

# Τεχνολογίες Έξυπνων Αυτοκινήτων



Πτυχιακή Εργασία

**ΒΛΑΧΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**  
**(Α.Μ. 2008027)**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΛΙΑΠΕΡΔΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΠΑΡΤΗ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2018



# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η οδήγηση είναι ήδη ένα περίπλοκο έργο που απαιτεί διαφορετικό επίπεδο γνωστικού και φυσικού φορτίου. Με την πρόοδο στην τεχνολογία, το αυτοκίνητο έχει γίνει ένας χώρος για την κατανάλωση μέσω ενημέρωσης και ένα κέντρο επικοινωνίας. Ο αριθμός των χαρακτηριστικών ενός αυτοκινήτου έχει επίσης αυξηθεί. Ως αποτέλεσμα, η αλληλεπίδραση του χρήστη μέσα στο αυτοκίνητο έχει γίνει υπερπλήρη και πιο περίπλοκη. Αυτό έχει αυξήσει το μέγεθος της απόσπασης της προσοχής κατά την οδήγηση και έχει επίσης αυξήσει τον αριθμό των ατυχημάτων λόγω της αποσπασματικής οδήγησης.

Οι τεχνολογίες έξυπνων οχημάτων αναπτύσσονται ταχύτατα παγκοσμίως. Έχουν αναγνωριστεί ως τεχνολογίες που επιτρέπουν την ενίσχυση της οδικής ασφάλειας και την αύξηση της απόλαυσης οδήγησης. Οι τεχνολογίες έξυπνων οχημάτων αναπτύσσονται υπό την αιγίδα της «έννοιας της υποβοήθησης του οδηγού» (για την υποβοήθηση των ανθρώπων κατά την οδήγηση του οχήματος) ή της έννοιας «αυτόνομης οδήγησης / έξυπνου οχήματος» (για να επιτρέπεται στο όχημα να οδηγεί ανεξάρτητα (αυτόνομα) χωρίς καμία ή περιορισμένη βοήθεια από τον άνθρωπο).

Αυτή η εργασία επικεντρώνεται στην ανάλυση των Προηγμένων Συστημάτων Υποβοήθησης Οδηγού (ADAS) και έχει ως στόχο να δώσει μια πιο λεπτομερή εισαγωγή στις πολλές πτυχές αυτών των τεχνολογιών.

Κάποιες ονομασίες τεχνολογιών και ορισμοί έμειναν αμετάφραστοι και αποδίδονται στην αγγλική γλώσσα διότι δεν ήταν εύκολο να βρεθούν δόκιμοι ελληνικοί όροι που να αντικατοπτρίζουν πλήρως την έννοια τους.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Σύστημα, υποβοήθηση, αισθητήρας, προειδοποίηση, έξυπνο αυτοκίνητο



# ABSTRACT

Driving is already a complex task that demands a varying level of cognitive and physical load. With the advancement in technology, the car has become a place for media consumption and a communications center. The number of features in a car has also increased. As a result, the user interaction inside the car has become overcrowded and more complex. This has increased the amount of distraction while driving and has also increased the number of accidents due to distracted driving.

Intelligent vehicle technologies are rapidly growing worldwide. They have been recognized as technologies that are enabling enhancement in road safety and increasing driving pleasure. Intelligent vehicle technologies are being deployed under the umbrella of the 'driver assistance concept' (to assist humans while driving the vehicle) or the 'autonomous driving/intelligent vehicle concept' (to enable a vehicle to drive independently (autonomously) along the road. with no or limited assistance from humans).

This paper focuses on the analysis of Advanced driver-assistance systems (ADAS) and aims to provide a more detailed introduction to many aspects of these technologies.

**KEYWORDS:** System, assist, sensor, warning, intelligent car



## **ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ**

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάση επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δε μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

*Όνομα και Επώνυμο Συγγραφέα (Με Κεφαλαία):*

.....

*Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):*

.....

*Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):*

.....





# Κατάλογος περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	13
1.1 Advanced driver – assistance systems.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	17
2.1 Έλεγχος ταχύτητας .....	17
2.1.1 Λειτουργία.....	17
2.1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα .....	18
2.1.3 Adaptive cruise control.....	18
2.2 Autonomous cruise control system .....	19
2.2.1 Συστήματα υποβοήθησης .....	21
2.2.2 Συστήματα πολλαπλών αισθητήρων .....	21
2.2.3 Συστήματα πρόβλεψης.....	21
2.3 Έξυπνη προσαρμογή ταχύτητας.....	22
2.3.1 Τύποι ISA (ενεργό / παθητικό).....	23
2.3.2 Τεχνολογία προσδιορισμού /επαλήθευσης θέσης και ταχύτητας .....	23
2.3.3 Σύστημα με βάση τη θέση.....	23
2.3.3.1 Ραδιο-φάροι.....	23
2.3.3.2 Συστήματα οπτικής αναγνώρισης.....	24
2.3.3.3 Dead reckoning.....	24
2.3.4 Περιορισμοί .....	25
2.4 Σύστημα ελέγχου καθόδου σε λόφο .....	26
2.5 Σταθεροποίηση πλευρικού ανέμου.....	27
2.6 Αυτόματο Παρκάρισμα .....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	31
3.1 Σύστημα αποφυγής σύγκρουσης.....	31
3.1.1 Οφέλη:.....	32
3.1.2 Χαρακτηριστικά: .....	32
3.2 Υποβοήθηση διασταύρωσης .....	33
3.3 Υποβοήθηση στροφής.....	33
3.4 Σύστημα προειδοποίησης απόκλισης από την λωρίδα κυκλοφορίας.....	34
3.4.1 Κύριοι τύποι .....	34
3.4.2 Τύποι αισθητήρων .....	35
3.4.3 Αρχή λειτουργίας .....	35
3.4.4 Υποστήριξη διατήρησης λωρίδας .....	36
3.4.5 Περιορισμοί .....	37
3.5 Ανιχνευτής τυφλών σημείων.....	37
3.6 Αναγνώριση σημάτων κυκλοφορίας .....	38
3.6.1 Ιστορία.....	38
3.6.2 Τρόπος λειτουργίας .....	39
3.7 Προειδοποίηση οδηγού για λάθος κατεύθυνση.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	43
4.1 Αισθητήρες στάθμευσης .....	43
4.1.1 Υπερηχητικά συστήματα.....	43
4.1.2 Ηλεκτρομαγνητικά συστήματα .....	45
4.1.3 Ανίχνευση τυφλών σημείων και άλλη τεχνολογία .....	45
4.2 Αισθητήρας Βροχής.....	45
4.3 Σύστημα παρακολούθησης πίεσης ελαστικών .....	46
4.3.1 Έμμεσο TPMS .....	49
4.3.2 Άμεσο TPMS .....	50

4.3.3 Θέματα συντήρησης.....	54
4.3.3.1 Valve – stem corrosion (διάβρωση της βαλβίδας) .....	54
4.3.3.2 Tire Sealant Compatibility (συμβατότητα με στεγανωτικό ελαστικών) .....	56
4.3.4 Οφέλη από το TPMS .....	56
4.3.5 Privacy concerns with direct TPMS.....	58
4.4 Νυχτερινή όραση αυτοκινήτου .....	59
4.4.1 Τύπος απεικόνισης.....	59
4.4.2 Ενεργά συστήματα.....	60
4.4.3 Παθητικά συστήματα .....	60
4.5 Ανίχνευση υπνηλίας οδηγού .....	60
4.5.1 Τεχνολογία:.....	61
4.6 Σύστημα παρακολούθησης οδηγού .....	61
4.6.1 Σύστημα έκτακτης ανάγκης .....	62
4.7 Προειδοποιητικοί ήχοι ηλεκτρικών οχημάτων.....	62
4.7.1 Υπόβαθρο .....	63
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65

## Κατάλογος εικόνων

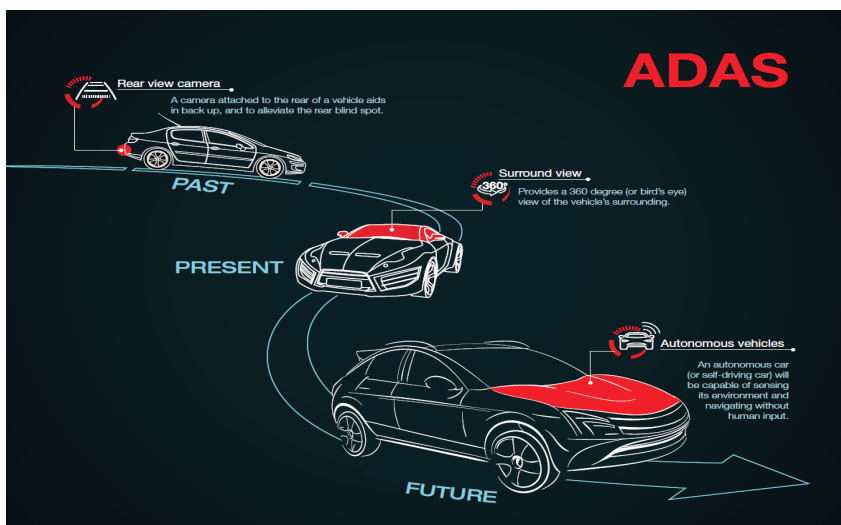
Εικόνα 1: Εξέλιξη των ADAS.....	13
Εικόνα 2: Προηγμένα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού.....	14
Εικόνα 3: Απεικόνιση συστημάτων.....	14
Εικόνα 4:	
Εικονίδιο για τον ελεγκτή ταχύτητας, όπως παρουσιάζεται συνήθως σε πίνακες ελέγχου .....	17
Εικόνα 5: Σχηματικό του ευφυούς συστήματος αυτόματου ελέγχου ταχύτητας. Το κόκκινο αυτοκίνητο ακολουθεί αυτόματα το μπλε αυτοκίνητο.....	20
Εικόνα 6: Ο αισθητήρας Ρανταρ του προσαρμοστικού ελέγχου ταχύτητας του Jeep που βρίσκεται στο κέντρο της κάτω γρίλιας.....	20
Εικόνα 7: Αυτόνομος έλεγχος ταχύτητας σε VW Golf.....	20
Εικόνα 8: Απεικόνιση ISA.....	22
Εικόνα 9: Απεικόνιση HDC.....	27
Εικόνα 10: Απεικόνιση σταθεροποίησης πλευρικού ανέμου.....	28
Εικόνα 11: Απεικόνιση λειτουργίας αισθητήρων αυτόματου παρκαρίσματος.....	29
Εικόνα 12: Προειδοποίηση σύγκρουσης με υποστήριξη φρένων.....	31
Εικόνα 13: Στάδια συστήματος αποφυγής σύγκρουσης.....	32
Εικόνα 14: Απεικόνιση λειτουργίας βοηθού διασταύρωσης.....	33
Εικόνα 15: Σύστημα προειδοποίησης απόκλισης από την λωρίδα κυκλοφορίας.....	34
Εικόνα 16: Αλγόριθμος ανίχνευσης λωρίδας.....	35
Εικόνα 17: Παράδειγμα εφαρμογής του αλγόριθμου ανίχνευσης λωρίδων που δείχνει την ανίχνευση άκρης Canny και τις εξόδους μετασχηματισμού Hough.....	35
Εικόνα 18: Σύστημα υποβοήθησης διατήρησης της λωρίδας κυκλοφορίας.....	36
Εικόνα 19: Ανιχνευτής τυφλών σημείων σε πλευρικούς καθρέφτες.....	37
Εικόνα 20: Αναγνώριση κυκλοφοριακής σήμανσης (όριο ταχύτητας).....	38
Εικόνα 21: Ένα παράδειγμα αλγόριθμου για την ανίχνευση σημάτων κυκλοφορίας.....	39
Εικόνα 22: Παράδειγμα εφαρμογής των βημάτων προεπεξεργασίας εικόνας στον αλγόριθμο ανίχνευσης κυκλοφοριακών σημάτων.....	40
Εικόνα 23: Προειδοποίηση οδηγού για λάθος κατεύθυνση.....	41
Εικόνα 24: Υπερηχητικός αισθητήρας στάθμευσης.....	43
Εικόνα 25: Αισθητήρας στάθμευσης σε ένα φτερό αυτοκινήτου.....	43
Εικόνα 26: Εικονόγραμμα αισθητήρων παρκαρίσματος οχήματος στην οθόνη ψυχαγωγίας του αυτοκινήτου.....	44
Εικόνα 27: Αισθητήρας βροχής στο παρμπρίζ αυτοκινήτου.....	45
Εικόνα 28: Ένα διάγραμμα που δείχνει τη λειτουργία ενός οπτικού αισθητήρα βροχής.....	46
Εικόνα 29: Απεικόνιση λειτουργίας αισθητήρων πίεσης ελαστικών.....	47
Εικόνα 30: Απεικόνιση εικονογράμματος πίεσης ελαστικών.....	47
Εικόνα 31: Άμεσο και Έμμεσο TPMS.....	48
Εικόνα 32: Εικονίδια συστήματος TPMS.....	49
Εικόνα 33: Χαρακτηριστικά στοιχεία έμμεσου TPMS.....	50
Εικόνα 34: Εσωτερικός αισθητήρας πίεσης ελαστικού.....	51
Εικόνα 35: Απεικόνιση πίεσης ελαστικών στο ταμπλό οργάνων του οχήματος.....	51
Εικόνα 36: Ασύρματη μετάδοση πίεσης ελαστικών.....	52
Εικόνα 37: Αισθητήρες πίεσης ελαστικών.....	53
Εικόνα 38: Χαρακτηριστικά στοιχεία του άμεσου TPMS.....	54
Εικόνα 39: Αποτυχία TPMS λόγω Γαλβανικής διάβρωσης.....	55
Εικόνα 40: Εργαλειοθήκη επιδιόρθωσης βαλβίδων.....	55
Εικόνα 41: Προειδοποίηση ελέγχου πίεσης ελαστικού.....	56
Εικόνα 42: Πλεονεκτήματα TPMS.....	58

Εικόνα 43: Audi A8 Βοηθός νυχτερινής όρασης.....	59
Εικόνα 44: Απεικόνιση συστήματος ανίχνευσης κόπωσης οδηγού.....	61
Εικόνα 45: Σύστημα παρακολούθησης οδηγού.....	62
Εικόνα 46: Προειδοποιητικοί ήχοι ηλεκτρικών οχημάτων.....	63

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 Advanced driver – assistance systems

Τα Advanced driver – assistance συστήματα (ή ADAS), είναι συστήματα που βοηθούν τον οδηγό στη διαδικασία της οδήγησης<sup>[1]</sup>. Όταν σχεδιάζονται με ασφαλή διασύνδεση ανθρωπο-μηχανής, θα πρέπει να αυξάνουν την ασφάλεια των αυτοκινήτων αλλά και την οδική ασφάλεια γενικότερα.



Εικόνα 1: Εξέλιξη των ADAS

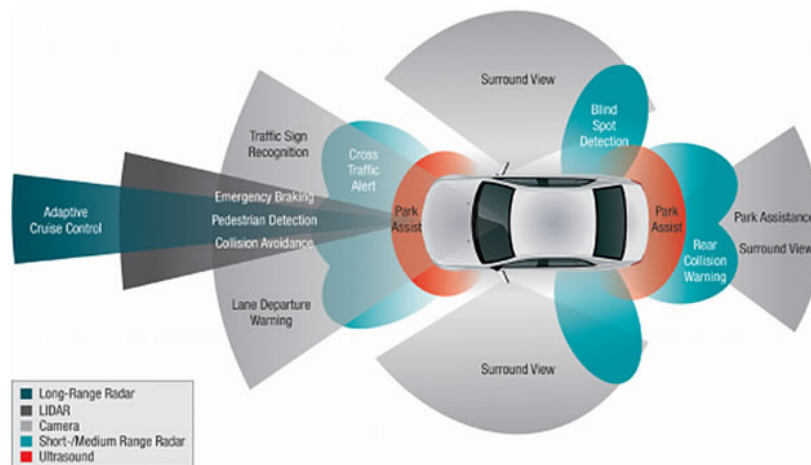
Τα ADAS, είναι συστήματα αναπτυγμένα για την αυτοματοποίηση/προσαρμογή/βελτίωση των συστημάτων αυτοκινήτων, για την ασφαλέστερη και καλύτερη οδήγηση. Τα χαρακτηριστικά ασφαλείας είναι σχεδιασμένα για να αποφεύγονται συγκρούσεις και ατυχήματα προσφέροντας τεχνολογίες που ειδοποιούν τον οδηγό για πιθανά προβλήματα, ή την αποφυγή σύγκρουσης, με την εφαρμογή διασφαλίσεων και την ανάληψη ελέγχου του οχήματος<sup>[2]</sup>.

