχρι τον Φεβρουάριο του 2014. (Harding et al., 2014) Το USDOT ανέλαβε την πρωτοβουλία SPMD. Υπό την ηγεσία του UMTRI, ο οποίος δρούσε ως δοκιμαστικός αγωγός, η πρωτοβουλία αυτή επέτρεψε την αξιολόγηση μιας κλιμακούμενης ανάπτυξης τεχνολογιών V2V στο Ann Arbor, συμπεριλαμβανομένων σχεδόν 3.000 εξοπλισμένων οχημάτων και περισσότερων από 70 μιλίων οδικών διαδρόμων, καθιστώντας τη μεγαλύτερη τεχνολογία επικοινωνίας οχημάτων στο πεδίο δοκιμής στον κόσμο μέχρι σήμερα. Ο στόχος του SPMD ήταν να υποστηρίξει την αξιολόγηση της αποκλειστικής τεχνολογίας επικοινωνίας μικρής εμβέλειας για εφαρμογές ασφάλειας V2V, οι οποίες λειτουργούν στα 5,9 GHz σε ένα πραγματικό, συγκεντρωμένο περιβάλλον. (Bezzina et al., 2015) Η βασική εστίαση ήταν η συλλογή δεδομένων για την υποστήριξη (1) της λειτουργικής αξιολόγησης των εφαρμογών ασφάλειας V2V, (2) η εκτίμηση των επιχειρησιακών πτυχών των μηνυμάτων που υποστηρίζουν τις εφαρμογές ασφάλειας οχημάτων (V2I) και (3) η κατανόηση των λειτουργικών και των χαρακτηριστικών εφαρμογής ενός πρωτότυπου λειτουργικού συστήματος ασφαλείας. (Bezzina et al., 2015) Περίπου 2.800 οχήματα - ένα μείγμα οχημάτων, φορτηγών και οχημάτων διαμετακόμισης που λειτουργούν σε δημόσιους δρόμους εντός μιας ιδιαίτερα συγκεντρωμένης περιοχής - είναι εξοπλισμένα με ενσωματωμένα συστήματα ασφαλείας εντός του οχήματος, aftermarket συσκευές

ασφαλείας ή συσκευές ευαισθητοποίησης οχημάτων, όλες χρησιμοποιώντας DSRC για την εκπομπή ασύρματων σημάτων πληροφοριών σχετικά με τη θέση και την κατεύθυνση του οχήματος. Τα οχήματα που διαθέτουν ενσωματωμένες συσκευές ασφαλείας εντός και εκτός εμπορικού καταστήματος έχουν την πρόσθετη λειτουργικότητα του σχεδιασμού ώστε να μπορούν να προειδοποιούν τους οδηγούς για μια επικείμενη κατάσταση σύγκρουσης με ένα άλλο εξοπλισμένο όχημα. (Harding et al.,2014)

Η εφαρμογή του Pilot Model Safety, με 27 μονάδες οδικής κυκλοφορίας που καλύπτουν 75 μίλια οδοστρώματος, έχει επίσης σχεδιαστεί για να δοκιμάζει εφαρμογές V2I, όπως προτεραιότητα σήματος για οχήματα διέλευσης και επείγουσας ανάγκης, συντήρηση δρόμου, πυκνότητα κυκλοφορίας πεζών και χρονικό σήμα κυκλοφορίας. Τα δεδομένα από την ανάπτυξη του μοντέλου αρχειοθετούνται και τίθενται στη διάθεση των ερευνητών για αξιολόγηση και δοκιμή εφαρμογών πέρα από την περίοδο δοκιμών. Η τοποθέτηση του μοντέλου είναι η πρώτη δοκιμή αυτού του μεγέθους της τεχνολογίας V2V σε ένα πραγματικό, πολυτροπικό περιβάλλον λειτουργίας. Η UMTRI διευθύνει μια ποικιλόμορφη ομάδα βιομηχανίας, δημόσιων φορέων και ακαδημαϊκών κύκλων για την υποστήριξη αυτής της προσπάθειας. (Harding et al.,2014)

Οι στόχοι του Πιλοτικού Ασφαλείας ήταν:

- Υποστήριξη της απόφασης του Οργανισμού NHTSA με τη λήψη εμπειρικών δεδομένων σχετικά με την αποδοχή του χρήστη και την αποτελεσματικότητα του συστήματος.

- Επίδειξη εφαρμογών οχημάτων που συνδέονται σε πραγματικό κόσμο σε περιβάλλον πλούσιο σε δεδομένα.

- Δημιουργία ενός πραγματικού περιβάλλοντος λειτουργίας για την περαιτέρω ανάπτυξη της ασφάλειας, της κινητικότητας και των περιβαλλοντικών εφαρμογών.

- Αρχαιοθέτηση δεδομένων για επιπρόσθετους ερευνητικούς σκοπούς.

- Προσδιορισμός πρωτότυπων χαρακτηριστικών του συστήματος που μπορούν να βελτιωθούν ή να διορθωθούν. (Harding et al.,2014)

Τα προγραμματισμένα αποτελέσματα αυτής της έρευνας είναι:

- Ο προσδιορισμός του εάν το σύστημα έχει σχεδιαστεί ή τροποποιηθεί κάπως

- Η τεκμηρίωση των πληροφοριών είναι χρήσιμη για την εκτίμηση των πιθανών οφελών των συνδεδεμένων τεχνολογιών οχημάτων και την αξιολόγηση της αποδοχής των οδηγών συστημάτων ασφαλείας με βάση το όχημα

- Αναγνώριση οποιωνδήποτε ερευνητικών αναγκών και τα βήματα για την αντιμετώπισή τους

- Ανάλυση των δεδομένων ανάπτυξης μοντέλου για την υποστήριξη της λήψης απόφασης της υπηρεσίας για το πώς να προχωρήσουμε. (Harding et al.,2014)

Οι διάφοροι τύποι συσκευών DSRC που χρησιμοποιούνται στα οχήματα που αναπτύχθηκαν στην Ann Arbor είναι: (1) Ολοκληρωμένες Συσκευές Οχήματος (συσκευές OEM), οι οποίες εγκαταστάθηκαν (ενσωματωμένες από OEM) σε 64 νέα οχήματα (8 ανά 8 OEM που συμμετέχουν στο πρότυπο ασφάλειας), (2) aftermarket συσκευές ασφαλείας (που αποκαλούνται αλλού "αυτοτελείς" συσκευές), οι οποίες εγκαταστάθηκαν σε 270 ελαφρά οχήματα που παρέχονται από εθελοντές, (3) συσκευές ευαισθητοποίησης οχημάτων, οι οποίες εγκαταστάθηκαν σε περισσότερα από 2.400 εθελοντικά ιδιωτικά οχήματα και διάφορα οχήματα στόλου όπως τα λεωφορεία σχολείων και (4) ολοκληρωμένες και αναμορφωμένες συσκευές ασφαλείας, οι οποίες εγκαταστάθηκαν επίσης σε βαρέα φορτηγά (19) και λεωφορεία διαμετακόμισης (3) για την υποστήριξη της μεταγενέστερης αξιολόγησης των εφαρμογών ασφάλειας βαρέων φορτηγών και διαύλων διαμετακόμισης. (Harding et al.,2014)

Αυτές οι συσκευές DSRC είχαν ποικίλα χαρακτηριστικά και εξυπηρετούσαν διαφορετικούς σκοπούς στο να συμπεριληφθούν στο Πρόγραμμα. Η κύρια συσκευή, μια ολοκληρωμένη συσκευή οχήματος, είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που εισάγεται σε ένα όχημα κατά την

κατασκευή του. Αυτός ο τύπος συσκευής συνδέεται με ιδιόκτητα λεωφορεία δεδομένων και μπορεί να παρέχει εξαιρετικά ακριβείς πληροφορίες χρησιμοποιώντας αισθητήρες εντός του οχήματος για τη δημιουργία του BSM. Μπορεί να εκπέμπει και να λαμβάνει BSM, καθώς και να επεξεργάζεται το περιεχόμενο των ληφθέντων μηνυμάτων για την παροχή προειδοποιήσεων ή / και ειδοποιήσεων στον οδηγό του οχήματος στο οποίο είναι εγκατεστημένο. (Harding et al.,2014)

Μια aftermarket συσκευή ασφαλείας είναι μια ηλεκτρονική συσκευή εγκατεστημένη σε ένα όχημα μετά την αρχική της κατασκευή, η οποία είναι ικανή να στέλνει και να λαμβάνει μηνύματα ασφαλείας μέσω μιας σύνδεσης ασύρματης επικοινωνίας DSRC. Αυτός ο τύπος συσκευής διαθέτει διεπαφή οδηγού, μπορεί να εκτελεί εφαρμογές ασφάλειας V2V και V2I και μπορεί να εκπέμπει ηχητικές συμβουλές ή προειδοποιήσεις στον οδηγό του οχήματος. (Harding et al.,2014) Ορισμένες από τις συσκευές ενσωματώνονται στα υπάρχοντα συστήματα υπολογιστών του οχήματος και αναφέρονται ως Συσκευές Ασφαλείας Retrofit (RSD) . Μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες από τα λεωφορεία δεδομένων οχημάτων και τους αισθητήρες επί οχημάτων. Άλλες συσκευές δεν είναι συνδεδεμένες στο δίαυλο δεδομένων του οχήματος. Λαμβάνουν τις πληροφορίες που χρειάζονται για να σχηματίσουν το BSM από το GPS της συσκευής και μπορούν επίσης να εξοπλιστούν με πρόσθετους αισθητήρες για να παρέχουν πιο ακριβείς πληροφορίες για το BSM. (Harding et al.,2014)

Ένα VAD είναι μια ηλεκτρονική aftermarket συσκευή εγκατεστημένη σε ένα όχημα χωρίς σύνδεση με τα συστήματα οχημάτων, η οποία είναι ικανή μόνο να στείλει το BSM μέσω ασύρματης επικοινωνίας DSRC για να ειδοποιήσει άλλα οχήματα εξοπλισμένα με DSRC για

την παρουσία του. Επειδή τα VAD δεν είναι συνδεδεμένα με τα συστήματα υπολογιστών του οχήματος, όλες οι πληροφορίες για το BSM προέρχονται από το GPS της συσκευής. Επιπλέον αισθητήρες σε αυτές τις συσκευές, όπως επιταχυνσιόμετρα ή γυροσκοπία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή ακριβέστερων πληροφοριών για το BSM. Επειδή τα VAD δεν είναι εξοπλισμένα με διεπαφή οδηγού, δεν είναι σε θέση να παράγουν προειδοποιήσεις. Τα VAD μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιοδήποτε τύπο οχήματος, ανεξάρτητα από την ηλικία του οχήματος ή τα ηλεκτρονικά συστήματα επί του σκάφους. (Harding et al.,2014)

ΚΕΦ. 4: Οικονομική ανάλυση

4.1. SWOT ανάλυση



Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζω μια SWOT ανάλυση της επικοινωνίας V2V.