## Advance Driver Assistance Systems (ADAS)



Εικόνα 2: Προηγμένα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού

Τα προσαρμοσμένα χαρακτηριστικά μπορούν να αυτοματοποιήσουν τον φωτισμό, να προσφέρουν προσαρμοστικό σύστημα ελέγχου ταχύτητας, να αυτοματοποιήσουν την πέδηση (φρένο), να ενσωματώσουν τις προειδοποιήσεις GPS/κυκλοφορίας, να συνδέσουν τα smart phones, να προειδοποιήσουν τον οδηγό για άλλα οχήματα ή κινδύνους, να κρατήσουν τον οδηγό στη σωστή λωρίδα κυκλοφορίας ή να του δείξουν τι βρίσκεται στα τυφλά σημεία.



Εικόνα 3: Απεικόνιση συστημάτων

Υπάρχουν διαθέσιμες πολλές μορφές ADAS, ορισμένα χαρακτηριστικά βρίσκονται ενσωματωμένα στα αυτοκίνητα ή διατίθενται ως πρόσθετο πακέτο. Επίσης υπάρχουν λύσεις aftermarket<sup>[3]</sup> (μετά την αγορά του οχήματος δηλαδή). Τα ADAS στηρίζονται σε εισροές από πολλαπλές πηγές, όπως η απεικόνιση των αυτοκινήτων, το LiDAR (Light Detection And Ranging), το ραντάρ, η επεξεργασία εικόνων, computer vision και δικτύωση εντός αυτοκινήτων. Επιπλέον είναι δυνατές εισοδοι από άλλες πηγές, ξεχωριστές από την κύρια πλατφόρμα του οχήματος, όπως άλλα οχήματα που αναφέρονται ως συστήματα "όχημα προς όχημα" (Vehicle to Vehicle, v2v), ή συστήματα "όχημα προς υποδομή" (Vehicle to Infrastructure, v2i, όπως κινητή τηλεφωνία ή

δίκτυα δεδομένων wifi).

Τα ADAS είναι ένα από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα τμήματα της αυτοκινητοβιομηχανίας, με σταθερά αυξανόμενα ποσοστά υιοθέτησης των ποιοτικών προτύπων σε ολόκληρο τον κλάδο, στα συστήματα των οχημάτων ISO26262, ανάπτυξη τεχνολογικών προδιαγραφών, όπως το IEEE2020 για την ποιότητα του αισθητήρα εικόνας<sup>[4]</sup> και πρωτόκολλα επικοινωνιών όπως το Information Vehicle API<sup>[5]</sup>.

Τα επόμενης γενιάς ADAS θα αυξήσουν όλο και πιο πολύ την συνδεσιμότητα ασύρματου δικτύου, για να προσφέρει βελτιωμένη αξία χρησιμοποιώντας δεδομένα από το "αυτοκίνητο σε αυτοκίνητο" και το "αυτοκίνητο προς υποδομή"<sup>[6]</sup>.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Έλεγχος ταχύτητας

Ο έλεγχος ταχύτητας είναι ένα σύστημα που ελέγχει (ρυθμίζει) αυτόματα την ταχύτητα ενός αυτοκινήτου. Το σύστημα αυτό είναι ένας σερβομηχανισμός που αναλαμβάνει το γκάζι του αυτοκινήτου για να διατηρεί μία σταθερή ταχύτητα όπως καθορίζεται από τον οδηγό.



*Εικόνα 4:*  
Εικονίδιο για τον ελεγκτή ταχύτητας, όπως παρουσιάζεται συνήθως σε πίνακες ελέγχου

#### 2.1.1 Λειτουργία

Ο οδηγός πρέπει να ανεβάσει ταχύτητα στο όχημα (να φέρει το όχημα σε μία ταχύτητα που θέλει) και να χρησιμοποιήσει ένα κουμπί για να ρυθμίσει τον έλεγχο ταχύτητας (cruise control) στην τρέχουσα ταχύτητα<sup>[7]</sup>.

Το σύστημα ελέγχου ταχύτητας λαμβάνει το σήμα ταχύτητας από έναν περιστρεφόμενο κινητήριο άξονα, το καλώδιο του ταχύμετρου, τον αισθητήρα της ταχύτητας του τροχού από τις στροφές του κινητήρα ή από εσωτερικούς παλμούς ταχύτητας που παράγονται από το όχημα. Τα περισσότερα συστήματα δεν επιτρέπουν τον έλεγχο ταχύτητας κάτω από μία συγκεκριμένη ταχύτητα (συνήθως γύρω στα 40km/h). Το όχημα θα διατηρήσει την επιθυμητή ταχύτητα τραβώντας το καλώδιο του γκαζιού με μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (solenoid= ένα κυλινδρικό πηνίο σύρματος που ενεργεί ως μαγνήτης όταν μεταφέρει ρεύμα), έναν σερβομηχανισμό σε κενό ή χρησιμοποιώντας τα ηλεκτρονικά συστήματα που είναι ενσωματωμένα στο όχημα (πλήρως ηλεκτρονικά) εάν χρησιμοποιεί ένα σύστημα "μετάδοση με "συρματόσχοινο" (drive- by- wire).

Όλα τα συστήματα ελέγχου ταχύτητας "ταξιδιού" πρέπει να είναι ικανά να απενεργοποιούνται τόσο ρητά όσο και αυτόματα όταν ο οδηγός πιέζει το φρένο και συχνά και τον συμπλέκτη. Το σύστημα αυτόματης ρύθμισης ταχύτητας (cruise control) περιλαμβάνει συχνά ένα χαρακτηριστικό μνήμης για την επαναφορά της ρυθμισμένης ταχύτητας χωρίς πέδηση. Όταν το cruise control<sup>[8]</sup> είναι ενεργοποιημένο, το γκάζι μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί για την επιτάχυνση του αυτοκινήτου αλλά μόλις απελευθερωθεί το πεντάλ το αυτοκίνητο στη συνέχεια θα επιβραδυνθεί μέχρι να φτάσει στην προκαθορισμένη ταχύτητα.

Στα πιο πρόσφατα οχήματα με ηλεκτρονικό έλεγχο γκαζιού, το cruise control μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στο σύστημα διαχείρισης του κινητήρα του οχήματος. Τα σύγχρονα "προσαρμοστικά" (adaptive) συστήματα (βλέπε παρακάτω) περιλαμβάνουν τη δυνατότητα αυτόματης μείωσης της ταχύτητας, όταν μειώνεται η απόσταση από ένα μπροστινό αυτοκίνητο ή το όριο ταχύτητας. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα για όσους οδηγούν σε άγνωστες σε αυτούς περιοχές.

Τα συστήματα ελέγχου ταχύτητας ορισμένων αυτοκινήτων ενσωματώνουν μία λειτουργία "περιορισμού ταχύτητας", η οποία δε θα επιτρέψει στο όχημα να επιταχύνει πέρα από ένα προκαθορισμένο μέγιστο. Αυτό μπορεί συνήθως να παρακαμφθεί με το πλήρες πάτημα του γκαζιού. (τα περισσότερα συστήματα θα εμποδίσουν το όχημα να επιταχύνει πέρα από την επιλεγμένη ταχύτητα αλλά δε θα φρενάρουν σε περίπτωση υπερβολικής ταχύτητας σε κατηφόρα.

Σε αυτοκίνητα με χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων, το cruise control είναι λιγότερο ευέλικτο, επειδή το πάτημα του πεντάλ, του συμπλέκτη και η αλλαγή ταχυτήτων απενεργοποιεί το σύστημα ελέγχου ταχύτητας (cruise control). Η λειτουργία της "επαναφοράς" (του cruise control) πρέπει να χρησιμοποιείται κάθε φορά μετά την επιλογή της νέας ταχύτητας (στο κιβώτιο ταχυτήτων) και την απελευθέρωση του συμπλέκτη. Επομένως το cruise control έχει μεγαλύτερο όφελος σε ταχύτητες αυτοκινητόδρομου όπου η μεγαλύτερη σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων χρησιμοποιείται πρακτικά όλη την ώρα.

### **2.1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα**

Μερικά πλεονεκτήματα του cruise control περιλαμβάνουν:

- Η χρησιμότητά του σε μακρινές "αποστάσεις" (μειώνοντας την κόπωση του οδηγού, βελτιώνοντας την άνεση και επιτρέποντας την ασφαλέστερη αλλαγή θέσης), σε αυτοκινητόδρομους και αραιοκατοικημένους δρόμους.
- Κάποιοι οδηγοί το χρησιμοποιούν για να αποφύγουν την υποσυνείδητη παραβίαση του ορίου ταχύτητας. Ένας οδηγός που διαφορετικά τείνει, υποσυνείδητα, να αυξάνει την ταχύτητα κατά την πορεία του σε αυτοκινητόδρομο μπορεί να αποφύγει την υπερβολική ταχύτητα.

Ωστόσο, όταν το cruise control χρησιμοποιείται εσφαλμένα, μπορεί να οδηγήσει σε ατυχήματα που οφείλονται σε διάφορους παράγοντες όπως:

- Υπερβολική ταχύτητα σε "καμπύλες" που απαιτούν επιβράδυνση
- "Τραχύ ή χαλαρό" (rough or loose) έδαφος που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τους χειρισμούς του cruise control.
- Βροχερός ή υγρός καιρός μπορεί να έχει ως συνέπεια την απώλεια πρόσφυσης.

### **2.1.3 Adaptive cruise control**

Ορισμένα σύγχρονα οχήματα διαθέτουν συστήματα προσαρμοστικού ελέγχου ταχύτητας

ταξιδιού (adaptive cruise control-ACC), ένας γενικός όρος που σημαίνει βελτιωμένο cruise control. Αυτές οι βελτιώσεις μπορεί να είναι συστήματα αυτόματης πέδησης ή δυναμικοί χειρισμοί τύπου ρυθμιζόμενης ταχύτητας (dynamic set-speed type controls).

Τύπος αυτόματης πέδησης: Ο τύπος αυτόματης πέδησης χρησιμοποιεί διάταξη είτε ραντάρ είτε λείζερ για να επιτρέψει στο όχημα να συμβαδίσει με το αυτοκίνητο που ακολουθεί, να επιβραδύνει όταν πλησιάζει στο όχημα μπροστά και να επιταχύνει ξανά στην προκαθορισμένη ταχύτητα όταν η κυκλοφορία το επιτρέπει. Ορισμένα συστήματα διαθέτουν επίσης συστήματα προειδοποίησης σύγκρουσης, τα οποία προειδοποιούν τον οδηγό εάν ένα όχημα μπροστά—δεδομένης της ταχύτητας και των δύο οχημάτων – έρθει πολύ κοντά (εντός της προκαθορισμένης απόστασης ή της απόστασης πέδησης).

Dynamic set-speed type: Ο τύπος της δυναμικής ρύθμισης της ταχύτητας χρησιμοποιεί τη θέση GPS των πινακίδων ορίου ταχύτητας από μία βάση δεδομένων. Ορισμένοι τύποι μπορούν να τροποποιηθούν από τον οδηγό. Τουλάχιστον ένα, το Wikipedia, ενσωματώνει τον πληθωρισμό (crowd sourcing) , έτσι ώστε να μοιράζονται τα δεδομένα του οδηγού, βελτιώνοντας τη βάση δεδομένων για όλους τους χρήστες.

Non-breaking type: Η ταχύτητα μπορεί να ρυθμιστεί για να επιτρέψει την ηρεμία της κυκλοφορίας (traffic calming). Μία οπτική μέθοδος χρησιμοποιεί Open CV<sup>[9]</sup> (To Open Source Computer Vision είναι μία βιβλιοθήκη λειτουργιών προγραμματισμού που στοχεύει κυρίως στην μηχανική όραση σε πραγματικό χρόνο).

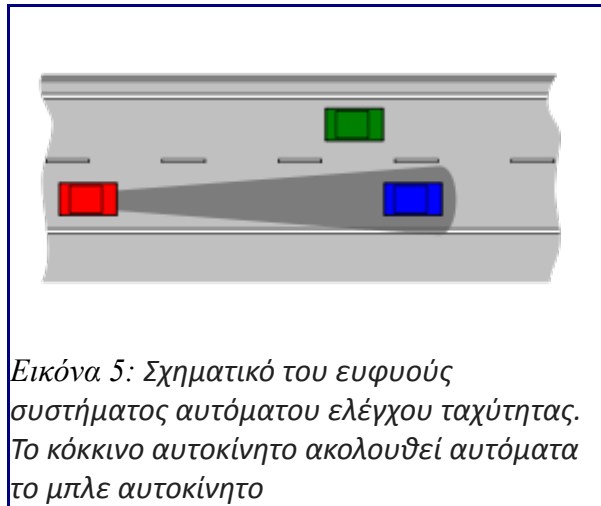
## **2.2 Autonomous cruise control system**

Το Autonomous cruise control (ACC, επίσης adaptive cruise control, radar cruise control ή traffic-aware cruise control) είναι ένα προαιρετικό σύστημα ελέγχου ταχύτητας για οδικά οχήματα, το οποίο προσαρμόζει αυτόματα την ταχύτητα του οχήματος ώστε να διατηρήσει μια απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.

Ο έλεγχος βασίζεται σε πληροφορίες από αισθητήρες που βρίσκονται επί του οχήματος (το υφιστάμενο σύστημα δεν χρησιμοποιεί δορυφορικές ή οδικές υποδομές, ούτε συνεταιριστική υποστήριξη από άλλα οχήματα). Το Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC) επεκτείνει περαιτέρω την αυτοματοποίηση της πλοήγησης χρησιμοποιώντας πληροφορίες που συλλέγονται από σταθερή υποδομή, όπως δορυφόρους και οδικούς σηματοδότες ή κινητή υποδομή όπως ανακλαστήρες ή πομποί στο πίσω μέρος άλλων οχημάτων.

Τέτοια συστήματα μπορούν να χρησιμοποιούν αισθητήρες ραντάρ ή laser ή μια διάταξη διπλής βιντεοκάμερας που επιτρέπει στο όχημα να φρενάρει, όταν ανιχνεύει ότι το αυτοκίνητο προσεγγίζεται από άλλο όχημα μπροστά και στη συνέχεια να επιταχύνει, όταν το επιτρέπει η κυκλοφορία.

Η τεχνολογία ACC<sup>[10]</sup> θεωρείται ευρέως ως βασικό στοιχείο κάθε μελλοντικής γενιάς έξυπνων αυτοκινήτων. Έχουν αντίκτυπο στην ασφάλεια και την άνεση των οδηγών, καθώς και στην αύξηση της "χωρητικότητας" των δρόμων διατηρώντας τον βέλτιστο διαχωρισμό μεταξύ των οχημάτων και μειώνοντας τα λάθη του οδηγού.



Τα συστήματα με laser δεν ανιχνεύουν και δεν παρακολουθούν οχήματα σε αντίξοες καιρικές συνθήκες, ούτε παρακολουθούν αξιόπιστα τα βρώμικα οχήματα (και κατά συνέπεια μη ανακλαστικά). Οι αισθητήρες που βασίζονται σε laser πρέπει να είναι εκτεθειμένοι, ο αισθητήρας (ένα αρκετά μεγάλο μαύρο κουτί) συνήθως βρίσκεται στην κάτω γρίλια και μετατοπισμένος προς τη μία πλευρά.

Τα συστήματα μονού ραντάρ είναι τα πιο κοινά. Συστήματα που περιλαμβάνουν πολλαπλούς αισθητήρες χρησιμοποιούν είτε δύο παρόμοιους σε υλικό αισθητήρες είτε ένα κεντρικό ραντάρ μεγάλης εμβέλειας σε συνδυασμό με δύο αισθητήρες ραντάρ κοντινής εμβέλειας τοποθετημένους στις γωνίες του οχήματος.



*Εικόνα 6: Ο αισθητήρας Ρανταρ του προσαρμοστικού ελέγχου ταχύτητας του Jeep που βρίσκεται στο κέντρο της κάτω γρίλιας.*



*Εικόνα 7: Αυτόνομος έλεγχος ταχύτητας σε VW Golf*

Μία πιο πρόσφατη εξέλιξη είναι το binocular computer vision system. Αυτά τα συστήματα έχουν κάμερες που είναι τοποθετημένες σε κάθε πλευρά του κεντρικού καθρέπτη, στραμμένες προς τα εμπρός και χρησιμοποιούν ψηφιακή επεξεργασία για να εξάγουν πληροφορίες βάθους από την παράλλαξη μεταξύ των προβολών των δύο καμερών.

### **2.2.1 Συστήματα υποβοήθησης**

Το ACC που βασίζεται σε ραντάρ διαθέτει συχνά ένα σύστημα pre crash (προ-σύγκρουσης), το οποίο προειδοποιεί τον οδηγό και/ή παρέχει υποστήριξη φρένων αν υπάρχει υψηλός κίνδυνος σύγκρουσης. Επίσης, σε μερικά οχήματα ενσωματώνεται με ένα σύστημα διατήρησης της λωρίδας κυκλοφορίας, το οποίο παρέχει μια υποβοήθηση στο υδραυλικό τιμόνι για να μειώσει το φορτίο εισόδου του συστήματος διεύθυνσης στις γωνίες όταν το cruise control (σύστημα ελέγχου ταχύτητας ταξιδιού) είναι ενεργοποιημένο.

### **2.2.2 Συστήματα πολλαπλών αισθητήρων**

Τα συστήματα με πολλαπλούς αισθητήρες μπορούν κάνοντας χρήση της "ένωσης των αισθητήρων" να ενσωματώσουν τα δεδομένα από αυτούς, για να βελτιώσουν την ασφάλεια και την οδηγική εμπειρία.

Τα δεδομένα από το GPS μπορούν να ενημερώσουν το σύστημα γεωγραφικών χαρακτηριστικών, όπως ένα off ramp αυτοκινητόδρομο. (off ramp:ένας δρόμος μονής κατεύθυνσης που οδηγεί σε κεντρική εθνική οδό). Ένα σύστημα κάμερας θα μπορούσε να παρατηρήσει την συμπεριφορά του οδηγού, όπως τα φώτα φρένων και/ή ένα φλας (σήμα στροφής). Αυτό θα μπορούσε να επιτρέψει σε ένα όχημα που ακολουθεί να ερμηνεύσει ένα φλας (σήμα στροφής) από μία έξοδο ότι δεν χρειάζεται το όχημα που ακολουθεί να επιβραδύνει καθώς το προπορευόμενο όχημα θα βγει (από τον αυτοκινητόδρομο).

Τα συστήματα πολλαπλών αισθητήρων θα μπορούσαν επίσης να λάβουν υπόψη τα σήματα κυκλοφορίας και όχι π.χ. να παραβιάσουν ένα κόκκινο σηματοδότη ενώ ακολουθούν ένα αυτοκίνητο που διέσχισε κάποιον κόμβο πριν αλλάξει το φως στο φανάρι (σε κόκκινο).

### **2.2.3 Συστήματα πρόβλεψης**

Τα συστήματα πρόβλεψης τροποποιούν την ταχύτητα με βάση τις προβλέψεις της συμπεριφοράς των άλλων οχημάτων. Τέτοια συστήματα μπορούν να κάνουν πιο μετριοπαθείς προσαρμογές στην προβλεπόμενη συμπεριφορά, βελτιώνοντας την ασφάλεια και την άνεση των επιβατών. Ένα παράδειγμα είναι η πρόβλεψη της πιθανότητας ενός οχήματος που κινείται σε μια γειτονική λωρίδα κυκλοφορίας να κινηθεί μπροστά από το ελεγχόμενο όχημα. Ένα σύστημα μπορεί να προβλέψει μια αλλαγή λωρίδας μέχρι και πέντε (5) δευτερόλεπτα προτού συμβεί<sup>[11]</sup>.

Οι τρεις (3) κύριες κατηγορίες του ACC είναι:

- Οχήματα με πλήρες εύρος ταχύτητα 0mph (Full Speed Range OMPH) είναι σε θέση να φέρουν το αυτοκίνητο σε πλήρη στάση έως 0mph και πρέπει να ενεργοποιηθούν εκ νέου για να συνεχίσουν να κινούνται με κάτι σαν μια "πίεση-χτύπημα" στο πεντάλ του γκαζιού.
- Οχήματα με "βοηθό" κυκλοφοριακής συμφόρησης/σταμάτα και ξεκίνα (Traffic Jam Assist/Stop

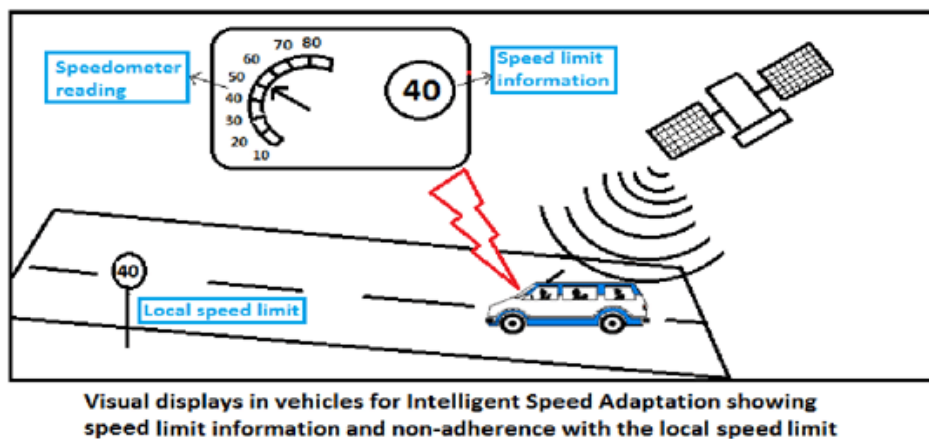
&Go) συνεχίζουν αυτόματα από στάση για να "ακολουθούν" την κίνηση που σταματάει και ξεκινάει.

--Οχήματα με μερικό σύστημα ελέγχου ταχύτητας ταξιδιού (Partial Cruise Control) απενεργοποιούνται και σβήνουν κάτω από μία καθορισμένη ελάχιστη ταχύτητα, απαιτώντας την παρέμβαση του οδηγού.

--Οχήματα με πλήρως αυτοματοποιημένο έλεγχο ταχύτητας μπορούν να ανταποκριθούν σε σήματα κυκλοφορίας και δραστηριότητες πάνω στον δρόμο που δεν προέρχονται από οχήματα.

## 2.3 Έξυπνη προσαρμογή ταχύτητας

Η έξυπνη προσαρμογή ταχύτητας (ISA-Intelligent Speed Adaptation), γνωστή και ως Alerting και Intelligent Authority<sup>[12]</sup>, είναι οποιοδήποτε σύστημα που εξασφαλίζει ότι η ταχύτητα του οχήματος δεν υπερβαίνει την ασφαλή ή νομικά επιβαλλόμενη ταχύτητα. Σε περίπτωση πιθανής υπερβολικής ταχύτητας ένας οδηγός μπορεί να ειδοποιηθεί ή η ταχύτητα να μειωθεί αυτόματα.



Εικόνα 8: Απεικόνιση ISA

Η έξυπνη προσαρμογή ταχύτητας χρησιμοποιεί πληροφορίες για το δρόμο για να καθορίσει την απαιτούμενη ταχύτητα. Μπορούν να ληφθούν πληροφορίες από τη γνώση της θέσης του οχήματος, λαμβάνοντας υπόψη τα όρια ταχύτητας που είναι γνωστά για αυτή τη θέση και την ερμηνεία των οδικών χαρακτηριστικών, όπως τα σήματα. Τα συστήματα ISA είναι σχεδιασμένα να ανιχνεύουν και να ειδοποιούν τον οδηγό όταν το όχημα έχει εισέλθει σε μία ζώνη νέας ταχύτητας ή όταν ισχύουν διαφορετικά όρια ταχύτητας ανάλογα με την ώρα και τις συνθήκες. Πολλά συστήματα ISA παρέχουν επίσης πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους οδήγησης (π.χ. περιοχές υψηλής κίνησης πεζών, σιδηροδρομικές διαβάσεις, σχολεία, νοσοκομεία κλπ) και όρια που επιβάλλονται από κάμερες ταχύτητας και κάμερες φωτεινών σηματοδοτών (speed and traffic light cameras). Ο σκοπός του ISA είναι να βοηθήσει τον οδηγό να διατηρεί μία ασφαλή και νόμιμη ταχύτητα όλη την ώρα.

### **2.3.1 Τύποι ISA (ενεργό / παθητικό)**

Οι δύο τύποι συστημάτων ISA διαφέρουν από το γεγονός ότι τα παθητικά συστήματα απλά προειδοποιούν τον οδηγό του οχήματος που ταξιδεύει με ταχύτητα που υπερβαίνει το όριο ταχύτητας ενώ τα ενεργά συστήματα παρεμβαίνουν και διορθώνουν αυτόματα την ταχύτητα του οχήματος ώστε να συμμορφώνεται με το όριο ταχύτητας. Τα παθητικά συστήματα είναι γενικά συμβουλευτικά συστήματα για τους οδηγούς: ειδοποιούν τον οδηγό ότι κινείται με υπερβολική ταχύτητα, παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το όριο ταχύτητας και επιτρέπει στον οδηγό να επιλέξει ποια μέτρα πρέπει να ληφθούν. Αυτά τα συστήματα εμφανίζουν συνήθως οπτικές ή ακουστικές υποδείξεις (ενδείξεις), όπως ακουστικές και οπτικές προειδοποιήσεις και μπορεί να περιλαμβάνουν απτικές ενδείξεις όπως μία δόνηση του πεντάλ του γκαζιού. Ορισμένες δοκιμές παθητικής τεχνολογίας ISA χρησιμοποιήσαν οχήματα τροποποιημένα για να παρέχουν απτική ανατροφοδότηση καθιστώντας το πεντάλ του γκαζιού πιο σκληρό (stiffer), όταν ήταν σκόπιμο να ειδοποιήσει τον οδηγό. Τα περισσότερα ενεργά συστήματα ISA επιτρέπουν στον οδηγό να παρακάμπτει το ISA όταν κρίνεται απαραίτητο. Αυτό θεωρείται ότι ενισχύει την αποδοχή και την ασφάλεια αλλά αφήνει ένα "σημαντικό αριθμό υπερβολικών ταχυτήτων ανεξέλεγκτο" (significant amount of speeding unchecked)<sup>[13]</sup>.

Ένα συχνά μη αναγνωρισμένο χαρακτηριστικό, τόσο των ενεργών όσο και των παθητικών συστημάτων ISA, είναι ότι μπορούν να χρησιμεύσουν ως καταγραφές δεδομένων (on-board data recorders), διατηρώντας πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία και τις αποδόσεις του οχήματος για μεταγενέστερους ελέγχους και σκοπούς διαχείρισης στόλου (fleet management purposes).

### **2.3.2 Τεχνολογία προσδιορισμού /επαλήθευσης θέσης και ταχύτητας**

Υπάρχουν τέσσερις τύποι τεχνολογίας που διατίθενται σήμερα για τον προσδιορισμό τοπικών ορίων ταχύτητας σε ένα δρόμο και για τον καθορισμό της ταχύτητας του οχήματος. Αυτά είναι:

- Position based systems (συστήματα με βάση τη θέση)
- Radio beacons (ραδιο-φάροι)
- Optical recognition (οπτική αναγνώριση)<sup>[14]</sup>
- Dead reckoning

### **2.3.3 Σύστημα με βάση τη θέση**

Αυτή τη στιγμή συνθέτουν (making-up) το δίκτυο και οι τροχιές διαμορφώνονται έτσι ώστε τουλάχιστον πέντε να είναι διαθέσιμες ανά πάσα στιγμή για τους επίγειους χρήστες. Τέσσερις είναι ο ελάχιστος αριθμός που απαιτείται για τον προσδιορισμό μιας ακριβούς τρισδιάστατης θέσης (three-dimensional position).

Η δημοτικότητα του σημερινού ISA και των συστημάτων πλοήγησης των αυτοκινήτων μπορεί να δώσει την εντύπωση ότι είναι άγνοια αλλά αυτό δε συμβαίνει, καθώς υπόκειται σε ορισμένα θεμελιώδη προβλήματα.

#### **2.3.3.1 Ραδιο-φάροι**

Ραδιο-φάροι στην άκρη του δρόμου (roadside radio beacons) ή κολωνάκια (bollards)

δουλεύουν με τη μετάδοση δεδομένων σε έναν δέκτη στο αυτοκίνητο. Οι φάροι μεταδίδουν συνεχώς δεδομένα που ο δέκτης που είναι τοποθετημένος στο αυτοκίνητο συλλέγει καθώς περνάει από κάθε φάρο. Αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν τοπικά όρια ταχύτητας, σχολικές ζώνες, μεταβλητά όρια ταχύτητας ή προειδοποιήσεις κυκλοφορίας. Εάν χρησιμοποιήθηκε επαρκής αριθμός φάρων και τοποθετήθηκαν σε τακτά διαστήματα, θα μπορούσαν να υπολογίσουν την ταχύτητα του οχήματος με βάση τον αριθμό των φάρων που πέρασε το όχημα ανά δευτερόλεπτο. Οι φάροι θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε πινακίδες ταχύτητας, κολώνες τηλεγράφου (telegraph poles), σε άλλα εξαρτήματα στην άκρη του δρόμου (roadside fixtures) ή στον ίδιο τον δρόμο. Κινητοί φάροι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν σταθερούς φάρους, για χρήση γύρω από σκηνές/σημεία ατυχημάτων (around accident scenes), σε κακές καιρικές συνθήκες ή σε ειδικά συμβάντα (special events). Οι φάροι θα μπορούσαν να συνδεθούν με έναν κύριο υπολογιστή έτσι ώστε να μπορούν να γίνουν γρήγορες αλλαγές.

Η χρήση ραδιοφωνικών φάρων είναι κοινή όταν τα συστήματα ISA χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ταχύτητας των οχημάτων σε περιπτώσεις εκτός δρόμου, όπως εργοστασιακές εγκαταστάσεις, κέντρα αποθήκευσης (factory sites, logistics and storage centers) κλπ., όπου οι απαιτήσεις για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία (occupational health and safety requirements) σημαίνει ότι απαιτούνται πολύ χαμηλές ταχύτητες στην περιοχή των εργαζομένων και σε περιπτώσεις περιορισμένης ή θολής/σκοτεινής ορατότητας (in the vicinity of workers and in situations of limited or obscured visibility).

### **2.3.3.2 Συστήματα οπτικής αναγνώρισης**

Μέχρι στιγμής, αυτή η τεχνολογία έχει επικεντρωθεί αποκλειστικά στην αναγνώριση πινακίδων ταχύτητας ή οδικών σημάτων<sup>[15]</sup>. Ωστόσο, άλλα οδικά αντικείμενα, όπως τα αντανακλαστικά "σποτάκια" (reflective 'cat-eyes') που χωρίζουν τις λωρίδες θα μπορούσαν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν. Αυτό το σύστημα απαιτεί το όχημα να περάσει μία πινακίδα ταχύτητας ή παρόμοιο δείκτη και τα δεδομένα σχετικά με την πινακίδα ή τον δείκτη να καταχωρηθούν από ένα σύστημα κάμερας (a scanner or a camera system). Καθώς το όχημα αναγνωρίζει μία πινακίδα, λαμβάνονται τα δεδομένα ορίου ταχύτητας και συγκρίνονται με την ταχύτητα του οχήματος. Το σύστημα θα χρησιμοποιήσει το όριο ταχύτητας από την τελευταία πινακίδα που πέρασε μέχρι να ανιχνεύσει και να αναγνωρίσει μία πινακίδα ταχύτητας με διαφορετικό όριο. Εάν δεν υπάρχουν πινακίδες ταχύτητας, το σύστημα δεν λειτουργεί. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα κατά την έξοδο από έναν παράπλευρο δρόμο σε έναν κεντρικό δρόμο, καθώς το όχημα μπορεί να μην περάσει μία πινακίδα ταχύτητας για κάποια απόσταση. Μπορεί επίσης να υπάρξει πρόβλημα παίρνοντας ένα όχημα στο εξωτερικό από μία χώρα με MPH (miles per hour) σε μία χώρα με KMH (kilometers per hour) και αντίστροφα, ιδιαίτερα αν είναι δύσκολο ή δεν είναι δυνατό να ρυθμιστεί το σύστημα ώστε να χρησιμοποιεί το σωστό.