4.2. Κόστος

Οι εκτιμήσεις του κόστους και οφέλους από την Εθνική Υπηρεσία Οδικής Ασφάλειας Διοίκησης (NHTSA) της επικοινωνίας μεταξύ οχημάτων: Υπάρχουν τρία σενάρια εφαρμογής της V2V τεχνολογίας. Αυτές οι εκτιμήσεις παρέχουν μια ποικιλία από κόστη και οφέλη από μια ενδεχόμενη εφαρμογή του V2V. Το κόστος σε αυτή την ανάλυση περιλαμβάνει 4 κατηγορίες: εξοπλισμός οχήματος, οικονομικό αντίκτυπο σε καύσιμα, κόστος επικοινωνίας, Σύστημα Διαχείρισης Διαπιστευτηρίων Ασφαλείας (SCMS). Από όλα αυτά μαζί εκτιμάται ότι το κόστος σε κάθε καταναλωτή για κάθε όχημα θα ανέρχεται περίπου στο ποσό των 341\$ με 350\$ το 2020 (από 3% με 7% έκπτωση και τρία σενάρια). (Harding et al.,2014) Αυτό το ποσό θα μειωθεί με την πάροδο του χρόνου σε 209\$ με 227\$ μέχρι το 2058. Οι κατηγορίες αυτές μας δείχνουν το κόστος που θα έχει το κάθε όχημα ανάλογα με το αν είναι καινούριο ή παλιό. Το συστατικό κόστος για ένα καινούριο όχημα θα είναι 329\$ το 2020 και θα μειωθεί μέχρι το 2058 στα 209\$ με 227\$. Το οικονομικό αντίκτυπο στα καύσιμα υπολογίζεται να είναι 9\$ με 18\$ ανά όχημα. Το κόστος επικοινωνίας εκτιμάται να είναι 3\$ με 13\$ ανά όχημα με μέσο κόστος 8,30\$ μέχρι 8,50\$. Οι aftermarket συσκευές για ένα παλιό όχημα διακυμαίνονται μεταξύ των 160\$ και 387\$. Το SCMS κόστος βρίσκεται ανάμεσα σε 1\$ και 6\$ ανά όχημα με μέσο όρο τα 3,14\$. Το SCMS κόστος θα αυξηθεί με την πάροδο του χρόνου λόγω

της ανάγκης για υποστήριξη ενός αυξανόμενου αριθμού οχημάτων που θα χρησιμοποιούν τη V2V τεχνολογία. (Harding et al.,2014)

Το συνολικό κόστος των τεσσάρων κατηγοριών του συστήματος V2V διακυμαίνεται, όμως γενικά δείχνει μία καθοδική πορεία. Το εκτιμώμενο ετήσιο κόστος κυμαίνεται από 0,3 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι 2,1 δισεκατομμύρια δολάρια το 2020 με ειδικά κόστη να εξαρτώνται από τα σενάρια εφαρμογής της τεχνολογίας και την προεξόφληση. Το κόστος κορυφώνεται από 1,1 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι 6,4 δισεκατομμύρια δολάρια ανάμεσα στο 2022 και 2024 και μετά μειώνεται σταδιακά σε 1,1 δισεκατομμύρια δολάρια έως 4,6 δισεκατομμύρια δολάρια. (Harding et al.,2014)

Με βάση την προκαταρκτική αξιολόγηση του οργανισμού, τα συνολικά ετήσια κόστη του συστήματος V2V θα διαφέρουν σημαντικά από έτος σε έτος. Εκτός από τα on-board equipment (OBE) κόστη ενός συστήματος V2V (δηλαδή, τα στοιχεία που πρέπει να εγκατασταθούν σε ένα όχημα για να υποστηρίξει τις εφαρμογές ασφαλείας V2V που λειτουργούν στο σύστημα), υπάρχουν και δαπάνες για τις οικονομικές επιπτώσεις στα καύσιμα, το SCMS, και την επικοινωνία μεταξύ του SMCS και του OBE. (Harding et al.,2014) Αυτές οι εκτιμήσεις κόστους επηρεάζονται έντονα από το ρυθμό εφαρμογής της τεχνολογίας. Ως εκ τούτου, ο φορέας χρησιμοποίησε τρία διαφορετικά σενάρια εφαρμογής (δηλαδή, ο ρυθμός με τον οποίο τα νέα οχήματα και οι συσκευές αγοράζονται κάθε χρόνο) για την ανάδειξη των πιθανών συνολικών δαπανών και την ετήσια επίδραση της δημιουργίας ενός συστήματος V2V. (Harding et al.,2014) Αυτά τα τρία σενάρια κυμαίνονται από ένα επιθετικό πρόγραμμα υλοποίησης που περιλαμβάνει

τις aftermarket συσκευές και την 100 τοις εκατό εφαρμογή των νέων οχημάτων σε τρία χρόνια, σε ένα σχετικά αργό πρόγραμμα υλοποίησης που δεν έχει aftermarket συσκευές και σε ένα με ανώτατο όριο το 25 τοις εκατό της πλήρους εφαρμογής. Πέρα από τα τρία σενάρια και τα δύο ποσοστά έκπτωσης (3 τοις εκατό και 7 τοις εκατό), το εκτιμώμενο συνολικό κόστος θα αυξηθεί από \$ 0,3 έως \$ 2,1 δισεκατομμύρια το 2020 σε ένα σύνολο \$ 1,1 έως \$ 6,4 δισεκατομμύρια το 2022, και σταδιακά θα μειωθεί σε ένα σχετικά σταθερό επίπεδο των \$ 1,1 έως 4,6 δισεκατομμύρια δολαρίων. (Harding et al.,2014)

Το NHTSA εκτιμά σήμερα, με βάση τις προκαταρκτικές πληροφορίες τους, ότι ο εξοπλισμός που απαιτείται για να υποστηρίξει τις εφαρμογές ασφαλείας V2V θα κόστιζε \$ 329 ανά όχημα το 2020, με την πιθανότητα οι δαπάνες αυτές να μειωθούν σε βάθος χρόνου, καθώς οι κατασκευαστές θα αποκτήσουν εμπειρία στο να παράγουν τον εξοπλισμό (ένα φαινόμενο γνωστό ως καμπύλη εκμάθησης). Λαμβάνοντας υπόψη τα διάφορα σενάρια πώλησης, πιστεύουν ότι η τιμή ανά όχημα θα μπορούσε να είναι τόσο χαμηλή όπως \$ 260 το 2022 και \$ 186 το 2058. (Harding et al.,2014)

Εκτός από το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του εξοπλισμού V2V, υπάρχει κόστος στην οικονομία καυσίμου, λόγω του βάρους του εξοπλισμού V2V. Ο οργανισμός εκτιμά ότι ο εξοπλισμός V2V θα αυξήσει το συνολικό βάρος κάθε οχήματος κατά περίπου 3,45 κιλά. Ως εκ τούτου, θα αυξήσει το κόστος των καυσίμων από \$ 9 έως \$ 12 για τα επιβατικά αυτοκίνητα κατά τη διάρκεια ζωής του οχήματος, και \$ 11 έως \$ 18 για ελαφρά φορτηγά. (Harding et al.,2014)

Η επόμενη κατηγορία κόστους είναι το κόστος ασφαλούς επικοινωνίας που είναι το κόστος για την εξασφάλιση ασφαλών επικοινωνιών μεταξύ των οχημάτων και των SCMS και μεταξύ των λειτουργιών του SCMS. Για τα 3 πρώτα χρόνια, με βάση τις υποθέσεις σχετικά με την έκδοση του πιστοποιητικού και την παράδοση, δεν θα υπάρξουν ανανέώσεις των πιστοποιητικών. (Harding et al.,2014) Επιπλέον, λόγω του χαμηλού συνολικού ποσοστού διείσδυσης του V2V μεταξύ των λειτουργικών οχημάτων, ο οργανισμός πιστεύει ότι η πιθανότητα ανάρμοστης συμπεριφοράς είναι εξαιρετικά χαμηλή και ως εκ τούτου η ανάγκη για μια ασφαλή επικοινωνία δεν είναι κρίσιμη. Δεν υπάρχουν, λοιπόν, έξοδα επικοινωνίας για τα πρώτα τρία χρόνια. Το τέταρτο έτος, το κόστος κατά μέσο όρο ανά όχημα για να πληρώσει για την επικοινωνία εκτιμάται ότι θα είναι \$ 8.58 για \$ 10.74, με την τιμή δυνητικά τόσο χαμηλά όσο \$ 3,37. Στο απόγειό του, το κόστος ανά όχημα αυξάνεται σε \$ 12.39 έως \$ 12.97, με μέση αμοιβή που θα μπορούσε να χρεωθεί σε οχήματα που πωλούνται από το τέταρτο έτος και μέσα στα επόμενα 37 χρόνια που κυμαίνονται από \$ 8.30 έως \$ 8.50. (Harding et al.,2014)