### **2.3.3.3 Dead reckoning**

Το dead reckoning (DR) χρησιμοποιεί ένα μηχανικό σύστημα συνδεδεμένο με τη συνδεσμολογία οδήγησης (driving assembly) για να προβλέψει τη διαδρομή του οχήματος. Μέσω της μέτρησης της περιστροφής των τροχών με την πάροδο του χρόνου μπορεί να γίνει μία αρκετά ακριβής εκτίμηση της ταχύτητας του οχήματος και της διανυθείσας απόστασης. Το DR απαιτεί το όχημα να ξεκινά από ένα γνωστό, σταθερό σημείο. Στη συνέχεια, συνδυάζοντας δεδομένα ταχύτητας και απόστασης με παράγοντες όπως η γωνία του τιμονιού και πληροφορίες (feedback) από εξειδικευμένους αισθητήρες (π.χ. επιταχυνσιόμετρα, "μαγνητόμετρο", γυροσκόπιο/accelerometers, flux gate compass, gyroscope), μπορεί να σχεδιάσει τη διαδρομή που



ακολουθεί το όχημα. Με την επικάλυψη (overlying) αυτής της διαδρομής σε έναν ψηφιακό χάρτη το σύστημα DR γνωρίζει περίπου το που είναι το όχημα, ποιο είναι το τοπικό όριο ταχύτητας και την ταχύτητα με την οποία κινείται το όχημα. Το σύστημα μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες που παρέχονται από τον ψηφιακό χάρτη για να προειδοποιήσει τις πληροφορίες για επικείμενους κινδύνους ή σημεία ενδιαφέροντος και να παρέχει προειδοποιήσεις σε περίπτωση υπέρβασης του ορίου ταχύτητας. Ορισμένα κορυφαία συστήματα πλοήγησης, βασισμένα στα GPS που κυκλοφορούν τώρα στην αγορά, χρησιμοποιούν DR ως εφεδρικό σύστημα σε περίπτωση απώλειας του σήματος GPS. Το DR είναι επιρρεπές σε σωρευτικά (cumulative) σφάλματα μέτρησης, όπως οι διαφορές (variations) μεταξύ της υποτιθέμενης περιφέρειας των ελαστικών σε σχέση με την πραγματική διάσταση (η οποία χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ταχύτητας του οχήματος και της διανυθείσας απόστασης). Αυτές οι αποκλίσεις στην περιφέρεια του τροχού μπορεί να οφείλονται σε φθορά ή μεταβολές στην πίεση των ελαστικών λόγω μεταβολών της ταχύτητας, του ωφέλιμου φορτίου ή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Άλλα σφάλματα μέτρησης συσσωρεύονται (accumulated) όταν το όχημα κινείται σε βαθμιαίες καμπύλες (gradual curves) ώστε οι αδρανειακοί αισθητήρες (inertial sensors) (π.χ. γυροσκόπια και/ή επιταχυνσιόμετρα) δεν είναι ευαίσθητοι αρκετά να ανιχνεύσουν ή εξαιτίας ηλεκτρομαγνητικών επιδράσεων σε μαγνητικές πυξίδες (magnetic flux compasses) (π.χ. περνώντας κάτω από γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας -power lines- ή όταν ταξιδεύουν σε χαλύβδινη γέφυρα -steel bridge-) και μέσω υποβαθμών (underpasses) και οδικών σηράγγων.

### **2.3.4 Περιορισμοί**

Μία αρχική αντίδραση στην έννοια του ISA είναι ότι μπορεί να υπάρξουν αρνητικά αποτελέσματα, όπως η οδήγηση στο όριο ταχύτητας και όχι ανάλογα με τις συνθήκες αλλά πολλές δοκιμές ISA σε όλο τον δρόμο έδειξαν ότι οι ανησυχίες αυτές δεν είναι βάσιμες<sup>[16]</sup>. Ένα ιδιαίτερο ζήτημα είναι ότι τα περισσότερα συστήματα ISA χρησιμοποιούν μία βάση δεδομένων ταχύτητας που βασίζεται αποκλειστικά σε πληροφορίες σχετικά με το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας για τον δρόμο ή μέρος του δρόμου. Προφανώς, πολλοί δρόμοι έχουν χαρακτηριστικά όπως καμπύλες και κλίσεις (curves and gradients) όπου η κατάλληλη ταχύτητα για ένα τμήμα δρόμου με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι μικρότερη από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας. Όλο και περισσότερο οι αρμόδιες αρχές για το οδικό δίκτυο (road authorities) επισημαίνουν την κατάλληλη ταχύτητα για τέτοια τμήματα μέσω της χρήσης συμβουλευτικής σήμανσης ταχύτητας για να ειδοποιήσουν τους οδηγούς που προσεγγίζουν (πλησιάζουν) ότι υπάρχουν χαρακτηριστικά που απαιτούν μείωση της ταχύτητας. Αναγνωρίζεται ότι οι βάσεις δεδομένων των ορίων ταχύτητας που χρησιμοποιούνται στα συστήματα ISA, πρέπει ιδανικά να λαμβάνουν υπόψη τις αναρτημένες συμβουλευτικές ταχύτητες και τα μέγιστα ανώτατα όρια ταχύτητας.

Κάποιοι κατασκευαστές αυτοκινήτων εξέφρασαν την ανησυχία τους ότι ορισμένοι τύποι περιοριστών ταχύτητας "παίρνουν τον έλεγχο από τον οδηγό" ('take ucontrol away from the driver'). Αυτό είναι επίσης αβάσιμο, πρώτον επειδή τα συστήματα ISA προβλέπουν υπέρβαση από τον οδηγό σε περίπτωση που η καθορισμένη ταχύτητα είναι ακατάλληλη και δεύτερον ο ισχυρισμός είναι κάπως υποκριτικός δεδομένου ότι ο έλεγχος ταχύτητας οδήγησης (cruise control) βρίσκεται σε χρήση σε οχήματα για πολλά χρόνια και αναγκάζει το όχημα να ταξιδέψει σε μία ελάχιστη ταχύτητα, εκτός αν υπάρξει παρέμβαση από τον οδηγό.

Για ορισμένους επαγγελματίες της ασφάλειας κυκλοφορίας (traffic safety practitioners) η ενεργή έξυπνη προσαρμογή ταχύτητας (active intelligent speed adaptation- ISA) θεωρείται ότι αποτελεί παράδειγμα "σκληρού αυτοματισμού", μιας προσέγγισης στον αυτοματισμό, η οποία έχει δυσφημιστεί (discredited) σε μεγάλο βαθμό από την κοινότητα των ανθρώπινων παραγόντων (human factors community). Ένα απαράβατο χαρακτηριστικό των ανθρώπων χρηστών είναι ότι θα

προσαρμοστούν σε αυτά τα συστήματα, συχνά με απρόβλεπτους τρόπους. Μερικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι οδηγοί “οδηγούν μέχρι τα όρια” του συστήματος και οδηγούν με την καθορισμένη ταχύτητα, σε σύγκριση με το πότε βρίσκονται σε χειροκίνητο έλεγχο, όπου έχουν αποδειχθεί ότι επιβραδύνουν. Αντίθετα, η εμπειρία κάποιων οδηγών με οδήγηση με ενεργό σύστημα ISA ήταν ότι διαπιστώνουν ότι μπορούν να δώσουν μεγαλύτερη προσοχή στο δρόμο και στο οδικό περιβάλλον καθώς δε χρειάζεται να παρακολουθούν πλέον το ταχύμετρο και να προσαρμόζουν τις ταχύτητες τους σε διαρκή βάση.

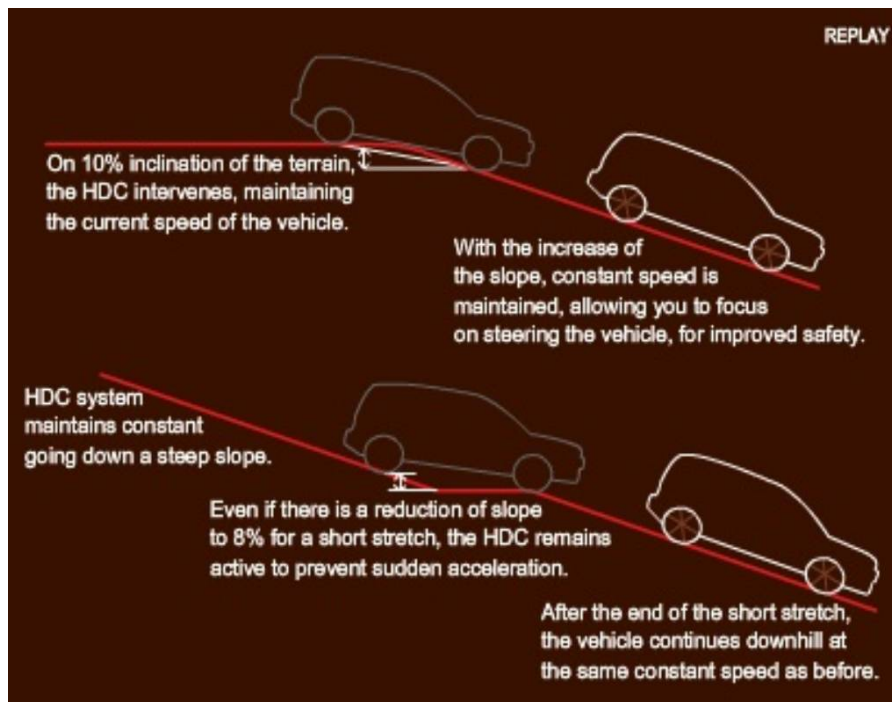
Υπάρχει επίσης ανησυχία ότι οι οδηγοί που “οδηγούν κάτω από τον έλεγχο ταχύτητας” ενδέχεται να αποδέχονται πιο επικίνδυνες διαδρομές μεταξύ αυτών και των οχημάτων μπροστά και να δέχονται πολύ στενότερα κενά για να ενταχθούν στην κυκλοφορία (γεγονός που προκαλεί ιδιαίτερη κριτική από τις ομάδες μοτοσυκλέτας-motorcycling groups).

Ευρύτερη κριτική προέρχεται επίσης από την επίμονη επικέντρωση στην ταχύτητα και ότι τα αποτελέσματα της οδικής ασφάλειας θα μπορούσαν να επιτευχθούν καλύτερα με την εστίαση στην τεχνική οδήγησης, την επίγνωση της κατάστασης και την αυτοματοποίηση που “βοηθάει” τους οδηγούς και όχι που τους “αναγκάζει” να συμπεριφέρονται με συγκεκριμένους τρόπους. Η έξυπνη προσαρμογή της ταχύτητας (ISA) έχει επίσης συμπεριληφθεί/χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα (held as an example) μιας τεχνολογίας, η οποία όπως και οι κάμερες ταχύτητας (speed cameras), μπορεί συχνά να αποξενώσει το οδηγικό κοινό (alienate the driving public) και να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο στην ευρεία τοποθέτησή του.

Ορισμένες μελέτες που προηγούνται της εξέλιξης των συστημάτων ISA έδειξαν ότι οι οδηγοί κάνουν σχετικά λίγη χρήση του ταχύμετρου και αντ’αυτού χρησιμοποιούν ακουστικά σήματα/υποδείξεις (cues) (όπως ο θόρυβος του κινητήρα και του δρόμου) για να ρυθμίσουν επιτυχώς την ταχύτητά τους. Αυτές οι μελέτες ωστόσο παραμένουν ανεπαλήθευτες. Υπάρχει ένας ισχυρισμός στη βιβλιογραφία που προτείνει ότι καθώς τα αυτοκίνητα έχουν γίνει πιο ήσυχα και ο έλεγχος της ταχύτητας πιο ακριβής (more refined speed control) έχει γίνει πιο δύσκολο για τους οδηγούς να αποδώσουν. Έτσι μία εναλλακτική προσέγγιση “ήπιας-αυτοματοποίησης” (‘soft-automation’) είναι απλώς η επανεισαγωγή ορισμένων από αυτών των υποδείξεων που οι οδηγοί χρησιμοποιούν φυσικά για να ρυθμίζουν την ταχύτητα (αντί να επιβαρύνουν το κόστος και τις απροσδόκητες προσαρμογές συμπεριφοράς του ISA).

## **2.4 Σύστημα ελέγχου καθόδου σε λόφο**

Το “σύστημα ελέγχου καθόδου σε λόφο” επιτρέπει την ομαλή και ελεγχόμενη κάθοδο σε λόφο, σε ανώμαλο έδαφος, χωρίς να χρειάζεται ο οδηγός να αγγίξει το πεντάλ του φρένου. Όταν είναι ενεργοποιημένο, το όχημα θα κατέβει χρησιμοποιώντας το σύστημα πέδησης ABS για να ελέγξει την ταχύτητα κάθε τροχού<sup>[17]</sup>. Εάν το όχημα επιταχύνει χωρίς την “είσοδο” (την ενέργεια) του οδηγού, το όχημα θα εφαρμόσει αυτόματα τα φρένα για να επιβραδύνει στην επιθυμητή ταχύτητα του οχήματος. Τα κουμπιά ελέγχου ταχύτητας ταξιδιού (cruise control buttons) μπορούν να ρυθμίσουν την ταχύτητα σε ένα άνετο επίπεδο. Ασκώντας πίεση στο πεντάλ του γκαζιού ή του φρένου, θα υπερβαίνει το σύστημα HDC όταν το απαιτεί ο οδηγός.



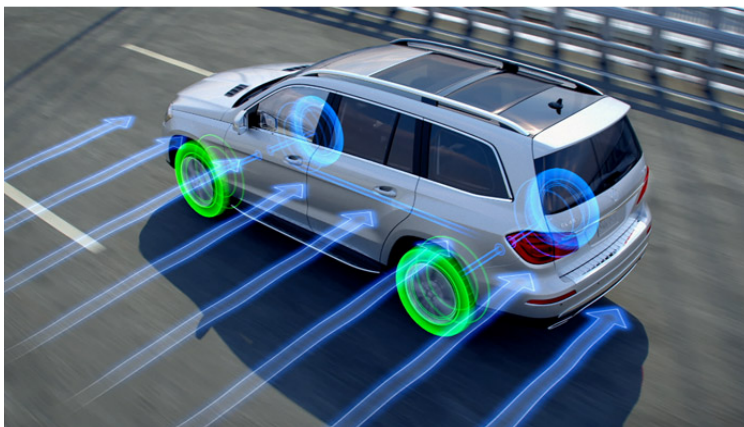
Εικόνα 9: Απεικόνιση HDC

Με το HDC οι οδηγοί μπορούν να είναι σίγουροι ότι ακόμη και η οδήγηση σε λόφους με ολισθηρό ή τραχύ (ανώμαλο) έδαφος θα είναι ομαλή και ελεγχόμενη και θα είναι σε θέση να διατηρούν τον έλεγχο όσο υπάρχει επαρκής πρόσφυση<sup>[18]</sup>. Τα τετρακίνητα οχήματα (4WD και AWD) μπορεί να έχουν εγκατεστημένο το σύστημα HDC, χρησιμοποιώντας το σύστημα πέδησης ABS για τον έλεγχο της κίνησης του οχήματος σε κατηφόρα. Το σύστημα μπορεί να ελεγχθεί, συνήθως από τα κουμπιά του cruise control κοντά ή πάνω στο τιμόνι.

## 2.5 Σταθεροποίηση πλευρικού ανέμου

Η σταθεροποίηση του πλευρικού ανέμου είναι μεταξύ των σχετικά νέων "προηγμένων συστημάτων υποστήριξης οδηγού" (advanced driver-assistance systems). Αντισταθμίζει τους ισχυρούς πλευρικούς ανέμους<sup>[19]</sup>.

Χρησιμοποιεί αισθητήρες για την ανίχνευση δυνάμεων που ενεργούν στο όχημα μέσω πλευρικών ριπών ανέμων, όταν είναι σε γέφυρα ή όταν προσπερνάει ένα φορτηγό. Η απόκριση του συστήματος λαμβάνει επίσης υπόψη την ταχύτητα του οχήματος, το φορτίο του οχήματος και τα χαρακτηριστικά χειρισμού του τιμονιού από τον οδηγό. Φρενάρουν οι τροχοί στο πλάι του οχήματος που "βλέπουν" τον άνεμο, ανάλογα με την κατάσταση και αντισταθμίζουν την παρεμβολή του πλευρικού ανέμου.



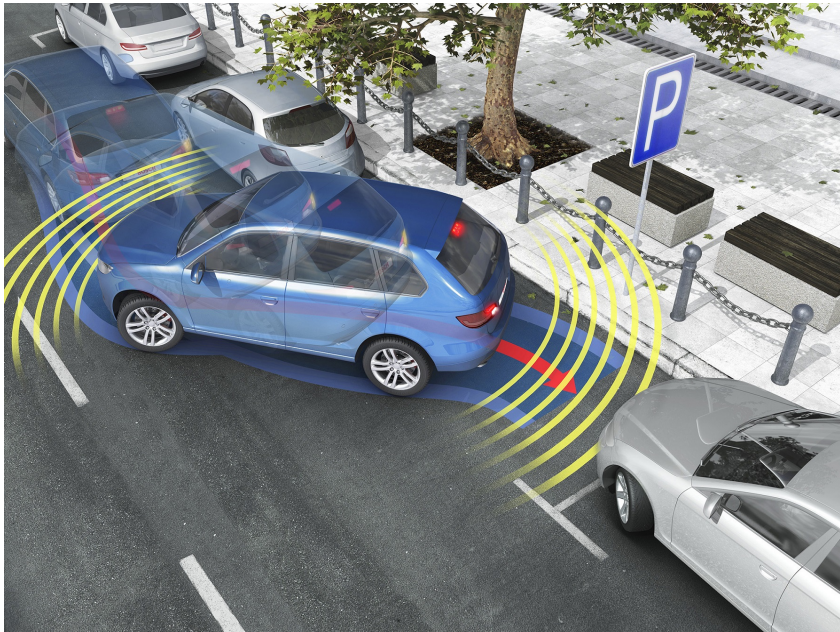
*Εικόνα 10: Απεικόνιση σταθεροποίησης πλευρικού ανέμου*

Η πιο προηγμένη έκδοση του συστήματος (διαθέσιμη σε οχήματα με ενεργή ανάρτηση) ρυθμίζει τις “δυνάμεις της ανάρτησης” (suspensions strut forces) σύμφωνα με τη δύναμη του αντίθετου (πλευρικού) ανέμου, περιορίζοντας έτσι τις δονήσεις που επηρεάζουν το όχημα και μειώνοντας τις ταλαντώσεις του αμαξώματος του οχήματος.