Το τελικό κόστος είναι αυτό του ίδιου του SCMS, το οποίο θα διασφαλίζει ότι τα οχήματα θα είναι σε θέση να διακρίνουν τις αξιόπιστες πηγές μηνυμάτων από εκείνες που δεν είναι αξιόπιστες και έτσι θα βεβαιώνει ότι το σύστημα V2V λειτουργεί πιο αποτελεσματικά. Αναμένεται ότι το αρχικό και συνεχιζόμενο κόστος αυτού του SCMS μπορεί να καλυφθεί με μια αμοιβή των \$ 3,14 ανά νέο όχημα που πωλείται. Με άλλα λόγια, οι λειτουργίες του SCMS θα προσθέσουν ένα επιπλέον \$ 3,14 στο κόστος του κάθε οχήματος που πωλείται. (Harding et al.,2014)

Συνοπτικά, οι λειτουργίες του SCMS και επικοινωνιών θα προσθέσουν ένα εκτιμώμενο επιπλέον \$ 11,44 με \$ 12,64 στο μέσο κόστος κάθε οχήματος που πωλείται. (Harding et al.,2014)

Κατηγορία Κόστους	Ποσό σε δολάρια
Κόστος εξοπλισμού αυτοκινήτου	\$329 το 2020, μειώνεται στα \$186 - \$199 το 2058
Οικονομικό αντίκτυπο καυσίμων	\$9 - \$18
Κόστος διαπιστευτηρίων ασφαλείας	\$3.14
Κόστος επικοινωνίας	\$8.30 - \$8.50
Συνολικό κόστος	\$341 - \$350 το 2020, μειώνεται στα \$209 - \$227 το 2058

Σύμφωνα με το άρθρο του Andrew Krok, η DOT εκτιμάει ότι ο εξοπλισμός V2V θα κοστίσει περίπου 350 δολάρια ανά όχημα το 2020, ή περίπου 1,1 τοις εκατό του τρέχοντος μέσου κόστους ενός νέου αυτοκινήτου. Η τιμή αυτή αναμένεται να μειωθεί μεταξύ 209 και 235 δολαρίων μέχρι το 2058, δεδομένου ότι οι κατασκευαστές θα έχουν μεγαλύτερη εμπειρία με αυτό το είδος εξοπλισμού. Το ετήσιο κόστος σε ολόκληρο τον κλάδο κυμαίνεται μεταξύ 2,2 δισεκατομμυρίων και 5 δισεκατομμυρίων δολαρίων το 2021, αλλά η DOT θεωρεί ότι το κόστος αυτό θα αντισταθμιστεί από την εξοικονόμηση που προέρχεται από τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και τη ζημία των οχημάτων.

Στο άρθρο της Ellen Chang στο Mainstreet αναφέρεται ότι σύμφωνα με τον Rich Glasmann, αντιπρόεδρος της στρατηγικής OEM στην Omnitrac, εταιρεία τηλεματικής τεχνολογίας του

Σαν Ντιέγκο, η προσθήκη της τεχνολογίας στα οχήματα είναι σχετικά φθηνή και θα κοστίσει \$ 300 έως \$ 400 ανά αυτοκίνητο.

Λαμβάνοντας υπόψιν και τις τρεις έρευνες και βλέποντας πως τα αποτελέσματά τους συμπίπτουν, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι το συνολικό κόστος για την προσθήκη της V2V τεχνολογίας σε ένα όχημα θα ανέρχεται περίπου στο ποσό των 350\$ το 2020 και θα μειωθεί σταδιακά φτάνοντας τα 209\$-235\$ περίπου το 2058.

4.3. Επιχειρηματικό σχέδιο

Υποθέτουμε πως έχουμε μια επιχείρηση που παράγει και ενσωματώνει στα οχήματα την τεχνολογία V2V. Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα η τιμή μιας τέτοιας τεχνολογίας είναι:

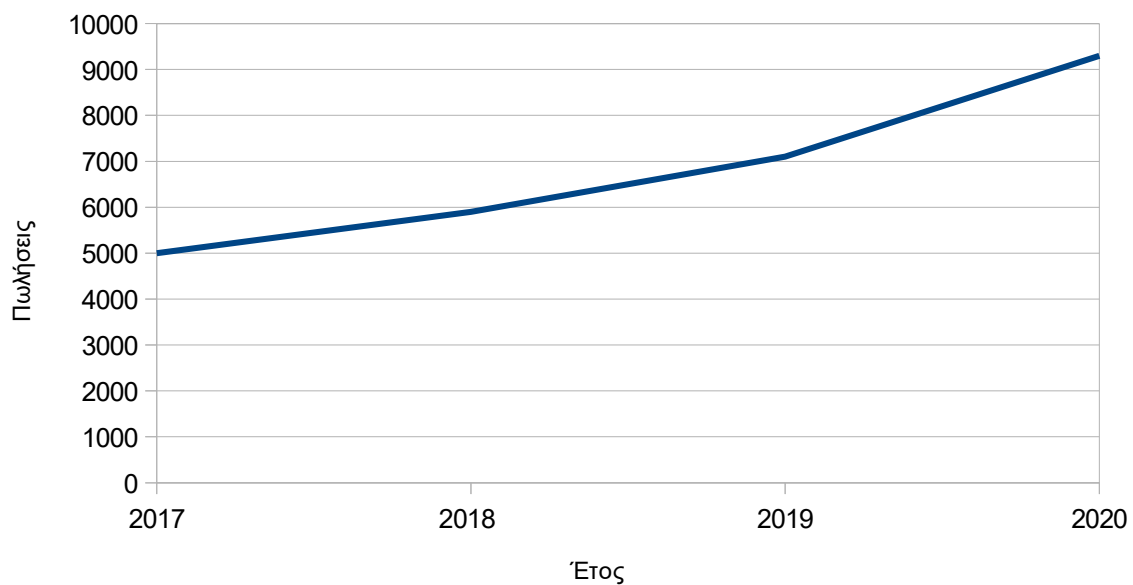
Κατηγορία	Ποσό σε δολάρια
Τιμή εξοπλισμού αυτοκινήτου	\$329
Τιμή διαπιστευτηρίων ασφαλείας	\$3.14
Τιμή επικοινωνίας	\$8.30 - \$8.50 -->\$8,40
Συνολική τιμή	\$341

Υποθέτουμε πως έχουμε αρχικό κεφάλαιο \$350000 και παίρνουμε δάνειο από τράπεζα \$300000. Ο παρακάτω πίνακας βασίζεται σε εκτιμήσεις και συνδυασμό παρόμοιων ερευνών

για τα οχήματα που θα έχουν ενσωματωμένη τεχνολογία V2V μέσα στα επόμενα χρόνια καθώς και για την πρόβλεψη διείσδυσης στην αγορά. Στις έρευνες αυτές αναφέρεται πως το 2017 θα υπάρχουν 150000 οχήματα με την τεχνολογία V2V. Ακόμα στην έρευνα των CRF, CSST και Magneti Marelli Electronic Systems αναφέρεται πως η διείσδυση θα είναι 30% το 2020. Σύμφωνα λοιπόν με αυτό και λαμβάνοντας υπόψη τη μικρή ανταγωνιστικότητα που υπάρχει, καθώς η τεχνολογία είναι καινούρια και δεν υπάρχουν πολλές επιχειρήσεις τέτοιου είδους θα μπορούσαμε προσεγγιστικά να προβλέψουμε τις παρακάτω πωλήσεις :

Έτος	Forecasting
2017	5000
2018	5900
2019	7100
2020	9300

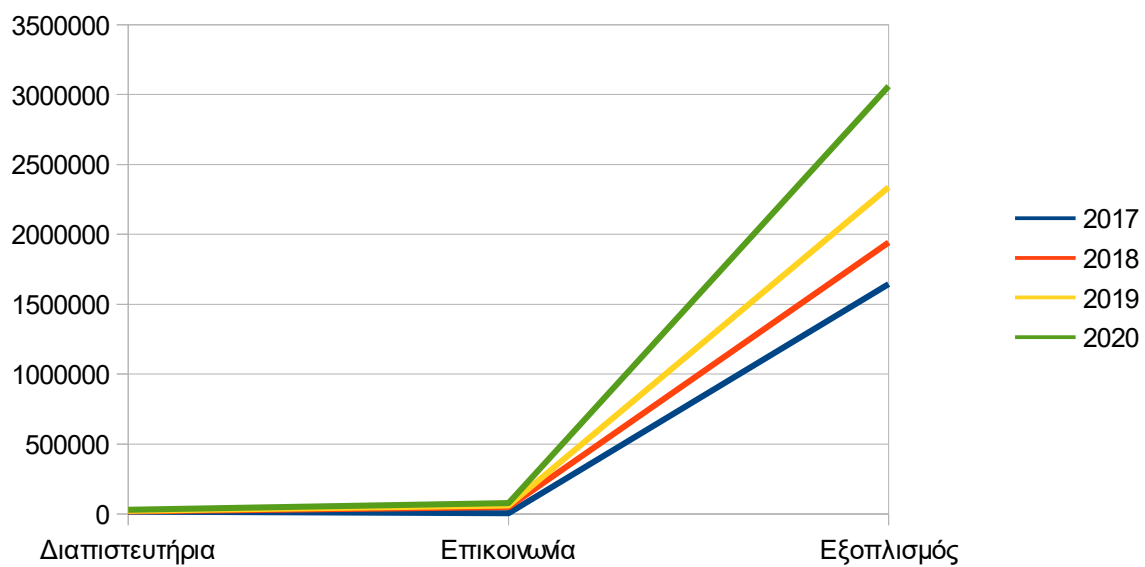
Το παρακάτω διάγραμμα μας δείχνει την πρόβλεψη διείσδυσης της επιχείρησης από το 2017 έως το 2020:



Τα έσοδα της επιχείρησης προέρχονται από την ενσωμάτωση της τεχνολογίας σε οχήματα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν τα έσοδα της εταιρείας σε \$ θα είναι:

Κατηγορία εσόδων	2017	2018	2019	2020
Εξοπλισμος αυτοκινήτου	1645000	1941100	2335900	3059700
Διαπιστευτήρια ασφαλείας	15700	18526	22294	29202
Επικοινωνία	42000	49560	59640	78120
Σύνολο	1705000	2011900	2421100	3171300



Τα έξοδα της επιχείρησης θα είναι:

-Ενοίκιο: $\$10000/\mu\eta\nu\alpha = \$120000/\acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma$

-Εξοπλισμός παραγωγής εργοστασίου: $\$200000$

-Εξοπλισμός γραφείου: $\$4000$

-Εταιρικά τηλέφωνα: $4 * \$30 = \120

-Ηλεκτρονικοί υπολογιστές: $4 * \$800 = \3200

-Διαφήμιση:\$200/έτος

-Μισθοί:\$800*25=\$20000/μήνα=\$240000/έτος

-Ηλεκτρικό ρεύμα:\$4000/2 μήνες=4000*6=\$24000/έτος

-Δάνειο:\$2000/μήνα=\$24000/έτος

-Κόστος πρώτων υλών:\$120000/έτος

Σταθερά	Μεταβλητά
Εξοπλισμός παραγωγής:\$200000	Ηλεκτρικό ρεύμα:\$24000
Εξοπλισμός γραφείου:\$4000	Διαφήμιση:\$200
Εταιρικά τηλέφωνα:\$120	Μισθοί:\$240000
Ηλεκτρονικοί υπολογιστές:\$3200	Κόστος πρώτων υλών:\$1200000
Δάνειο:\$24000	
Ενοίκιο:\$120000	

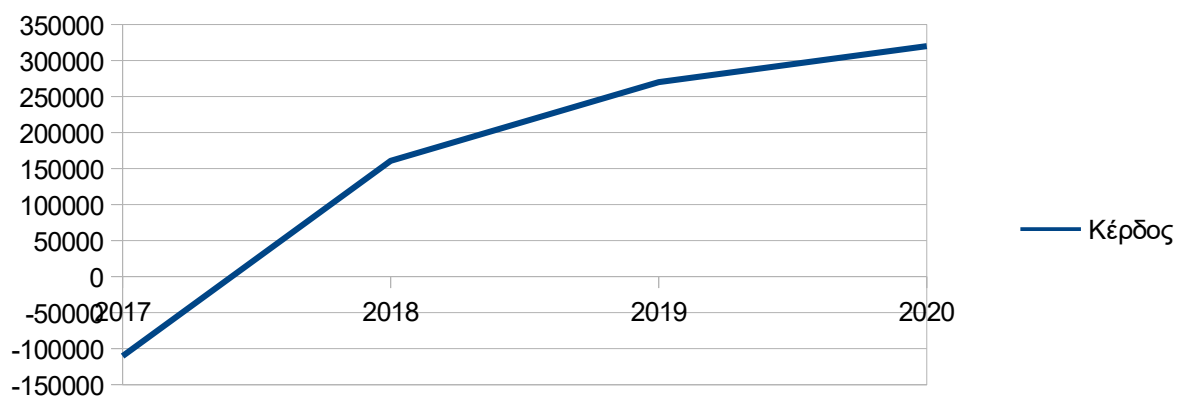
Τα συνολικά σταθερά έξοδα είναι \$351320, τα συνολικά μεταβλητά είναι \$1464200 και τα συνολικά είναι \$1815520.

Το πάγιο είναι σταθερό για 10 χρόνια. Επομένως έχουμε $1815520/10 = \$ 181552$ ετήσια έξοδα.

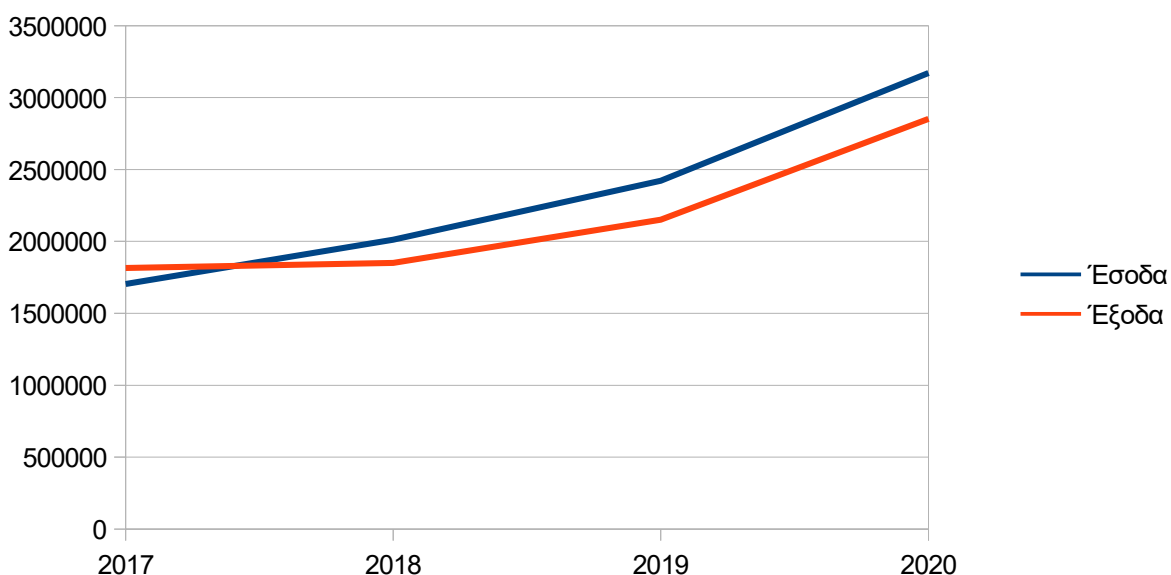
	2017	2018	2019	2020
Σταθερά έξοδα	\$351320	\$351320	\$351320	\$351320
Μεταβλητά έξοδα	\$1464200	\$1500000	\$1800000	\$2000000
Σύνολο	\$1815520	\$1851320	\$2151320	\$2851320

Κάθε χρόνο αυξάνουμε τις πρώτες ύλες ώστε να παράγουμε περισσότερα προϊόντα, έτσι αυξάνονται τα μεταβλητά άρα και τα συνολικά έξοδα.

	2017	2018	2019	2020
Συνολικά έσοδα	1705000	2011900	2421100	3171300
Συνολικά έξοδα	1815520	1851320	2151320	2851320
Κέρδος=έσοδα-έξοδα	-110520	160580	269780	319980



Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε πως η επιχείρηση έχει έσοδα από τον 2ο χρόνο και μετά ενώ τον πρώτο υπολειτουργεί. Στο διάγραμμα που ακολουθεί βλέπουμε το νεκρό σημείο, δηλαδή αυτό στο οποίο η εταιρεία έχει τόσα έσοδα ώστε να καλύπτει τα έξοδα της χωρίς να έχει ούτε κέρδος ούτε ζημία.

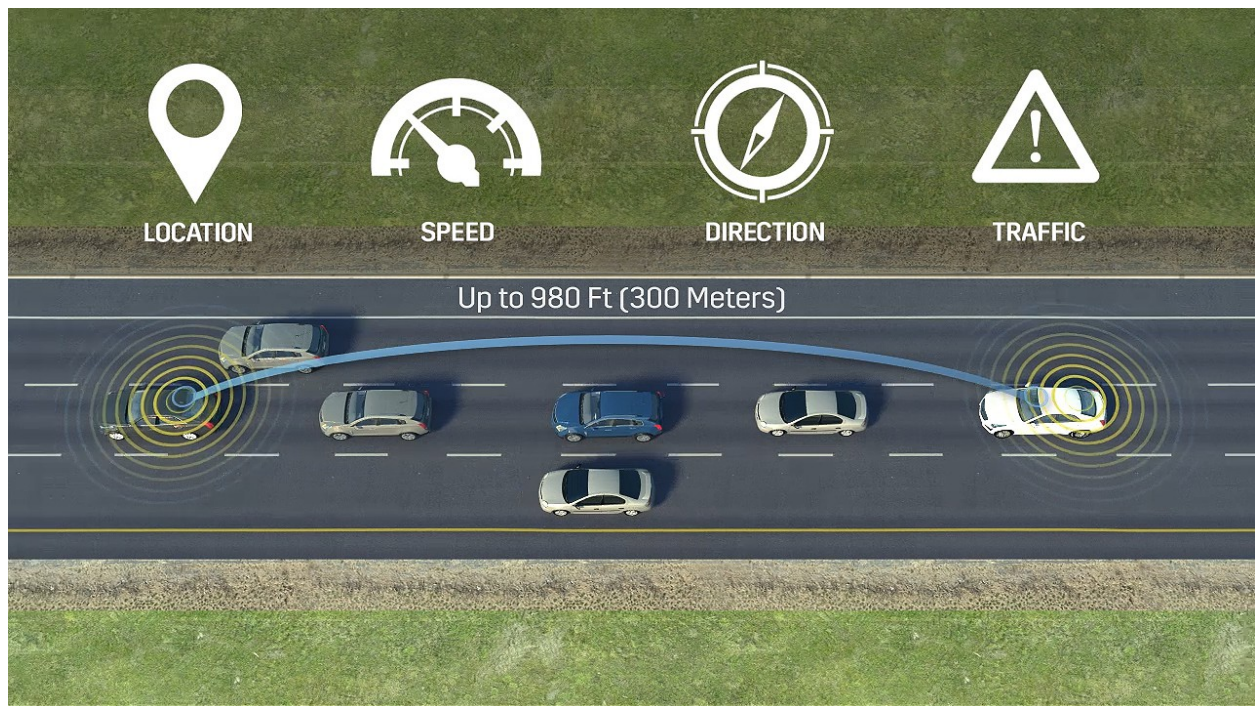


ΚΕΦ. 5: Προβλήματα και αντιμετώπιση

Είναι σαφές πως για να λειτουργήσει η τεχνολογία V2V σωστά, είναι απαραίτητο να υπάρχει σε όλα τα οχήματα αλλιώς δε θα έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Δυστυχώς όμως, το να δεχτεί κάθε καταναλωτής να ενσωματώσει αυτή την τεχνολογία στο αυτοκίνητό του δεν είναι εύκολο για διάφορους λόγους. Αρχικά, θα χρειαστεί να ξοδέψει κάποια χρήματα που για τον