## **2.6 Αυτόματο Παρκάρισμα**

Το αυτόματο παρκάρισμα είναι ένα αυτόματο σύστημα ελιγμών που μετακινεί ένα όχημα από μία λωρίδα κυκλοφορίας σε ένα σημείο στάθμευσης για να πραγματοποιήσει παράλληλο, κάθετο ή διαγώνιο παρκάρισμα. Το σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος στοχεύει να βελτιώσει την άνεση και την ασφάλεια της οδήγησης σε περιορισμένα περιβάλλοντα όπου απαιτείται μεγάλη προσοχή και εμπειρία για να κατευθύνετε το αυτοκίνητο. Ο ελιγμός στάθμευσης επιτυγχάνεται με συντονισμένο έλεγχο της γωνίας του τιμονιού και της ταχύτητας, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική κατάσταση του περιβάλλοντος για να εξασφαλίσει κίνηση χωρίς σύγκρουση εντός του διαθέσιμου χώρου<sup>[20]</sup>.

Ο αλγόριθμος αυτόματου παράλληλου παρκαρίσματος εντοπίζει ένα επαρκή χώρο στάθμευσης κατά μήκος του δρόμου, “βρίσκει” μία βολική θέση εκκίνησης για το αυτοκίνητο μπροστά από το χώρο στάθμευσης και εκτελεί έναν παράλληλο ελιγμό στάθμευσης. Το αυτόματο “ξε-παρκάρισμα” περιλαμβάνει τον εντοπισμό ενός διαθέσιμου χώρου για την κίνηση του αυτοκινήτου εντός του χώρου στάθμευσης, την τοποθέτηση (κίνηση) του αυτοκινήτου σε ένα κατάλληλο σημείο στο πίσω μέρος του χώρου στάθμευσης και εκτέλεση ενός ελιγμού για να βγει από το χώρο στάθμευσης στη λωρίδα κυκλοφορίας.



*Εικόνα 11: Απεικόνιση λειτουργίας αισθητήρων αυτόματου παρκαρίσματος*

Η βασική ιδέα του αυτόματου παρκαρίσματος είναι ο προγραμματισμός και η παραμετροποίηση των βασικών προφίλ ελέγχου του τιμονιού και της ταχύτητας, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό σχήμα της διαδρομής του οχήματος εντός του διαθέσιμου χώρου. Ο ελιγμός στάθμευσης πραγματοποιείται ως μία ακολουθία ελεγχόμενων κινήσεων χρησιμοποιώντας δεδομένα αισθητήρων από τα σερβοσυστήματα του αυτοκινήτου και μετρήσεις εμβέλειας σχετικά με το περιβάλλον. Οι έλεγχοι διεύθυνσης και ταχύτητας υπολογίζονται και εκτελούνται σε πραγματικό χρόνο. Η προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα διάφορα σχήματα διαδρομής που απαιτούνται για την εκτέλεση ελιγμών στάθμευσης.

Ένα σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος χρησιμοποιεί διάφορες μεθόδους για την ανίχνευση αντικειμένων γύρω από το όχημα. Αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι στους εμπρός και πίσω προφυλακτήρες μπορούν να λειτουργήσουν ως πομπός και δέκτης. Αυτοί οι αισθητήρες εκπέμπουν ένα σήμα που θα ανακλάται όταν συναντά ένα εμπόδιο κοντά στο όχημα. Στη συνέχεια το computer (car computer=υπολογιστής αυτοκινήτου) θα χρησιμοποιεί την ταχύτητα του φωτός για να καθορίσει τη θέση του εμποδίου. Άλλα συστήματα χρησιμοποιούν κάμερες, π.χ. τεχνολογία Omniview ή ραντάρ για την ανίχνευση των εμποδίων και την μέτρηση του μεγέθους του χώρου στάθμευσης και την απόσταση από την άκρη του δρόμου<sup>[21]</sup>.

Το σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την άνεση και την ασφάλεια μειώνοντας το επίπεδο πίεσης που οι άνθρωποι αισθάνονται όταν χειρίζονται οι ίδιοι το τιμόνι (χειροκίνητο στρίψιμο τιμονιού) για παράλληλο παρκάρισμα σε γκαράζ (όταν κάνουν οι ίδιοι τους ελιγμούς για παράλληλο παρκάρισμα και παρκάρισμα σε γκαράζ).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Σύστημα αποφυγής σύγκρουσης

Ένα σύστημα αποφυγής σύγκρουσης είναι ένα σύστημα ασφάλειας αυτοκινήτων σχεδιασμένο ώστε να μειώνει τη σοβαρότητα μίας σύγκρουσης. Είναι επίσης γνωστό ως σύστημα pre crash (προ- σύγκρουσης), σύστημα προειδοποίησης προς τα εμπρός ή σύστημα μετριασμού σύγκρουσης<sup>[22]</sup>. Χρησιμοποιεί ραντάρ (για όλες τις καιρικές συνθήκες) και μερικές φορές λέιζερ (LIDAR) και κάμερα (χρησιμοποιώντας την αναγνώριση εικόνας) για να ανιχνεύσει μία επικείμενη σύγκρουση. Οι αισθητήρες GPS μπορούν να ανιχνεύσουν σταθερούς (καθορισμένους) κινδύνους, όπως πλησιάζοντας σε πινακίδες στάσης (STOP) μέσω μίας βάσης δεδομένων τοποθεσίας.

Μόλις ολοκληρωθεί η ανίχνευση, αυτά τα συστήματα είτε παρέχουν προειδοποίηση στον οδηγό όταν υπάρχει επικείμενη σύγκρουση είτε αυτόνομα λαμβάνουν μέτρα, χωρίς την συμβολή του οδηγού (όπως φρενάρισμα ή χειρισμό του τιμονιού ή και τα δύο). Η αποφυγή σύγκρουσης με φρενάρισμα είναι κατάλληλη σε χαμηλές ταχύτητες (π.χ. κάτω από 50km/h) ενώ η αποφυγή σύγκρουσης με χειρισμό του τιμονιού (στρίψιμο-πηδαλιούχηση) είναι κατάλληλη στις υψηλότερες ταχύτητες του οχήματος<sup>[23]</sup>. Τα αυτοκίνητα με σύστημα αποφυγής σύγκρουσης μπορεί επίσης να είναι εξοπλισμένα με προσαρμοστικό σύστημα ελέγχου ταχύτητας ταξιδιού (adaptive cruise control) και να χρησιμοποιούν τους ίδιους εμπρός (που "κοιτούν" μπροστά) αισθητήρες.

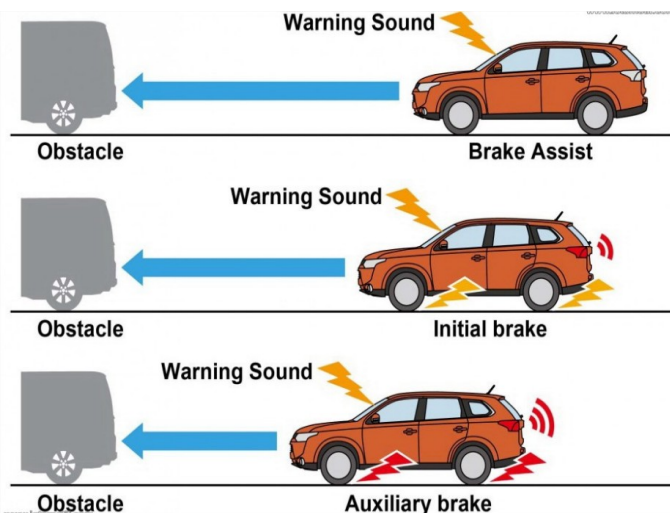


*Εικόνα 12:* Προειδοποίηση σύγκρουσης με υποστήριξη φρένων

### 3.1.1 Οφέλη:

Μία μελέτη του 2012<sup>[24]</sup> του ινστιτούτου ασφαλείας για την ασφάλεια στους αυτοκινητόδρομους εξέτασε με ποιο τρόπο τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των συστημάτων αποφυγής σύγκρουσης επηρέασαν τον αριθμό των απαιτήσεων (διεκδικήσεων) βάση διαφόρων μορφών ασφαλιστικής κάλυψης. Τα ευρήματα δείχνουν ότι δύο χαρακτηριστικά "αποφυγής σύγκρουσης" παρέχουν τα μεγαλύτερα οφέλη:

- Το αυτόνομο φρενάρισμα που θα μπορούσε να φρενάρει μόνο του αν ο οδηγός δεν το κάνει, για να αποφευχθεί μία εμπρόσθια σύγκρουση και
- προσαρμοστικούς προβολείς που θα μετατοπίζουν τους προβολείς (τα φώτα του αυτοκινήτου) προς την κατεύθυνση που στρίβει ο οδηγός.



Εικόνα 13: Στάδια συστήματος αποφυγής σύγκρουσης

Διαπίστωσαν ότι τα συστήματα αλλαγής λωρίδας δεν είναι χρήσιμα και ίσως επιβλαβή, κατά το στάδιο ανάπτυξης του 2012 περίπου. Μία έρευνα του 2015, από το ινστιτούτο ασφαλίσεων για την ασφάλεια στους αυτοκινητόδρομους, διαπίστωσε ότι τα συστήματα προειδοποίησης σύγκρουσης (εμπρόσθιας) και τα συστήματα αυτόματης πέδησης (φρεναρίσματος) μείωσαν τις οπίσθιες συγκρούσεις<sup>[25]</sup>.

### 3.1.2 Χαρακτηριστικά:

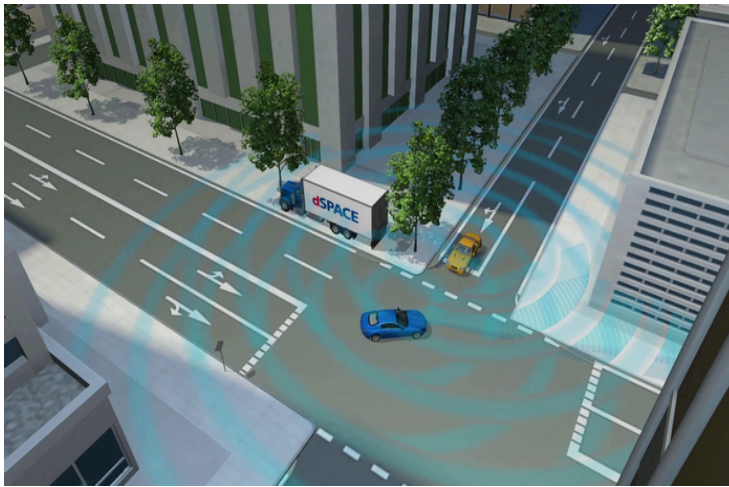
Διάφορα χαρακτηριστικά βρίσκονται συνήθως σε συστήματα αποφυγής συγκρούσεων. Ορισμένα αυτοκίνητα μπορεί να ενσωματώνουν συστήματα προειδοποίησης αλλαγής λωρίδας<sup>[26]</sup>. Η ανίχνευση πεζών είναι ένα άλλο σύνηθες "χαρακτηριστικό" σε πολλούς κατασκευαστές συστημάτων αποφυγής σύγκρουσεων<sup>[27]</sup>. Το σύστημα του αυτόματου/προσαρμοστικού ελέγχου ταχύτητας ταξιδιού (automatic/adaptive cruise control) είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό που χρησιμοποιείται συνήθως.



### **3.2 Υποβοήθηση διασταύρωσης**

Η υποβοήθηση διασταύρωσης είναι ένα προηγμένο σύστημα υποστήριξης οδηγού (advanced driver assistance system), το οποίο εισήχθη για πρώτη φορά το 2009<sup>[28]</sup>.

Οι διασταυρώσεις των πόλεων είναι ένα κρίσιμο σημείο ατυχημάτων. Οι συγκρούσεις εδώ οφείλονται περισσότερο σε απόσπαση της προσοχής του οδηγού ή κακή εκτίμηση. Ενώ οι άνθρωποι αντιδρούν συχνά πολύ αργά, τα συστήματα βοήθειας είναι "ανοσιακά" σε αυτή τη σύντομη στιγμή σοκ.



*Εικόνα 14: Απεικόνιση λειτουργίας βοηθού διασταύρωσης*

Το σύστημα παρακολουθεί την κίνηση σε μία οδική διασταύρωση. Εάν αυτό το προνοητικό σύστημα (anticipatory system)<sup>[29]</sup> ανιχνεύσει μία επικίνδυνη κατάσταση αυτού του είδους, παρακινεί τον οδηγό να ξεκινήσει επείγον το φρενάρισμα (emergency braking) ενεργοποιώντας οπτικές και ακουστικές προειδοποιήσεις και ενεργοποιώντας αυτόματα και τα φρένα.

### **3.3 Υποβοήθηση στροφής**

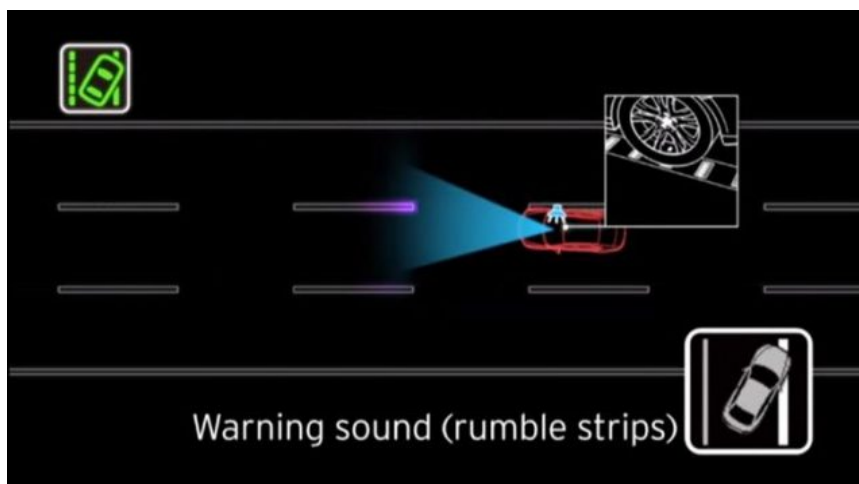
Η υποβοήθηση στροφής είναι ένα νέο προηγμένο σύστημα υποστήριξης οδηγού (advanced driver assistance system), το οποίο εισήχθη το 2015.

Το σύστημα παρακολουθεί την αντίθετη κίνηση (της αντίθετης κατεύθυνσης) όταν το όχημα στρίβει αριστερά σε χαμηλές ταχύτητες<sup>[30]</sup>. Σε κρίσιμη κατάσταση φρενάρει το αυτοκίνητο. Αυτό

είναι ένα συνηθισμένο σενάριο σε πολυσύχναστες διασταυρώσεις πόλεων, καθώς και σε αυτοκινητόδρομους όπου τα όρια ταχύτητας είναι υψηλότερα.

### **3.4 Σύστημα προειδοποίησης απόκλισης από την λωρίδα κυκλοφορίας**

Στην ορολογία των οδικών μεταφορών ένα σύστημα προειδοποίησης απόκλισης από την λωρίδα κυκλοφορίας είναι ένας μηχανισμός που αποσκοπεί να προειδοποιήσει τον οδηγό όταν το όχημα αρχίζει να μετακινείται από την λωρίδα του (εκτός αν το φλας είναι αναμμένο προς αυτήν την κατεύθυνση) σε αυτοκινητόδρομους και οδικές αρτηρίες. Τα συστήματα αυτά έχουν σχεδιαστεί για να ελαχιστοποιούν τα ατυχήματα, αντιμετωπίζοντας τις κύριες αιτίες συγκρούσεων: σφάλμα οδηγού, περισπασμούς και υπνηλία<sup>[31]</sup>.



*Εικόνα 15: Σύστημα προειδοποίησης απόκλισης από την λωρίδα κυκλοφορίας*

#### **3.4.1 Κύριοι τύποι**

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι συστημάτων:

- Συστήματα που προειδοποιούν τον οδηγό (προειδοποίηση απόκλισης λωρίδας, LDW-Lane Departure Warning) εάν το όχημα εγκαταλείπει την λωρίδα του (οπτικές, ηχητικές και "δονητικές" προειδοποιήσεις).
- Συστήματα που προειδοποιούν τον οδηγό και, αν δεν ληφθούν μέτρα, λαμβάνουν αυτόματα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι το όχημα παραμένει στη λωρίδα του (σύστημα διατήρησης λωρίδας κυκλοφορίας, LKS- Lane Keeping System).
- Αντιδραστική και ενεργητική/ "προληπτική" (Reactive and Proactive).