μέσο άνθρωπο ίσως είναι αρκετά και δε θα θέλει να τα δώσει. Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί αν ο καταναλωτής πειστεί για την αποτελεσματικότητα των παροχών που του προσφέρονται ώστε να ενσωματώσει την τεχνολογία στο αμάξι του. Επίσης, αν τα εξαρτήματα που χρειάζονται υπάρχουν ήδη στα νέα οχήματα υποχρεωτικά δε θα το σκεφτεί κάποιος και θα το αγοράσει μαζί με το όχημα. Ακόμα, σίγουρα υπάρχουν πολλοί άνθρωποι, κυρίως οι μεγαλύτεροι σε ηλικία, που δεν ασχολούνται καθόλου με την τεχνολογία και είναι αρνητικοί στο να χρησιμοποιήσουν οποιασδήποτε εφαρμογή της. Επιπλέον, είναι πιθανό κάποιοι να φοβηθούν πως με τη μετάδοση πληροφοριών ίσως διαρρεύσουν και προσωπικές πληροφορίες και να δημιουργηθεί πρόβλημα εμπιστοσύνης στην τεχνολογία. Κατά τη γνώμη μου η σωστή διαφήμιση θα μπορούσε ίσως να βοηθήσει σε αυτό το θέμα. Πρέπει η καινοτομία αυτή να εμπνέει εμπιστοσύνη στον κόσμο για να δεχτεί να τη χρησιμοποιήσει. Επίσης, πρέπει να γίνει κατανοητό σε όλους το πόσο θα μπορέσει αυτή η τεχνολογία να βοηθήσει και ολόκληρη την κοινωνία αλλά και το κάθε άτομο ξεχωριστά. Οι δοκιμές υλοποίησης που έχουν γίνει θα πρέπει να γίνουν γνωστές σε όλους ώστε να φανεί η αποτελεσματικότητά τους. Κάτι ακόμα σημαντικό είναι να ξεκαθαριστεί το γεγονός ότι οι πληροφορίες που μεταδίδονται έχουν σχέση με την ταχύτητα και τη θέση του οχήματος και χρησιμοποιούνται για λόγους ασφαλείας, έτσι ώστε να μην υπάρχει φόβος για διαρροές προσωπικών πληροφοριών.

Οι συνδέσεις οχημάτων που αντέχουν οι καταναλωτές είναι εκείνες που επικοινωνούν με την ταυτότητα και τη θέση του οχήματος. Οι καταναλωτές που επιλέγουν εφαρμογές GPS τοποθετούν τους εαυτούς τους και τους άλλους στην ολισθηρή κλίση της απόσυρσης της ιδιωτικής ζωής για να εξοικονομήσουν χρήματα. (Baxter, 2012)



Μια ακόμη δυσκολία στην υλοποίηση του V2V είναι το γεγονός ότι η ιδέα της μετάδοσης σημάτων σε δυναμικά δίκτυα βασίζεται σε μια εφαρμογή της οποίας ο χρόνος δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί. "Η ιδέα είναι να επεκταθεί το εύρος αναγνώρισης του συστήματος Distronic πέρα από το όχημα ακριβώς μπροστά", εξηγεί ο Reichardt. Για παράδειγμα, πάρτε την κατάσταση όπου ένα φορτηγό που προσπαθεί να περάσει άλλο όχημα κάνει το αυτοκίνητο πίσω του να φρενάρει ξαφνικά στην εξωτερική λωρίδα. (DaimlerChrysler, 2001) Το αυτοκίνητο που φρενάρει θα μπορούσε να μεταδώσει τη θέση του μαζί με δεδομένα σχετικά με την καθυστέρηση πέδησης σε όχημα εξοπλισμένο με τη Distronic που ταξίδευε αρκετά αυτοκίνητα πίσω. Το σύστημα Distronic θα αυξήσει αμέσως την απόσταση του οχήματος από εκείνη που βρίσκεται ακριβώς μπροστά, ακόμη και αν το όχημα δεν είχε φρενάρει ακόμα.

(DaimlerChrysler, 2001) Με την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας θα αναπτυχθούν τα ραντάρ, οι

κάμερες και όλα τα εξαρτήματα που χρειάζονται για μια επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και έτσι θα μπορέσουν να αυξηθούν και οι αποστάσεις μεταξύ τους.

Σύμφωνα με τον Baxter, στις ΗΠΑ υπάρχει τεράστια αποσύνδεση μεταξύ δημόσιου και ιδιωτικού τομέα σε συνδεδεμένα οχήματα. Αυτή η αποσύνδεση δεν είναι τεχνικού χαρακτήρα. Η αποσύνδεση είναι ένα χάσμα μεταξύ εκείνων που πιστεύουν ότι το συνδεδεμένο όχημα είναι μια πλατφόρμα για εφαρμογές που βασίζονται στο Διαδίκτυο και εκείνων που πιστεύουν ότι το συνδεδεμένο όχημα πληροί τους κοινωνικούς στόχους ασφάλειας και απόδοσης στον αυτοκινητόδρομο. Δεν υπάρχει εχθρότητα σε αυτή τη διαφωνία - τουλάχιστον όχι ακόμα - καθώς οι δύο πλευρές εργάζονται με την πεποίθηση ότι το συνδεδεμένο όχημα θα εξυπηρετήσει και τους δύο σκοπούς. (Baxter, 2012)

Ο καταναλωτής είναι ο αληθινός πλοίαρχος και παρά την εταιρική επιθυμία να δημιουργήσει μια άλλη μεγάλη αγορά ηλεκτρονικών ειδών, ο καταναλωτής ήταν κάπως αμφιλεγόμενος όσον αφορά την αγορά ενσωματωμένης τεχνολογίας. Πόσο συχνά ο καταναλωτής επιλέγει την τεχνολογία επειδή συμβαίνει να είναι ομαδοποιημένος στο μόνο όχημα της παρτίδας που έχει τα άλλα χαρακτηριστικά που θέλει ο καταναλωτής; Πόσοι άνθρωποι που αγόρασαν συστήματα πλοήγησης εντός του οχήματος το έκαναν μόνο επειδή διαθέτουν επίσης τηλεόραση πίσω για τα παιδιά; Αγόρασαν ένα αυτοκίνητο με ένα παλαιό σύστημα πλοήγησης που είναι σκεπτικοί σχετικά με την ανάγκη ή τη χρήση, ειδικά όταν έχουν ήδη φθηνές εφαρμογές πλοήγησης στα κινητά τους τηλέφωνα. (Baxter, 2012)

Η Chang στο άρθρο της αναφέρει: "Σύντομα τα αυτοκίνητα θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους για να αποφεύγουν τις συγκρούσεις". "Το ίδιο θα λειτουργήσει για την τεχνολογία οχήματος-υποδομής, καθώς τα αυτοκίνητα θα μπορούν να επικοινωνούν με δρόμους και να ανιχνεύουν κινδύνους, όπως πεζούς και κατεστραμμένα δέντρα". "Το μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι ότι η τεχνολογία έρχεται σε μια απότομη τιμή, και πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά θα είναι πολυτελή που δεν έρχονται σάνταρ με κάθε αυτοκίνητο", είπε ο David Carlisle, Πρόεδρος του διοικητικού συμβουλίου της Carlisle & Co., Concord, Mass, συμβουλευτικής εταιρείας για εμπορικά σήματα αυτοκινήτων. (Chang, 2014)

Η πραγματικότητα της αγοράς των συνδεδεμένων οχημάτων είναι ότι έχουμε 350 εκατομμύρια άτομα στις ΗΠΑ και 250 εκατομμύρια εγγεγραμμένα οχήματα. Αυτό είναι ένα μεγάλο πλοίο για να κατευθύνει, αλλά μπορεί να είναι εξαιρετικά ευκίνητο όταν παρουσιάζεται με τη νέα τεχνολογία. Οι συνδέσεις οχημάτων που μπορούν να επιλέξουν οικειοθελώς οι άνθρωποι είναι αυτές που υπόσχονται εξοικονόμηση κόστους, ευκολία και μείωση καθυστέρησης. Το E-ZPass (ηλεκτρονικό σύστημα είσπραξης διοδίων στις μεσοδυτικές και βορειοανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες) είναι ίσως το καλύτερο παράδειγμα ανθρώπων που επιλέγουν ένα συνδεδεμένο όχημα για να εξοικονομήσουν χρήματα και να μη καθυστερήσουν σε διόδια. Η χούφτα κρατών που προχωρούν με μελέτες σχετικά με τις αμοιβές και τους φόρους των χιλιομέτρων που ταξιδεύουν με αυτοκίνητα περικλείει την έννοια ότι οι άνθρωποι «επιλέγουν» την παρακολούθηση θέσης μέσω δορυφόρου ως εναλλακτική λύση στους φόρους καυσίμων ή τα συστήματα διοδίων που επιβάλλονται με ανάγνωση χιλιομέτρων ή ερωτήσεις σχετικά με τη μονάδα διαγνωστικού ελέγχου του οχήματος. (Baxter, 2012)

Η RITA δημοσίευσε μια ιδέα λειτουργιών για το πρόγραμμα των συνδεδεμένων οχημάτων σε μια προσπάθεια να συνδέσει τις ανάγκες των χρηστών που προσδιορίζονται από τα ενδιαφερόμενα μέρη με τις απαιτήσεις του συστήματος. Η έννοια των λειτουργιών ορίζει ένα «βασικό σύστημα» που αλληλεπιδρά με διάφορους τύπους χρηστών συμπεριλαμβανομένων των χρηστών του πεδίου, των χρηστών κινητής τηλεφωνίας, των χειριστών, των εξωτερικών συστημάτων υποστήριξης, των κεντρικών χρηστών και άλλων πυρήνων. (Baxter, 2012)

Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση πρέπει να επιβάλει την υποχρέωση ότι όλα τα νέα οχήματα θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αποστέλλουν και να λαμβάνουν βασικά δεδομένα δημόσιας ασφάλειας και στη συνέχεια να ξεφύγουν από το δρόμο. Οι πιθανότητες είναι ότι δεν θα το κάνουν. Η διάδοση τεχνολογίας είναι μια απλή φόρμουλα: Αντικαταστήστε τι προτιμούν οι καταναλωτές με κάτι λίγο καλύτερο και φθηνότερο. Στους ανθρώπους αρέσουν τα αυτοκίνητα, οι υπολογιστές και η συνδεσιμότητα. Πρέπει απλώς να αφήσουμε τη σύγκλιση να συμβεί και να μην χάσουμε εντελώς τις ευκαιρίες να μανδαλώσουμε τα δυνητικά οφέλη για τους διαχειριστές μεταφορών και τους μηχανικούς. (Baxter, 2012)

Ο δημόσιος τομέας ασχολείται με την ασφάλεια από πλευράς εργονομικών παραγόντων - κυρίως από τη διάσπαση του οδηγού - και ο ιδιωτικός τομέας ασχολείται με την ασφάλεια όσον αφορά την αυτοπροστασία από τη νομική ευθύνη για τις συγκρούσεις. Ο ιδιωτικός τομέας γνωρίζει ότι υπάρχει νομική ασφάλεια σε αριθμούς, πράγμα που σημαίνει ότι όσο περισσότεροι κατασκευαστές αυτοκινήτων παρέχουν στον οδηγό απεριόριστη πρόσβαση στο Διαδίκτυο, τόσο λιγότερες πιθανότητες υπάρχουν για νομικά προνόμια που να καθορίζουν την ευθύνη του OEM για ένα γεγονός διάσπασης της προσοχής. (Baxter, 2012)

Η διοίκηση της έρευνας και καινοτιμίας της τεχνολογίας, RITA, της US DOT οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι συνδέσεις με τα οχήματα που βρίσκονται σε κίνηση πρέπει να γίνουν για να εξυπηρετήσουν τον βασικό σκοπό της παροχής ασφαλέστερων δρόμων. Το US DOT δεν θα υποστηρίξει πιθανώς έναν ομοσπονδιακό νόμο για τη διαχείριση της συμπεριφοράς των οδηγών, αλλά σίγουρα μπορεί και έχει δώσει στο παρελθόν εντολή στους OEM να εγκαταστήσουν συστήματα ασφαλείας σε νέα οχήματα. Οι σπινθήρες θα μπορούσαν να πετάξουν αν η αυτοκινητοβιομηχανία ακινητοποιήσει το Capitol Hill (κονγκρέσο των Ηνωμένων Πολιτειών) για να αντιταχθεί στο πρόσθετο κόστος και τον ερεθισμό της συμμόρφωσης με το ισοδύναμο αυτού του αιώνα με την υποχρεωτική ζώνη ασφαλείας. (Baxter, 2012)

Τέλος ένας ακόμα προβληματισμός δημιουργείται καθώς σε έκθεση της GHSA, η οποία εξέτασε τα στοιχεία για τα 50 κράτη και την περιφέρεια της Κολούμπια, τα θανατηφόρα ατυχήματα που αφορούσαν οδηγούς ηλικίας 16 και 17 ετών αυξήθηκαν κατά 11% για τους πρώτους έξι μήνες του 2011, τελειώνοντας μια οκταετή περίοδο μείωσης των θανάτων των εφήβων οδηγών. Ο πιθανός ένοχος είναι τα γραπτά μηνύματα κατά την οδήγηση και οι περισσότεροι έφηβοι που μεταφέρουν PDA. Η αύξηση των θανάτων εφήβων έρχεται σε αντίθεση με τα στοιχεία από το NHTSA, το οποίο απελευθέρωσε μια εκτίμηση ότι ο συνολικός θάνατος από μηχανοκίνητα οχήματα μειώθηκε κατά 1% κατά την ίδια περίοδο. (Baxter, 2012)

ΚΕΦ. 6: Θετικές συνέπειες της επικοινωνίας έξυπνων οχημάτων

Η επικοινωνία μεταξύ έξυπνων οχημάτων είναι μια εφαρμογή που θα έχει πολλά οφέλη τόσο σε κοινωνικό επίπεδο όσο και σε ατομικό. Η βασικότερη ίσως βοήθεια που προσφέρει είναι ο καταμερισμός της συμφόρισης στους δρόμους και κατά συνέπεια και η μεγαλύτερη ασφάλεια στην οδήγηση με την αποφυγή ατυχημάτων. Ακόμα, συμβάλλει στον οικονομικό τομέα με τη μείωση του κόστους των καυσίμων και φυσικά με τη μείωση του κόστους επισκευών από ατυχήματα. Επίσης, μπορεί να μειώσει αρκετά τα επίπεδα ρύπανσης της ατμόσφαιρας καθώς τα καυσαέρια θα είναι λιγότερα αφού δε θα υπάρχει τόση κίνηση. Επιπλέον, μπορούν να μειωθούν τα όργανα οδοστρώματος, όπως για παράδειγμα τα φανάρια, διότι δε θα χρειάζονται πλέον γιατί τη λειτουργία τους την αντικαθιστά το V2X. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να βελτιώσει ακόμα και τον ψυχολογικό τομέα των ανθρώπων διότι δε θα υπάρχει τόσο άγχος κατά την οδήγηση αφού ο οδηγός θα αισθάνεται και πιο ασφαλής και πιο σίγουρος ότι θα φτάσει στον προορισμό του χωρίς καθυστερήσεις. Πέρα από αυτά, θα υπάρχει η δυνατότητα ηλεκτρονικής πιστοποίησης, ασφάλισης και τιμολόγησης και έτσι δε θα περιμένει κανείς σε ουρές. Πιο αναλυτικά θα δούμε παρακάτω τις θετικές συνέπειες που θα έχει η επικοινωνία μεταξύ οχημάτων.

Η πτυχή V2I του CVE είναι σαφώς η πιο ευεργετική για τον μηχανικό μεταφορών, και όμως είναι η λιγότερο ανεπτυγμένη και λιγότερο κεφαλαιοποιημένη διάσταση του προγράμματος. Ο τυπικός καταναλωτής επηρεάζεται από τις καθυστερήσεις της κυκλοφορίας και πολλές ζωές αλλάζουν και τελειώνουν από συντριβές. Δυστυχώς, ο τυπικός καταναλωτής δεν γνωρίζει τη διαφορά στην ποιότητα ζωής και την αξία ιδιοκτησίας που προσφέρουν τα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας. (Baxter, 2012) Η τεχνολογία που συνδέει το αυτοκίνητό με τα σήματα κυκλοφορίας θα βοηθήσει τους καταναλωτές να αποφύγουν τα ατυχήματα, να

μειώσουν την κατανάλωση καυσίμων και τις καθυστερήσεις κατά τις καθημερινές μετακινήσεις τους. Αυτή η τεχνολογία σημαίνει ότι οι καταναλωτές θα μπορούσαν να δαπανούν λιγότερα χρήματα στο μέλλον, δεδομένου ότι θα χρησιμοποιηθεί λιγότερη βενζίνη και τα ποσοστά αυτόματης ασφάλισης θα μπορούσαν να μειωθούν με λιγότερα ατυχήματα που συμβαίνουν. (Chang, 2014)

Το συνδεδεμένο όχημα θα λαμβάνει και θα επεξεργάζεται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, τα οποία θα επιτρέπουν στον οδηγό και στις τεχνολογίες υποστήριξης οδηγού να αποφεύγουν πιθανές παγίδες, συμπεριλαμβανομένων συγκρούσεων με σταθερά αντικείμενα ή άλλα οχήματα. (Baxter, 2012) Η συνδεδεμένη τεχνολογία οχημάτων ενσωματώνει τη διαχείριση της κυκλοφορίας και αποτελεί πλέον μέρος της καθημερινής ζωής πολλών οδηγών. Μελέτες που διεξήχθησαν από το Υπουργείο Μεταφορών των ΗΠΑ δείχνουν ότι το 83% των συγκρούσεων θα αποφευχθεί μέσω της χρήσης της τεχνολογίας των συνδεδεμένων οχημάτων. (Chang, 2014) Άλλη έρευνα λέει πως αφού αναλογιστούμε τις τάσεις, ο αναμενόμενος αριθμός θανατηφόρων που θα εξαλειφθούν κάτω από το πιο αισιόδοξο σενάριο το 2058 θα μειωθεί από 1.083 σε 332 - μείωση κατά 69,3%, ενώ ο αναμενόμενος αριθμός τραυματισμών που θα αποφευχθούν το 2058 θα μειωθεί από 270,011 έως 68,890 - μείωση κατά 74,5%. Βλέπουμε μια ανάλυση στην παρακάτω εικόνα: (Coleman et al., 2016)

Calendar Year	Scenario		2020	2030	2040	2050	2058
NHTSA Baseline - 2010 - 2011 Population of Crashes							
Fatalities Eliminated	Low	[1]	0.47	363	687	765	777
	High	[2]	0.65	507	958	1,067	1,083
MAIS 1-5 Injuries	Low	[3]	115	89,425	169,156	188,353	191,202
	High	[4]	162	126,284	238,879	265,988	270,011
PDOV	Low	[5]	307	239,050	452,186	503,502	511,118
	High	[6]	437	340,567	644,215	717,323	728,173
Baseline Including Trends in Crashes							
Fatalities Eliminated	Low	[7]	0.37	225	332	287	238
	High	[8]	0.52	314	462	400	332
MAIS 1-5 Injuries	Low	[9]	89	51,481	72,821	60,635	48,783
	High	[10]	125	72,700	102,836	85,627	68,890
PDOV	Low	[11]	276	190,665	320,188	316,516	292,119
	High	[12]	393	271,634	456,162	450,930	416,173
Percentage Decline Relative to NHTSA Baseline							
Fatalities Eliminated	Low and High	[13]	-20.2%	-38.0%	-51.8%	-62.5%	-69.3%
MAIS 1-5 Injuries	Low and High	[14]	-23.0%	-42.4%	-57.0%	-67.8%	-74.5%
PDOV	Low and High	[15]	-10.2%	-20.2%	-29.2%	-37.1%	-42.8%