### 3.4.2 Τύποι αισθητήρων

Τα συστήματα προειδοποίησης/ διατήρησης λωρίδας βασίζονται σε:

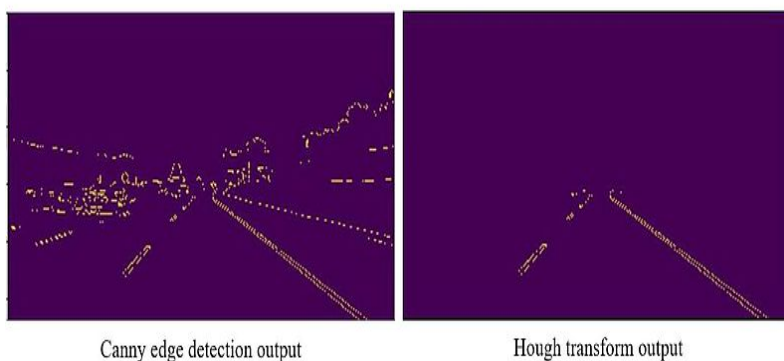
- Αισθητήρες βίντεο στον οπτικό τομέα/“πεδίο” (τοποθετημένοι πίσω από το παρμπρίζ, συνήθως ενσωματωμένοι δίπλα στον “οπίσθιο” καθρέπτη).
- Αισθητήρες laser (τοποθετημένοι στο μπροστινό μέρος του οχήματος).
- Αισθητήρες υπέρυθρων (τοποθετημένοι είτε πίσω από το παρμπρίζ είτε κάτω από το όχημα<sup>[32]</sup>).

### 3.4.3 Αρχή λειτουργίας

Ένα βασικό διάγραμμα ροής του τρόπου με τον οποίο ένας αλγόριθμος ανίχνευσης λωρίδας λειτουργεί για να βοηθήσει την προειδοποίηση για την απόκλιση από τη λωρίδα<sup>[33]</sup>, είναι το ακόλουθο:



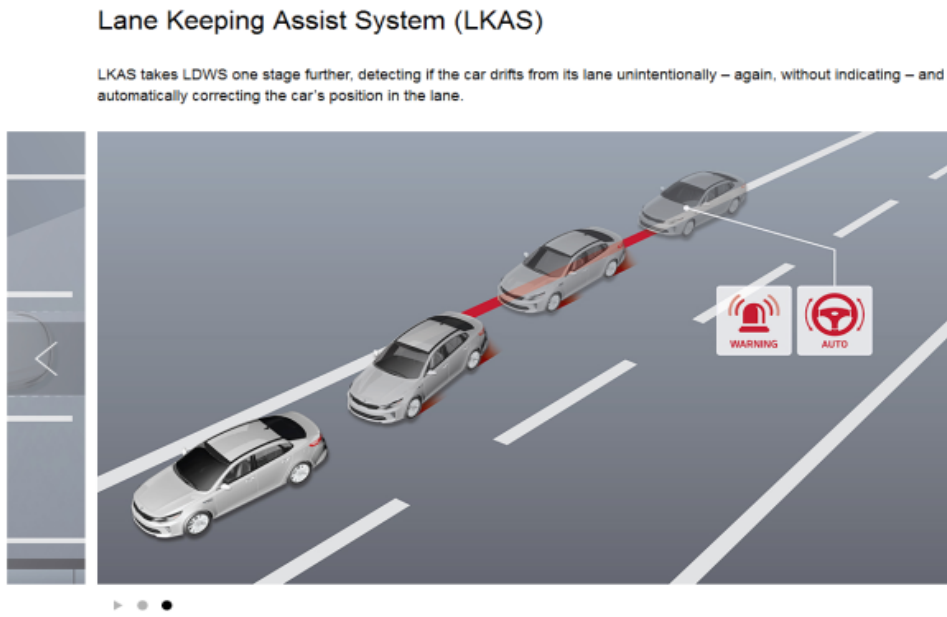
Εικόνα 16: Αλγόριθμος ανίχνευσης λωρίδας



Εικόνα 17: Παράδειγμα εφαρμογής του αλγόριθμου ανίχνευσης λωρίδων που δείχνει την ανίχνευση άκρης Canny και τις εξόδους μετασχηματισμού Hough

### 3.4.4 Υποστήριξη διατήρησης λωρίδας

Η υποστήριξη διατήρησης της λωρίδας (lane keeping assist)<sup>[34]</sup> είναι ένα χαρακτηριστικό που, εκτός από το σύστημα προειδοποίησης απόκλισης από τη λωρίδα, λαμβάνει αυτόματα μέτρα για να εξασφαλίσει ότι το όχημα παραμένει στη λωρίδα του. Ορισμένα οχήματα συνδυάζουν προσαρμοστικό σύστημα ελέγχου ταχύτητας (adaptive cruise control) με σύστημα διατήρησης λωρίδας για παροχή πρόσθετης ασφάλειας.



Εικόνα 18: Σύστημα υποβοήθησης διατήρησης της λωρίδας κυκλοφορίας

Ενώ ο συνδυασμός αυτών των χαρακτηριστικών δημιουργεί ένα ημιαυτόνομο όχημα τα περισσότερα απαιτούν από τον οδηγό να διατηρεί τον έλεγχο του οχήματος ενώ χρησιμοποιείται. Αυτό οφείλεται στους περιορισμούς που σχετίζονται με τη λειτουργία διατήρησης της λωρίδας<sup>[35]</sup>.

Το σύστημα υποβοήθησης διατήρησης της λωρίδας κυκλοφορίας επιτυγχάνεται σε σύγχρονα συστήματα οχημάτων χωρίς οδηγό (modern driverless vehicle systems) χρησιμοποιώντας τεχνικές επεξεργασίας εικόνας που ονομάζονται τεχνικές Hough transform και Canny edge detection. Αυτές οι προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας εικόνας εξάγουν δεδομένα λωρίδων (lane data) από κάμερες που κοιτούν μπροστά (forward facing cameras) που είναι προσδεμένες (attached) στο μπροστινό μέρος του οχήματος. Η επεξεργασία εικόνας σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας ισχυρούς υπολογιστές (όπως το NVIDIA Drive PX1), χρησιμοποιείται από πολλούς Vehicle OEM's για να επιτευχθούν πλήρως αυτόνομα οχήματα στα οποία ο αλγόριθμος ανίχνευσης λωρίδων (lane detection algorithm) παίζει σημαντικό ρόλο. Οι προηγμένοι αλγόριθμοι ανίχνευσης λωρίδων αναπτύσσονται επίσης με τη χρήση τεχνικών Deep Learning και Neural Network<sup>[36]</sup>. Η NVIDIA έχει επιτύχει υψηλή ακρίβεια στην ανάπτυξη αυτόνομων/ αυτο-οδηγούμενων χαρακτηριστικών (self-driving features), συμπεριλαμβανομένης της διατήρησης της λωρίδας, χρησιμοποιώντας τον μηχανισμό εκπαίδευσης βασισμένο σε νευρωνικό δίκτυο (neural network based training mechanism), στον οποίο χρησιμοποιούν μία κάμερα στο αυτοκίνητο που βλέπει προς τα εμπρός και τρέχουν μέσω μιας διαδρομής και στη συνέχεια χρησιμοποιούν την

είσοδο διεύθυνσης (steering input) και τις εικόνες του δρόμου από την κάμερα και τα τροφοδοτούν στο νευρικό δίκτυο (fed into the neural network) και το κάνουν να (make it "learn") "μαθαίνει". Το νευρικό δίκτυο τότε θα είναι σε θέση να αλλάξει τη γωνία διεύθυνσης (steering angle) βάση της αλλαγής λωρίδας στο δρόμο και να κρατήσει το αυτοκίνητο στη μέση της λωρίδας<sup>[37]</sup>.

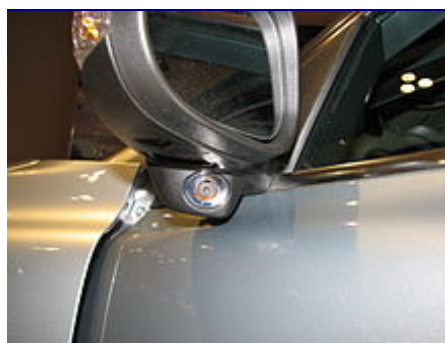
Ένας μηχανισμός υποβοήθησης διατήρησης της λωρίδας κυκλοφορίας (lane keep assist mechanism) μπορεί είτε να γυρίσει αντιδραστικά (reactively) ένα όχημα πίσω στη λωρίδα, αν αρχίσει να φεύγει είτε προληπτικά (proactively) να κρατήσει το όχημα στο κέντρο της λωρίδας. Οι εταιρείες οχημάτων χρησιμοποιούν συχνά τον όρο "Lane Keep(ing) Assist" για να αναφερθούν τόσο στο reactive lane keep assist (LKA) όσο και στο proactive lane centering assist (LCA) αλλά οι όροι αρχίζουν να διαφοροποιούνται<sup>[38]</sup>.

### **3.4.5 Περιορισμοί**

Τα συστήματα προειδοποίησης απόκλισης από τη λωρίδα κυκλοφορίας και τα συστήματα διατήρησης λωρίδας βασίζονται σε ορατά σημάδια (ενδείξεις) λωρίδας κυκλοφορίας. Συνήθως δεν μπορούν να αποκρυπτογραφήσουν ξεθωριασμένα, ελλείποντα (missing) ή λανθασμένα (incorrect) σήματα (ενδείξεις) λωρίδων. Οι ενδείξεις που καλύπτονται από χιόνι ή οι παλιές ενδείξεις λωρίδων που είναι ορατές μπορεί να παρεμποδίσουν την ικανότητα του οχήματος.

## **3.5 Ανιχνευτής τυφλών σημείων**

Ο ανιχνευτής των τυφλών σημείων, είναι μία συσκευή αισθητήρων με βάση το όχημα που ανιχνεύει άλλα οχήματα που βρίσκονται στην πλευρά του οδηγού και πίσω. Οι προειδοποιήσεις μπορεί να είναι οπτικές, ακουστικές (ηχητικές), δονητικές (κραδασμικές, με δόνηση) ή οπτικές<sup>[39]</sup>.



*Εικόνα 19:* Ανιχνευτής τυφλών σημείων σε πλευρικούς καθρέφτες

Ωστόσο, οι ανιχνευτές τυφλών σημείων είναι μία επιλογή που μπορούν να κάνουν περισσότερα από την παρακολούθηση των πλευρών και του πίσω μέρους του οχήματος. Μπορούν επίσης να συμπεριλάβουν την "Ειδοποίηση Cross-Traffic", η οποία προειδοποιεί τους οδηγούς που βγαίνουν από ένα χώρο στάθμευσης όταν η κυκλοφορία πλησιάζει από τις πλευρές.

### **3.6 Αναγνώριση σημάτων κυκλοφορίας**

Η αναγνώριση σημάτων (πινακίδων) κυκλοφορίας<sup>[40]</sup> είναι μία τεχνολογία με την οποία ένα όχημα είναι σε θέση να αναγνωρίσει τα σήματα (πινακίδες) κυκλοφορίας που έχουν "τεθεί" στο δρόμο, π.χ. "όριο ταχύτητας" ή "παιδιά" ('children') ή "στροφή μπροστά". Αυτό είναι ένα μέρος των χαρακτηριστικών που ονομάζονται συλλογικά ADAS. Η τεχνολογία αναπτύσσεται από πολλούς προμηθευτές αυτοκινητοβιομηχανιών (automotive suppliers) (όπως η Continental και η Delphi).



Εικόνα 20: Αναγνώριση κυκλοφοριακής σήμανσης (όριο ταχύτητας)

Χρησιμοποιεί τεχνικές επεξεργασίες εικόνας για την ανίχνευση των σημάτων (πινακίδων) κυκλοφορίας. Οι μέθοδοι ανίχνευσης μπορούν γενικά να διακριθούν σε μεθόδους βασισμένες στο χρώμα, με βάση το σχήμα και βασισμένες στη μάθηση (learning based).

#### **3.6.1 Ιστορία**

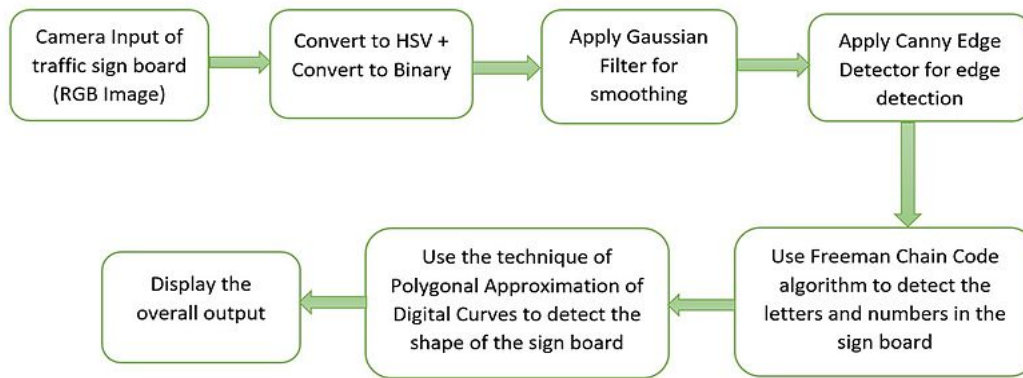
Η σύμβαση της Βιέννης για τις οδικές πινακίδες και σήματα (Vienna Convention on Road Signs and Signals) είναι μία συνθήκη που υπογράφηκε το 1968, η οποία μπόρεσε να τυποποιήσει τις πινακίδες κυκλοφορίας σε διάφορες χώρες (across different countries). Περίπου 52 χώρες έχουν υπογράψει αυτή τη συνθήκη, η οποία περιλαμβάνει 31 χώρες από την Ευρώπη. Η σύμβαση έχει ταξινομήσει ευρέως τις οδικές πινακίδες σε επτά κατηγορίες που ορίζονται με τα γράμματα A-

Η Αυτή η τυποποίηση ήταν η κύρια ώθηση να βοηθηθούν οι OEM's, να αναπτύξουν ένα σύστημα αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο<sup>[41]</sup>.

### **3.6.2 Τρόπος λειτουργίας**

Πως λειτουργεί το σύστημα αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας; Οι πινακίδες κυκλοφορίας μπορούν να αναλυθούν χρησιμοποιώντας κάμερες που κοιτούν προς τα εμπρός σε πολλά από τα σύγχρονα αυτοκίνητα, οχήματα και φορτηγά. Μία από τις βασικές περιπτώσεις χρήσης ενός συστήματος αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας είναι στο όριο ταχύτητας. Τα περισσότερα δεδομένα GPS θα αποκτούσαν πληροφορίες ταχύτητας αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν επιπρόσθετες πινακίδες κυκλοφορίας ορίου ταχύτητας για την εξαγωγή πληροφοριών και την εμφάνισή τους στο ταμπλό του αυτοκινήτου για να ειδοποιήσουν τον οδηγό για την οδική πινακίδα. Πρόκειται για ένα προηγμένο χαρακτηριστικό υποβοήθησης του οδηγού που διατίθενται στα περισσότερα "εξελιγμένα" αυτοκίνητα, κυρίως στα Ευρωπαϊκά οχήματα (European OEM Vehicles).

Τα σύγχρονα συστήματα αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα, "οδηγούμενα" κυρίως από τις απαιτήσεις των αυτόνομων οχημάτων και των αυτο-οδηγούμενων αυτοκινήτων. Σε αυτά τα σενάρια, το σύστημα ανίχνευσης πρέπει να αναγνωρίσει μία ποικιλία πινακίδων κυκλοφορίας και όχι μόνο των ορίων ταχύτητας. Ένα συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο μπορεί να εκπαιδευτεί για να πάρει αυτές τις προκαθορισμένες πινακίδες κυκλοφορίας και να "μάθει" χρησιμοποιώντας τεχνικές Deep Learning (μάθησης σε βάθος). Το νευρωνικό δίκτυο με τη σειρά του χρησιμοποιεί επεξεργασία εικόνας και μηχανική όραση (Image Processing and Computer Vision) για να εκπαιδεύσει το δίκτυο με τα δυνητικά του αποτελέσματα. Το εκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο για την ανίχνευση νέων πινακίδων κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο. Εταιρείες αυτο-οδηγούμενων αυτοκινήτων (όπως η Waymo και η Uber) παράγουν και αναθέτουν σε εξωτερικούς συνεργάτες σύνολα δεδομένων πινακίδων κυκλοφορίας (generating and outsourcing traffic sign data sets) μαζί με εταιρείες χαρτών και πλοήγησης (όπως η Tom Tom)<sup>[42]</sup>. Οι τεχνικές προηγμένης μηχανικής όρασης και νευρωνικών δικτύων καθιστούν αυτό το στόχο εξαιρετικά αποδοτικό και εφικτό σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 21: Ένα παράδειγμα αλγόριθμου για την ανίχνευση σημάτων κυκλοφορίας

Υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι για αναγνώριση πινακίδων κυκλοφορίας. Οι κοινοί είναι αυτοί που βασίζονται στο σχήμα της πινακίδας. Τυπικά σχήματα πινακίδων όπως το εξάγωνο, ο κύκλος, το ορθογώνιο καθορίζουν διαφορετικούς τύπους πινακίδων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ταξινόμηση.