Οι διασταυρώσεις που περιλαμβάνουν την τεχνολογία μπορούν να μεταφέρουν την κυκλοφορία πιο αποτελεσματικά - οι καθυστερήσεις εκτιμάται ότι θα μειωθούν κατά 17%, ο αριθμός των οδηγών που πρέπει να σταματήσει μειώνεται κατά 22%, η ποσότητα βενζίνης που μειώνεται κατά 5% και οι εκπομπές CO₂ εξουδετερώνονται κατά 5%, δήλωσε ο Ben Collar, διευθυντής έρευνας και ανάπτυξης της οδικής και αστικής κινητικότητας της Siemens που εδρεύει στο Ώστιν του Τέξας. "Ο πρώτος στόχος της τεχνολογίας είναι η βελτίωση της ασφάλειας και ο δεύτερος στόχος είναι να εργαστούμε για την αποδοτικότητα και για τα αυτοκίνητα και ολόκληρο το σύστημα κυκλοφορίας", δήλωσε ο David Carlisle. (Chang, 2014)

Ακριβώς όπως ο αναμεταδότης σήματος διοδίων αντικαθιστά σταδιακά τον τηλεφωνικό σταθμό σε όλο τον κόσμο, η τεχνολογία των συνδεδεμένων οχημάτων θα μειώσει τελικά τον εξοπλισμό του οδικού δικτύου σε σημεία συλλογής / μετάδοσης δεδομένων, τα οποία επίσης θα εξαφανιστούν με την πάροδο του χρόνου. Αυτό θα διαρκέσει πολύ και θα σηματοδοτηθεί από πολλά χρόνια διπλών και περιττών οθονών μέσα και έξω από το όχημα. (Baxter, 2012) Τα επόμενα 25 χρόνια, το φανάρι μπορεί να καταστεί άνευ αντικειμένου, καθώς θα αντικατασταθεί από τις καινοτομίες όπως η επικοινωνία από όχημα με όχημα και η επικοινωνία μεταξύ οχήματος και υποδομής. (Chang, 2014)

“Σύμφωνα με πρόσφατα στατιστικά στοιχεία που συνέταξε η Nationwide Insurance, ο μέσος μετακινούμενος αστός μένει κολλημένος στην κίνηση περίπου 34 ώρες κάθε χρόνο και χάνει 1.9 δισεκατομμύρια γαλόνια καυσίμων", δήλωσε ο Collar. "Ο μόνος τρόπος να δούμε σημαντική μείωση της συμφόρησης και της κατανάλωσης καυσίμων είναι να αναπτύξουμε τεχνολογίες που καθιστούν τα συστήματα κυκλοφορίας πιο αποτελεσματικά.” (Chang, 2014)

Φυσικά, οι καταναλωτές θα πρέπει να διεξάγουν ανάλυση κόστους-οφέλους και να δουν εάν η ασφάλεια, σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση που επιτρέπει η τεχνολογία, μπορεί να δικαιολογήσει την τιμή. Συνδεδεμένα αυτοκίνητα, για παράδειγμα, θα βοηθήσουν στην εξάλειψη των κυκλοφοριακών συμφόρησης, γεγονός που θα βοηθήσει στη μείωση των λογαριασμών αερίου. "Όλοι γνωρίζουμε πόσο ρελαντί μπορεί να αποστραγγίσει το δοχείο αερίου σας", είπε ο David Carlisle. Η τεχνολογία θα αυξήσει την πίεση στις ασφαλιστικές εταιρείες, αφού σχεδόν όλοι οι οδηγοί θα είναι επιλέξιμοι για τις εκπτώσεις "καλής

οδήγησης", δήλωσε ο Carlisle. Ο αριθμός των συγκρούσεων πιθανότατα θα μειωθεί, αλλά η τεχνολογία δεν θα είναι φθηνή για την επισκευή. (Chang, 2014)

Το 2011, η κυκλοφοριακή συμφόρηση οδήγησε τους Αμερικανούς να περάσουν επιπλέον 5,5 δισεκατομμύρια ώρες περισσότερο στην κυκλοφορία, η οποία κατανάλωσε επιπλέον 2,9 δισεκατομμύρια γαλόνια καυσίμου και είχε ως αποτέλεσμα ένα συνολικό κόστος συμφόρησης 121 δισεκατομμυρίων δολαρίων, σύμφωνα με την Έκθεση Αστικής Κινητικότητας του 2012, δήλωσε ο Jason JonMichael, Ηγέτης της HNTB, μιας επιχείρησης υποδομής του Kansas Cit. "Με το πλούσιο σύνολο πληροφοριών που συλλέγονται και μεταδίδονται σχετικά με τις συνθήκες κυκλοφορίας και τις καιρικές συνθήκες, οι μεταφορικές υπηρεσίες θα έχουν καλύτερες πληροφορίες για να διαχειριστούν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και να δημιουργήσουν καλύτερη κινητικότητα για τους πολίτες", ανέφερε. (Chang, 2014)

Το άγχος της οδήγησης μπορεί να μειωθεί, καθώς η τεχνολογία θα μειώσει τον αριθμό των ατυχημάτων και το 30% των επισκευών από σύγκρουση θα μπορούσε να αποφευχθεί όταν η σύγκρουση προς τα εμπρός, η βοήθεια πλευρικής όψης, η αναχώρηση λωρίδας και οι προσαρμοζόμενοι προβολείς είναι μέρος του κανόνα, δήλωσε ο David Carlisle. Στο μέλλον, η τεχνολογία θα μπορούσε να καταστεί υποχρεωτική όπως οι ζώνες ασφαλείας και οι αερόσακοι. (Chang, 2014)

Σύμφωνα με τον Roger Ordmar: "Οι κατασκευαστές και οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να διαχειρίζονται εξ αποστάσεως το ενσωματωμένο λογισμικό σε αυτοκίνητα καθ 'όλη τη

διάρκεια ζωής του οχήματος", δήλωσε. "Μπορούν επίσης να μειώσουν σημαντικά το κόστος εγγύησης που σχετίζεται με το λογισμικό και να αποφύγουν το ακριβό άμεσο και έμμεσο κόστος που σχετίζεται με τις ανακλήσεις προϊόντων". (Chang, 2014)

Η αξιολόγηση της ασφάλειας με βάση τα δεδομένα συντριβής είναι μία από τις πιο αργές μηχανικές διεργασίες που υπομένουμε. Τα δεδομένα από τις αστυνομικές καταστροφές χρειάζονται συχνά χρόνια για να καταστούν χρήσιμα. Τα δεδομένα που έχουμε είναι πάντοτε μετά το γεγονός και δεν δείχνουν πάντα μια σαφή αιτιώδη εικόνα. Με τα συνδεδεμένα οχήματα είναι πιθανό να έχουμε πιο άμεσα και υψηλότερα ποιοτικά δεδομένα τόσο για τα συντρίμια όσο και για τα "σχεδόν ατυχήματα" (Baxter, 2012)

Τα κράτη της Καλιφόρνιας, της Χαβάη, της Οκλαχόμα, της Φλόριντα και της Αριζόνα έχουν εισαγάγει νομοθετικά νομοσχέδια για να ακολουθήσουν τους νόμους των μηχανοδηγών της Νεβάδα. Με βάση ένα αρχείο ασφαλείας που περιλαμβάνει περισσότερα από 20.000 μίλια λειτουργίας των αυτοκινήτων Google χωρίς οδηγό στη νότια Καλιφόρνια, η Nevada DMV χορήγησε άδεια για το πρώτο μηχανοκίνητο όχημα τον Μάιο του 2012. Φυσικά, οι νομοθέτες θα χάσουν αρχικά το σκάφος από την άποψη της απαίτησης οποιασδήποτε ανταλλαγής δεδομένων των αυτόνομων οχημάτων και δεν αντιλαμβάνονται ότι ένα μηχανοκίνητο όχημα δεν χρειάζεται ιδιωτικότητα. (Baxter, 2012)

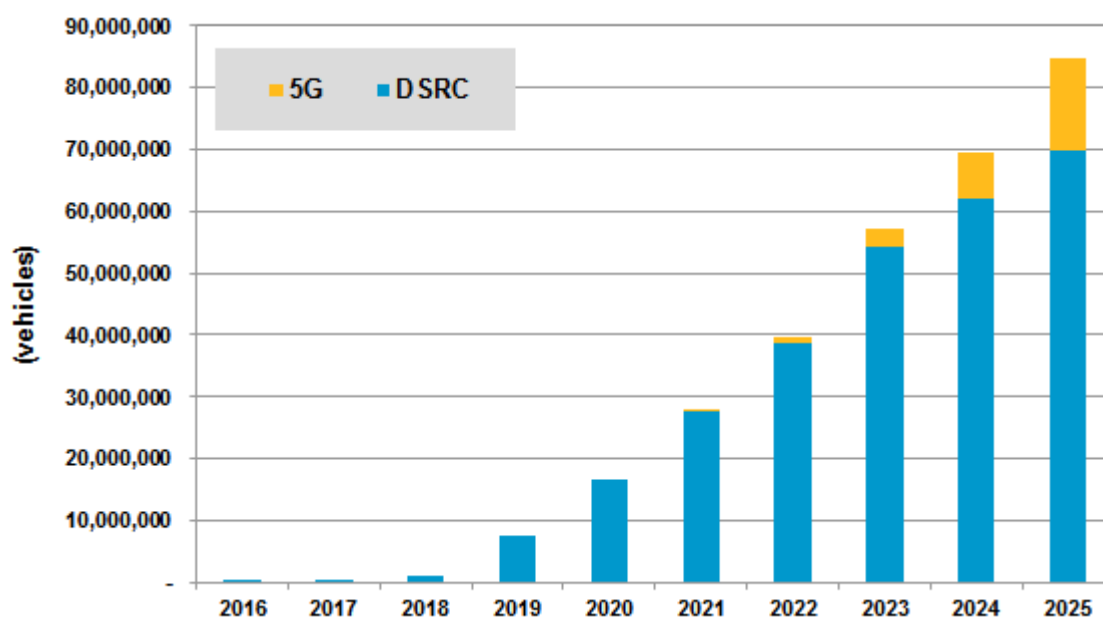
Η ηλεκτρονική πιστοποίηση, η ασφάλιση και η τιμολόγηση των χρηστών του οδικού δικτύου διευκολύνεται από τη συνδεσιμότητα των οχημάτων. Τα οφέλη είναι πως ποτέ δεν θα