Εικόνα 22: Παράδειγμα εφαρμογής των βημάτων προεπεξεργασίας εικόνας στον αλγόριθμο ανίχνευσης κυκλοφοριακών σημάτων

Η μάθηση σε βάθος μπορεί να ενσωματωθεί για την ανίχνευση πινακίδων κυκλοφορίας. Η πολυγωνική προσέγγιση των ψηφιακών καμπυλών χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Ramer – Douglas- Peucker μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση του σχήματος των πινακίδων και μέθοδοι όπως Support Vector Machines (SVMs) και Byte-MCT με ένα ταξινομητή Ada Boost έχουν χρησιμοποιηθεί σε μία από τις μεθόδους ανίχνευσης πινακίδων κυκλοφορίας (traffic signs-σήματα οδικής κυκλοφορίας)<sup>[43]</sup>.



### **3.7 Προειδοποίηση οδηγού για λάθος κατεύθυνση**

Η "προειδοποίηση οδηγού για λάθος κατεύθυνση" είναι ένα νέο ADAS που εισήχθη το 2010<sup>[44]</sup> για να αποφευχθεί η οδήγηση σε λάθος κατεύθυνση (wrong-way).



*Εικόνα 23: Προειδοποίηση οδηγού για λάθος κατεύθυνση*

Σε περίπτωση πινακίδων που επιβάλλουν περιορισμούς πρόσβασης μέσω της λειτουργίας προειδοποίησης του οδηγού για λάθος κατεύθυνση (wrong-way driver warning function), μία ακουστική προειδοποίηση εκπέμπεται μαζί με οπτική προειδοποίηση στη συστοιχία οργάνων (στο καντράν), συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην πρόληψη σοβαρών ατυχημάτων που προκλήθηκαν από οδηγούς που οδηγούσαν σε λάθος κατεύθυνση (wrong-way drivers).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Αισθητήρες στάθμευσης

Οι αισθητήρες στάθμευσης είναι αισθητήρες εγγύτητας (proximity) για οχήματα δρόμου που έχουν σχεδιαστεί για να προειδοποιούν τον οδηγό για εμπόδια κατά τη στάθμευση. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικούς ή υπερηχητικούς (ultrasonic) αισθητήρες.



Εικόνα 24: Υπερηχητικός αισθητήρας στάθμευσης

#### 4.1.1 Υπερηχητικά συστήματα

Αυτά τα συστήματα διαθέτουν υπερηχητικούς ανιχνευτές εγγύτητας για τη μέτρηση των αποστάσεων σε κοντινά αντικείμενα μέσω αισθητήρων που βρίσκονται στον μπροστά και/ ή πίσω προφυλακτήρα ή λιγότερο αντιληπτοί (visually minimized) μέσα σε παρακείμενες γρίλιες ή εσοχές.



Εικόνα 25: Αισθητήρας στάθμευσης σε ένα φτερό αυτοκινήτου

Οι αισθητήρες εκπέμπουν ακουστικούς παλμούς (acoustics pulses) με μία μονάδα ελέγχου που μετρά το διάστημα επιστροφής κάθε ανακλώμενου σήματος και υπολογίζοντας τις αποστάσεις των αντικειμένων<sup>[45]</sup>. Το σύστημα με τη σειρά του προειδοποιεί τον οδηγό με ακουστικούς τόνους, η συχνότητα υποδεικνύει την απόσταση του αντικειμένου, με γρηγορότερους τόνους υποδεικνύει κοντινότερη εγγύτητα και ένας συνεχόμενος τόνος υποδεικνύει μία ελάχιστη προκαθορισμένη απόσταση. Τα συστήματα μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν οπτικά βοηθήματα, όπως LED ή LCD ενδείξεις (readouts) για να υποδείξει την απόσταση του αντικειμένου. Ένα όχημα μπορεί να περιλαμβάνει ένα εικονόγραμμα (pictogram) οχήματος στην οθόνη ψυχαγωγίας (infotainment screen) του αυτοκινήτου, με μία αναπαράσταση των κοντινών αντικειμένων σαν έγχρωμα εμπόδια (colored blocks).



*Εικόνα 26: Εικονόγραμμα αισθητήρων παρκαρίσματος οχήματος στην οθόνη ψυχαγωγίας του αυτοκινήτου*

Οι πίσω αισθητήρες μπορούν να ενεργοποιηθούν όταν επιλέγεται η ταχύτητα της όπισθεν και οι μπροστά αισθητήρες μπορούν να ενεργοποιηθούν χειροκίνητα και να απενεργοποιηθούν αυτόματα όταν το όχημα φτάσει σε μία προκαθορισμένη ταχύτητα, για να αποφευχθούν μεταγενέστερες ενοχλητικές προειδοποιήσεις (warnings).

Δεδομένου ότι τα υπερηχητικά συστήματα βασίζονται στην αντανάκλαση των ηχητικών κυμάτων, το σύστημα μπορεί να μην ανιχνεύει επίπεδα αντικείμενα ή αντικείμενα που είναι ανεπαρκώς μεγάλα για να αντανακλούν τον ήχο (to reflect sound), π.χ έναν στενό πάσσαλο ή ένα επίμηκες αντικείμενο που "δείχνει" απευθείας στο όχημα ή κοντά σε ένα αντικείμενο. Αντικείμενα με επίπεδες επιφάνειες που βρίσκονται υπό γωνία σε σχέση με την κατακόρυφο μπορεί να εκτρέψουν τα επιστρεφόμενα ηχητικά κύματα μακριά από τους αισθητήρες εμποδίζοντας την ανίχνευση.

### 4.1.2 Ηλεκτρομαγνητικά συστήματα

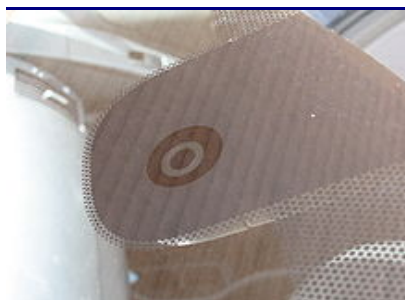
Οι ηλεκτρομαγνητικοί αισθητήρες βασίζονται στο ότι το όχημα κινείται αργά και ομαλά προς το αντικείμενο για να αποφευχθεί. Μόλις εντοπιστεί το εμπόδιο, αν το όχημα σταματήσει στιγμιαία κατά την προσέγγισή του, ο αισθητήρας συνεχίζει να δίνει σήμα για την παρουσία του αντικειμένου. Εάν το όχημα ξαναρχίσει τον ελιγμό του, το σήμα συναγερμού (alarm signal) γίνεται όλο και πιο "επιβλητικό" καθώς πλησιάζει το εμπόδιο.

### 4.1.3 Ανίχνευση τυφλών σημείων και άλλη τεχνολογία

Οι "ελεγκτές" τυφλών σημείων είναι μία επιλογή που μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερα από την παρακολούθηση των πλευρών του οχήματος. Μπορεί να περιλαμβάνει το "Cross Traffic Alert" ("ειδοποίηση διασταυρούμενης κυκλοφορίας—κίνησης"), το οποίο προειδοποιεί τους οδηγούς που βγαίνουν από έναν χώρο στάθμευσης όταν κίνηση πλησιάζει από τις πλευρές.<sup>[46]</sup>

## 4.2 Αισθητήρας Βροχής

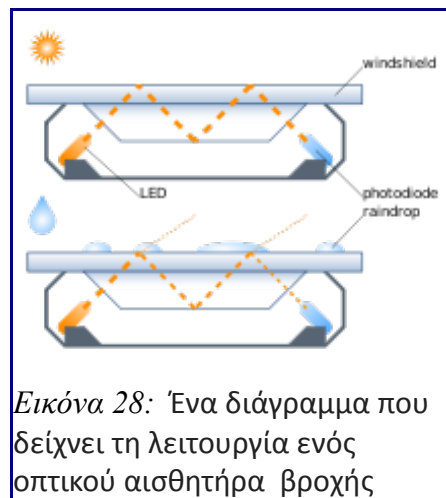
Ένας αισθητήρας βροχής ή διακόπτης βροχής είναι ένας διακόπτης (switching device) που ενεργοποιείται από τη βροχόπτωση<sup>[47]</sup>. Ο αισθητήρας βροχής για τα αυτοκίνητα είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται για την προστασία του εσωτερικού του αυτοκινήτου από τη βροχή και για την υποστήριξη της αυτόματης λειτουργίας των υαλοκαθαριστήρων.



*Εικόνα 27: Αισθητήρας βροχής στο παρμπρίζ αυτοκινήτου*

Οι πιο συνηθισμένοι σύγχρονοι αισθητήρες βροχής βασίζονται στην αρχή της ολικής εσωτερικής αντανάκλασης (total internal reflection): ένα υπέρυθρο φως ακτινοβολείται με γωνία 45

μοιρών στο παρμπρίζ από το εσωτερικό, εάν το γυαλί είναι βρεγμένο, λιγότερο φως επιστρέφει στον αισθητήρα και οι υαλοκαθαριστήρες ενεργοποιούνται<sup>[48]</sup>.

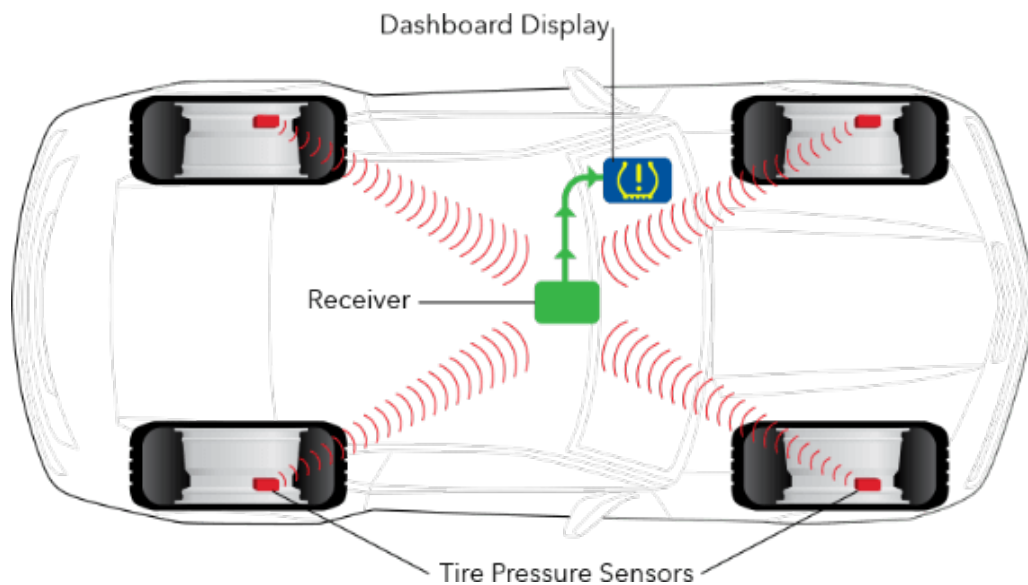


Εικόνα 28: Ένα διάγραμμα που δείχνει τη λειτουργία ενός οπτικού αισθητήρα βροχής

Τα περισσότερα οχήματα με αυτό το χαρακτηριστικό έχουν θέση "Auto" (αυτόματα) στον διακόπτη/μοχλό.

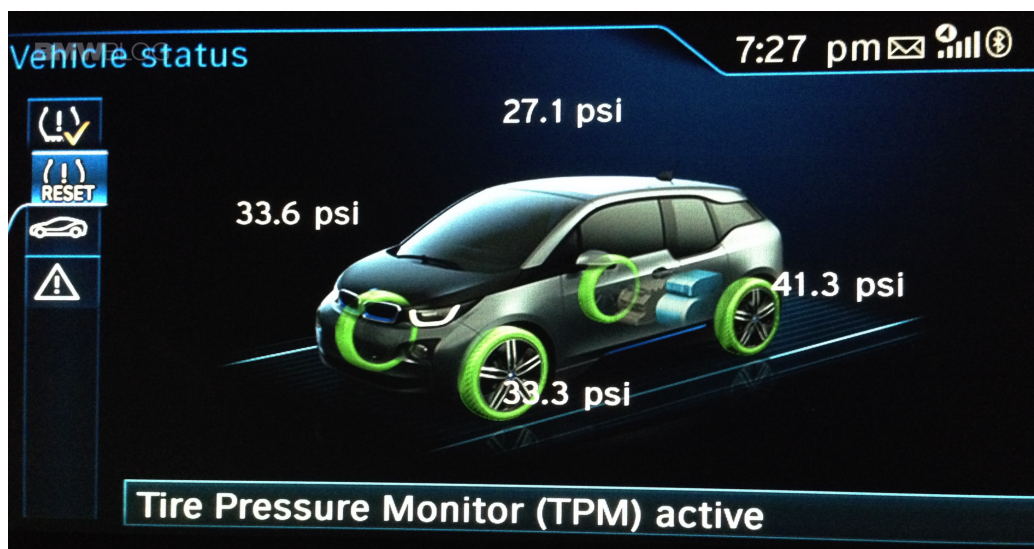
### **4.3 Σύστημα παρακολούθησης πίεσης ελαστικών**

Ένα σύστημα παρακολούθησης της πίεσης των ελαστικών (TPMS-Tire-pressure monitoring system) είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα σχεδιασμένο για την παρακολούθηση της πίεσης του αέρα στα πνευματικά ελαστικά των διάφορων τύπων οχημάτων.



Εικόνα 29: Απεικόνιση λειτουργίας αισθητήρων πίεσης ελαστικών

Το TPMS αναφέρει στον οδηγό του οχήματος, πληροφορίες σχετικά με την πίεση των ελαστικών σε πραγματικό χρόνο, είτε μέσω ενός μετρητή, μιας απεικόνισης εικονογράμματος (pictogram display), είτε ενός απλού προειδοποιητικού ενδείκτη χαμηλής πίεσης (low-pressure warning light) [49].

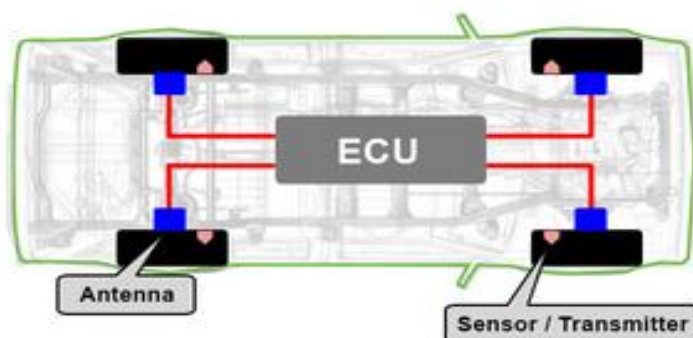


Εικόνα 30: Απεικόνιση εικονογράμματος πίεσης ελαστικών

Το TPMS μπορεί να χωριστεί σε δύο διαφορετικούς τύπους: άμεσο (direct-dTPMS) και έμμεσο (indirect-iTPMS).