περιμένετε πάλι στη γραμμή στο DMV, πληρώνετε μόνο για ασφάλιση όταν οδηγείτε στην πραγματικότητα και πληρώνετε ένα φόρο για τα μίλια που οδηγείτε σε δημόσιους δρόμους (πετάξετε τον αναμεταδότη σας) αντί για φόρο επί των καυσίμων. (Baxter, 2012)

Ο διαχωρισμός των ηλεκτρονικών εφαρμογών σε πολλαπλές πλατφόρμες είναι η μάστιγα της σύγχρονης ύπαρξης. Όταν το αυτοκίνητο ενός ατόμου γίνεται κυλιόμενος διανομέας διαδικτύου, είναι δυνατή η απρόσκοπτη σύγκλιση επιθυμητών εφαρμογών. Με τα αυτοκίνητα που διαρκούν περισσότερο από τα ηλεκτρονικά, προσέξτε για μια τάση προς τις αρθρωτές αντικαταστάσιμες πλατφόρμες τεχνολογίας στα οχήματα. (Baxter, 2012)

ΚΕΦ. 7: Πιθανές βελτιώσεις

Η αύξηση του ραντάρ, των κάμερων και του lidar με τις επικοινωνίες V2V μπορεί να επεκτείνει την κατανόηση της κατάστασης σε εκατοντάδες ναυπηγεία κάτω από το δρόμο ή γύρω από τις γωνίες, ώστε τα συστήματα ελέγχου να γνωρίζουν τα οχήματα που προσεγγίζουν μια τυφλή διασταύρωση. Η προσθήκη ραδιοφώνων DSRC σε υποδομές και smartphones μπορεί να επεκτείνει αυτή την ευαισθητοποίηση σε σήματα κυκλοφορίας, πεζούς και πολλά άλλα. (Abuelsamid, 2017)



Ετήσιες ελαφρές πωλήσεις οχημάτων με ενσωματωμένη V2X τεχνολογία (*World Markets 2016-2025, πηγή: Navigant Research*)

Τα ερευνητικά προγράμματα της Navigant Research Project έχουν σχεδιάσει περίπου 70 εκατομμύρια οχήματα ετησίως παγκοσμίως με το V2V με βάση το DSRC μέχρι το 2025 με άλλα 15 εκατομμύρια να χρησιμοποιούν τις μελλοντικές κυψελωτές τεχνολογίες βασισμένες σε 5G . (Abuelsamid, 2017)

Αισθητήρες όπως το ραντάρ, το lidar και οι κάμερες επιτρέπουν ορισμένες εφαρμογές ασφάλειας που θεωρούνται από ορισμένους ως εναλλακτικές λύσεις έναντι του V2V. Ενώ αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι πιο ώριμα από το V2V, έχουν και μειονεκτήματα όταν χρησιμοποιούνται μόνα τους. Ένα συνδυασμένο ή συγχωνευμένο σύστημα που χρησιμοποιεί οποιονδήποτε από αυτούς τους άλλους αισθητήρες μαζί με το V2V θα επωφεληθεί από τα πλεονεκτήματα του DSRC. Για παράδειγμα, ανίχνευση οχημάτων απειλής που δεν ανήκουν στο

οπτικό πεδίο των αισθητήρων και χρήση σήματος DSRC για την επικύρωση επιστροφής από αισθητήρα με βάση το όχημα (π.χ. επιστροφή ραντάρ από μεταλλικά αντικείμενα στο οδόστρωμα, απουσία σήματος DSRC που να αναγνωρίζει αποστολέα ως όχημα, μπορεί να είναι λάθος για ένα όχημα και να προκαλέσει ψευδή προειδοποίηση). (Harding et al.,2014) Ένα συγχωνευμένο σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει πολλαπλούς αισθητήρες για να αυξήσει την ακρίβεια και θα μπορούσε να οδηγήσει σε βελτιωμένο χρονοδιάγραμμα προειδοποίησης και μείωση του αριθμού των ψευδών θετικών. Όπως αναφέρεται στην δήλωση πολιτικής για τα αυτοματοποιημένα οχήματα, η τεχνολογία V2V θα μπορούσε ενδεχομένως να λειτουργήσει και ως πρόσθετη είσοδος αισθητήρα που θα μπορούσε να αυξήσει τα διαθέσιμα δεδομένα. (Harding et al.,2014)

Ένα σύστημα επικοινωνίας V2V απαιτεί εξαρτήματα τοποθετημένα σε οχήματα και κατά μήκος των οδοστρωμάτων για να επιτρέψει την πλήρη λειτουργία του συστήματος. Για ένα σύστημα V2V, αυτό περιλαμβάνει τόσο τα εξαρτήματα του οχήματος όσο και τις μονάδες οδικής πλευράς (RSE) για την παροχή ενημερώσεων ασφαλείας και επικοινωνίας στο σύστημα διαχείρισης ασφάλειας. Ένα σύστημα V2I θα επεκτείνει τις δυνατότητες ενσωματώνοντας επιπλέον RSE, ενδεχομένως, σε σήματα κυκλοφορίας, σήματα και άλλα εξαρτήματα που σχετίζονται με την υποδομή. (Harding et al.,2014)

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας μπορούν να δημιουργηθούν καλύτερες κάμερες, ραντάρ και άλλα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στην επικοινωνία V2V και με αυτό τον τρόπο θα μπορούσε να αυξηθεί το εύρος αλλά και η ποιότητα της επικοινωνίας. Αυτό σημαίνει πως θα

υπάρχει μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των οχημάτων που θα στέλνουν πληροφορίες και μικρότερη πιθανότητα για κάποιο σφάλμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abuelsamid , S. (2017, Feb 22). New Cadillac Infotainment System Brings V2V Communications Along For The Ride. Forbes Retrived from <https://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2017/02/22/new-cadillac-infotainment-system-brings-v2v-communications-along-for-the-ride/#1d18540c6b2e>

AlKhalil,A.B.,AlSherbaz,A.andTurner,S.J.(2013)Enhancing the physical layer in V2V communication using OFDM MIMO techniques. In: Arsuelma'atti, O. (ed.) Proceedings of the 14th Annual Postgraduate Symposium on the Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting. Liverpool: PGNet. 9781902560274

Ana Roxin. Inter-vehicle communications - research report. 2008. <hal-01072046>

Andrew K. (2016, December 13) US Department of Transportation hopes to mandate V2V communications [Web log comment]. Retrieved from <https://www.cnet.com/roadshow/news/us-department-of-transportation-hopes-to-mandate-v2v-communications/>

Baxter, D. (2012, October 3). Communication is key to a universe of traffic management possibilities. ROADS&BRIDGES. Retrieved from <https://www.roadsbridges.com/connected-vehicles-calling-all-cars>

Bezzina, D., & Sayer, J. (2015, June). Safety pilot model deployment: Test conductor team report. (Report No. DOT HS 812 171). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Chang, E. (2014, October 15) Your Connected Car Could Save You Money: Why You Need Hi-Tech Wheels , The Street Retrieved from <https://www.thestreet.com/story/12914103/1/your-connected-car-could-save-you-money-why-you-need-hi-tech-wheels.html>

Coleman,B.,& Lucrezio,F. (2016,May 2). The Economic Costs and Benefits of a Federal Mandate that All Light Vehicles Employ 5.9GHz DSRC Technology. National Cable & Telecommunications Association

Community Research and Development Information Service (2010, August) CARTALK 2000 Report Summary: Cooperating driver assistance systems Retrieved from http://cordis.europa.eu/result/rcn/45240_en.html

CRF,CSST,Magneti Marelli Electronic Systems (2008,January). SAFESPOT INTEGRATED PROJECT-IST-4-026963-IP

Dimitrakopoulos,G., Demestichas,P. (2010, March 15). Intelligent Transportation Systems. IEEE Vehicular Technology Magazine 77-84. <https://doi.org/10.1109/MVT.2009.935537>

Franz, W., (2002, January). FleetNet-Internet on the Road: Ad Hoc Radio Network for Inter-Vehicle Communications Retrieved from http://uk.nec.com/en_GB/en/documents/Fleetnet_flyer.pdf

Harding, J., Powell, G., R., Yoon, R., Fikentscher, J., Doyle, C., Sade, D., Lukuc, M., Simons, J., & Wang, J. (2014, August). Vehicle-to-vehicle communications: Readiness of V2V technology for application. (Report No. DOT HS 812 014). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Knight, W. (2015,March/April) . A simple wireless technology promises to make driving much safer. MIT Technology Review. Retrieved from <https://www.technologyreview.com/s/534981/car-to-car-communication/>

Matolak D.W. (2013) V2V Communication Channels: State of Knowledge, New Results, and What's Next. In: Berbineau M. et al. (eds) Communication Technologies for Vehicles. Nets4Cars/Nets4Trains 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 7865. Springer, Berlin, Heidelberg

Vaishali D Khairnar et al ,(JAN-FEB 2012) Int.J.Computer Technology & Applications,Vol 3 (1), 370-373

Wollschlager D. (2014, September 10). What's Next? V2V (Vehicle-to-Vehicle) Communication With Connected Cars [Web log comment]. Retrieved from <http://insights.wired.com/profiles/blogs/vehicle-to-vehicle-communication#axzz4fLObDFD8>