## DIRECT TPMS

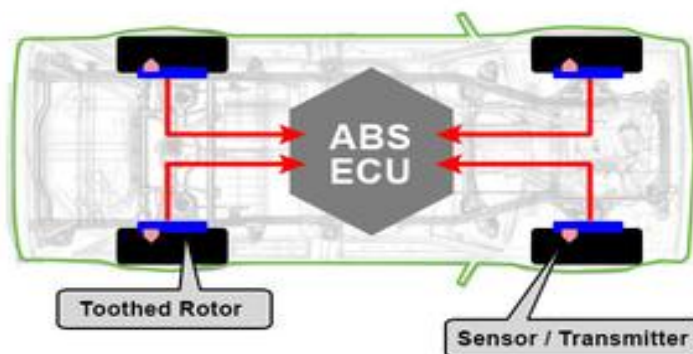
A direct system measures the actual tire pressure via in-tire sensor



---

## INDIRECT TPMS

An indirect system calculates the tire pressure by comparison of wheel rotational speeds via ABS

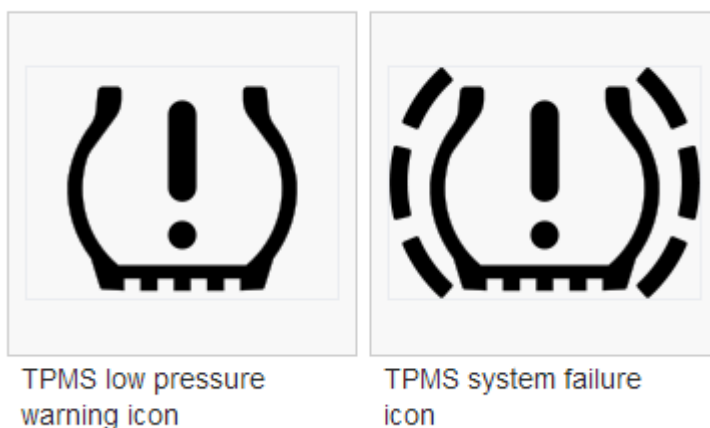


Εικόνα 31: Άμεσο και Έμμεσο TPMS

Τα TPMS παρέχονται τόσο σε επίπεδο OEM (εργοστάσιο) όσο και σαν λύση μετά την αγορά (aftermarket). Ο στόχος ενός TPMS είναι η αποφυγή τροχαίων ατυχημάτων, η χαμηλή οικονομία καύσιμου (poor fuel economy) και η αυξημένη φθορά των ελαστικών λόγω υποπίεσης (χαμηλής πίεσης) των ελαστικών, μέσω της έγκαιρης αναγνώρισης μιας επικίνδυνης κατάστασης των ελαστικών.



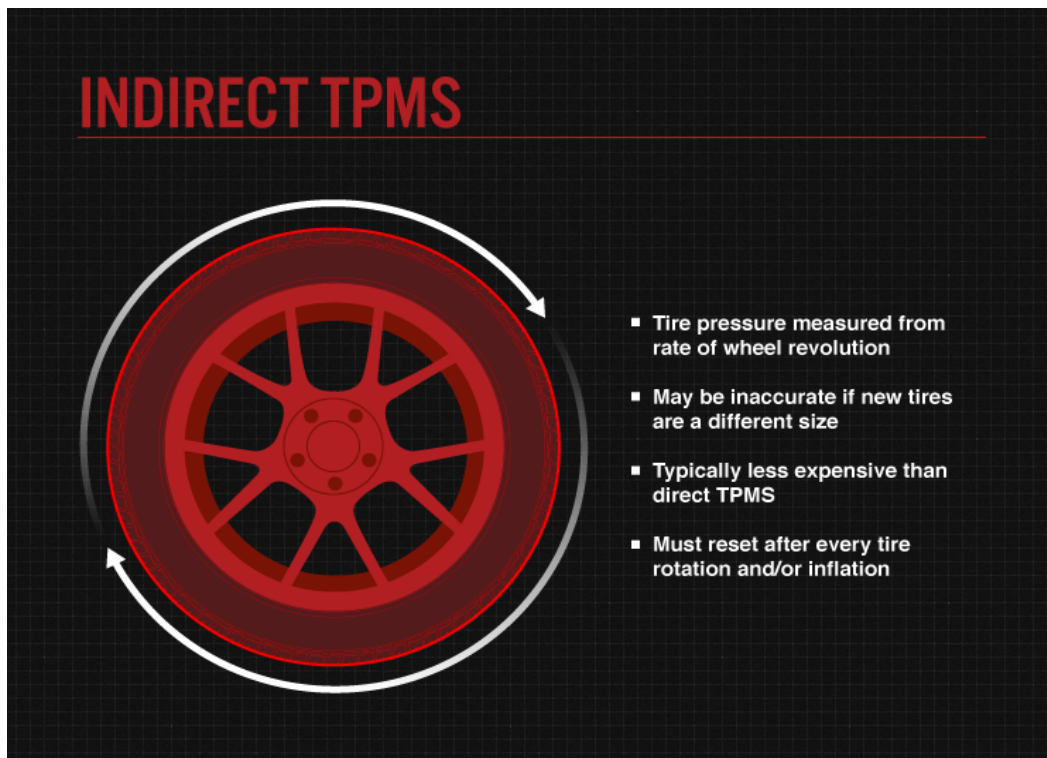
### TPMS system dashboard icons



Εικόνα 32: Εικονίδια συστήματος TPMS

#### **4.3.1 Έμμεσο TPMS**

Το iTPMS (indirect TPMS) δεν χρησιμοποιεί φυσικούς αισθητήρες πίεσης αλλά μετρά τις πιέσεις του αέρα παρακολουθώντας τις επιμέρους ταχύτητες περιστροφής των τροχών και άλλα σήματα (signals) που είναι διαθέσιμα έξω από το ίδιο το ελαστικό<sup>[50]</sup>. Τα συστήματα iTPMS πρώτης γενιάς βασίζονται στην αρχή ότι τα ελαστικά με χαμηλή πίεση έχουν ελαφρώς μικρότερο διάμετρο (και επομένως υψηλότερη γωνιακή ταχύτητα) από ένα σωστά φουσκωμένο. Αυτές οι διαφορές είναι μετρήσιμες μέσω των αισθητήρων ταχύτητας τροχού των συστημάτων ABS/ESC. Η δεύτερη γενιά iTPMS μπορεί επίσης να ανιχνεύσει ταυτόχρονη υποπίεση (χαμηλή πίεση- under inflation) μέχρι και για όλα τα τέσσερα ελαστικά χρησιμοποιώντας ανάλυση φάσματος (spectrum analysis) μεμονωμένων τροχών, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε λογισμικό χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας σήματος (signal processing). Η ανάλυση του φάσματος βασίζεται στην αρχή ότι ορισμένες ιδιοτιμές (eigenforms) και συχνότητες της συνδεσμολογίας ελαστικού/τροχού είναι πολύ ευαίσθητες στην πίεση "φουσκώματος" (inflation pressure). Αυτές οι ταλαντώσεις μπορούν επομένως να παρακολουθούνται μέσω της προηγμένης επεξεργασίας σήματος των σημάτων ταχύτητας τροχού.



Εικόνα 33: Χαρακτηριστικά στοιχεία έμμεσου TPMS

Τα iTPMS δεν μπορούν να μετρήσουν ή να εμφανίσουν απόλυτες τιμές πίεσης, είναι σχετικές από τη φύση τους και πρέπει να επαναρυθμιστούν από τον οδηγό μόλις ελεγχθούν τα ελαστικά και όλες οι πιέσεις να ρυθμιστούν σωστά. Η επαναφορά γίνεται κανονικά, είτε με ένα φυσικό κουμπί είτε με ένα μενού του υπολογιστή αυτοκινήτου. Τα iTPMS, σε σύγκριση με τα dTPMS, είναι πιο ευαίσθητα στις επιρροές διαφορετικών ελαστικών και στις εξωτερικές επιρροές, όπως οι επιφάνειες του δρόμου και η ταχύτητα ή το στυλ οδήγησης. Η διαδικασία επαναφοράς ακολουθείται από μία αυτόματη φάση εκμάθησης τυπικής οδήγησης 20 έως 60 λεπτών, κατά την οποία το iTPMS μαθαίνει και αποθηκεύει τις παραμέτρους αναφοράς πριν γίνει πλήρως ενεργό, ακυρώνει πολλές αλλά όχι όλες από αυτές. Δεδομένου ότι το iTPMS δεν περιλαμβάνει πρόσθετο υλικό (hardware), ανταλλακτικά, ηλεκτρονικά ή τοξικά απόβλητα καθώς και συντήρηση/σέρβις (πέρα από την τακτική επαναφορά-regular reset), θεωρείται ότι είναι εύκολο στη χρήση και φιλικό προς τον οδηγό<sup>[51]</sup>. Τα iTPMS θεωρούνται ανακριβή από ορισμένους λόγω της φύσης τους αλλά δεδομένου ότι απλές μεταβολές της θερμοκρασίας περιβάλλοντος μπορούν να οδηγήσουν σε διακυμάνσεις της πίεσης τυ ίδιου μεγέθους με τα νόμιμα όρια ανίχνευσης, πολλοί κατασκευαστές και οδηγοί εκτιμούν την ευκολία χρήσης και της αλλαγής ελαστικού/τροχού περισσότερο από την θεωρητική ακρίβεια των dTPMS.

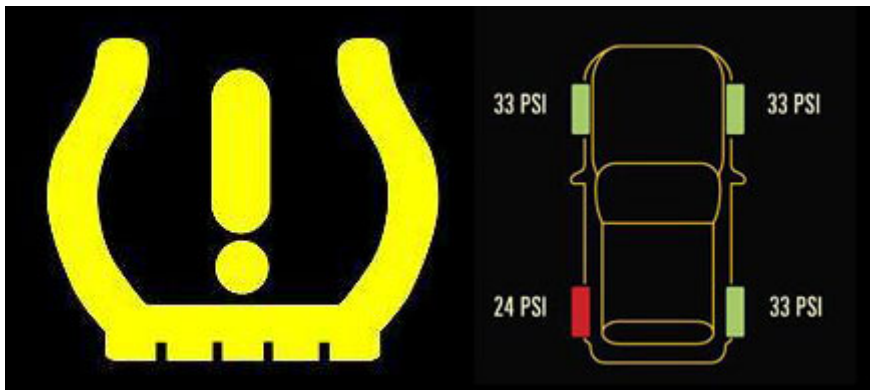
#### 4.3.2 Άμεσο TPMS

Το dTPMS (direct TPMS) χρησιμοποιεί αισθητήρες πίεσης σε κάθε τροχό, είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά.



Εικόνα 34: Εσωτερικός αισθητήρας πίεσης ελαστικού

Οι αισθητήρες μετράνε με φυσικό τρόπο την πίεση των ελαστικών σε κάθε τροχό και την αναφέρουν στο ταμπλό οργάνων του οχήματος ή σε αντίστοιχη οθόνη.



Εικόνα 35: Απεικόνιση πίεσης ελαστικών στο ταμπλό οργάνων του οχήματος

Ορισμένες μονάδες μετρούν και προειδοποιούν και για τις θερμοκρασίες του ελαστικού. Αυτά τα συστήματα μπορούν να εντοπίσουν χαμηλή πίεση (under-inflation) σε οποιονδήποτε συνδυασμό, είτε πρόκειται για ένα ελαστικό είτε για όλα ταυτόχρονα<sup>[50]</sup>. Παρόλο που τα συστήματα διαφέρουν στον τρόπο μετάδοσης, πολλά προϊόντα TPMS (τόσο OEM όσο και aftermarket) μπορούν να απεικονίσουν πιέσεις ελαστικών σε πραγματικό χρόνο σε κάθε θέση που παρακολουθείται είτε το όχημα κινείται είτε είναι παρκαρισμένο. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές λύσεις αλλά όλες αυτές πρέπει να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα της έκθεσης σε εχθρικά περιβάλλοντα. Η πλειοψηφία τροφοδοτείται από μπαταρίες που περιορίζουν την ωφέλιμη ζωή τους. Μερικοί αισθητήρες χρησιμοποιούν ένα ασύρματο σύστημα ισχύος παρόμοιο με εκείνο που χρησιμοποιείται στην ανάγνωση ετικέτας RFID<sup>[52]</sup>, το οποίο λύνει το πρόβλημα της περιορισμένης διάρκειας ζωής της μπαταρίας με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή.



Εικόνα 36: Ασύρματη μετάδοση πίεσης ελαστικών

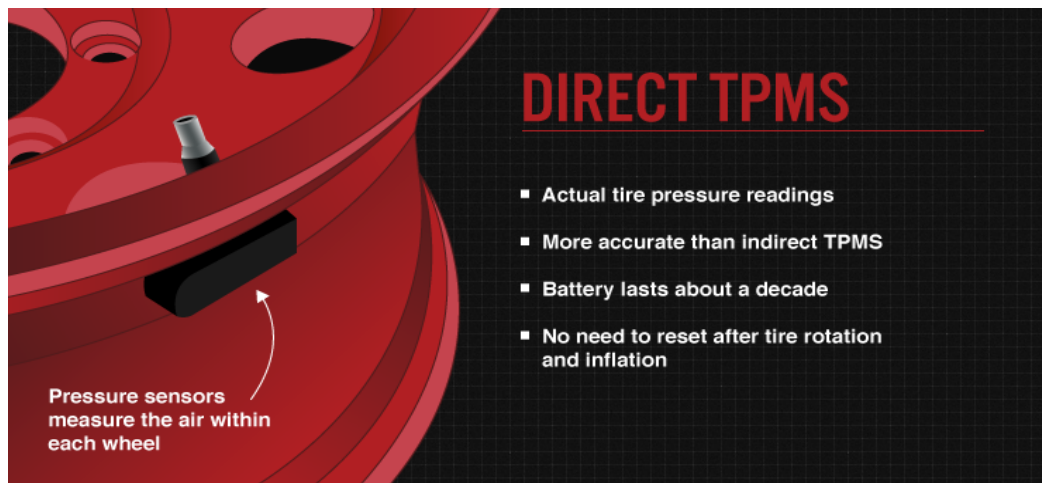
Αυτό αυξάνει επίσης τη συχνότητα της μετάδοσης δεδομένων έως και 40 Hz και μειώνει το βάρος του αισθητήρα το οποίο μπορεί να είναι σημαντικό σε εφαρμογές μηχανοκίνητου αθλητισμού. Αν οι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι στο εξωτερικό του τροχού, όπως είναι μερικά aftermarket συστήματα, υπόκεινται σε μηχανική βλάβη, διαβρωτικά υγρά καθώς και κλοπή. Όταν τοποθετούνται στο εσωτερικό της ζάντας δεν είναι πλέον εύκολα προσβάσιμοι για αλλαγή μπαταρίας και η σύνδεση RF (RF link) πρέπει να ξεπεράσει τις εξασθενητικές επιπτώσεις του ελαστικού το οποίο αυξάνει την ανάγκη ενέργειας. Ένας αισθητήρας dTPMS αποτελείται από τις ακόλουθες κύριες λειτουργίες<sup>[53]</sup> απαιτώντας μόνο μερικά εξωτερικά εξαρτήματα -- π.χ.μπαταρία, περίβλημα (housing), PCB – για να φέρετε τη μονάδα αισθητήρα που είναι τοποθετημένη στο στέλεχος της βαλβίδας μέσα στο ελαστικό (to get the sensor module that is mounted to the valve stem inside the tire):

- pressure sensor (αισθητήρας πίεσης)
- analog-digital converter (αναλογικός-ψηφιακός μετατροπέας)
- microcontroller (μικροελεγκτής)
- system controller (ελεγκτής συστήματος)
- oscillator (ταλαντωτής)
- radio frequency transmitter (πομπός ραδιοσυχνοτήτων)
- low frequency receiver (δέκτης χαμηλών συχνοτήτων) και
- voltage regulator (battery management) (ρυθμιστής τάσης –διαχείριση μπαταρίας)



*Εικόνα 37: Αισθητήρες πίεσης ελαστικών*

Τα περισσότερα αρχικά τοποθετημένα dTPMS έχουν τους αισθητήρες τοποθετημένους στο εσωτερικό των ζαντών και οι μπαταρίες δεν είναι ανταλλάξιμες. Με μία αλλαγή μπαταρίας τότε που σημαίνει ότι ολόκληρος ο αισθητήρας θα πρέπει να αντικατασταθεί και η ανταλλαγή (exchange) να είναι δυνατή μόνο με την αφαίρεση των ελαστικών, η διάρκεια ζωής της μπαταρίας γίνεται μία κρίσιμη παράμετρος. Για να εξοικονομήσουν ενέργεια και να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, πολλοί αισθητήρες dTPMS δεν μεταδίδουν πληροφορίες όταν δεν περιστρέφονται ή εφαρμόζουν μία πολύπλοκη, δαπανηρή αμφίδρομη επικοινωνία που καθιστά ικανή την αφύπνιση του αισθητήρα. Για να λειτουργούν σωστά οι OEM (εργοστασιακές) αυτόματες μονάδες dTPMS (auto dTPMS units), πρέπει να αναγνωρίζουν τις θέσεις του αισθητήρα και πρέπει να αγνοούν τα σήματα από άλλα οχήματα. Υπάρχουν πολλά εργαλεία και διαδικασίες για να κάνουν το dTPMS να "μάθει" ή να "ξαναμάθει" ("learn or re-learn") αυτή την πληροφορία, μερικές εφαρμοστέες από τον οδηγό (driver implemented) άλλες να γίνονται από συνεργεία (workshops). Το κόστος και η ποικιλία ανταλλακτικών, διαδικασιών και εργαλείων οδήγησε σε προβλήματα και σύγχυση για τους οδηγούς και τα συνεργεία.



Εικόνα 38: Χαρακτηριστικά στοιχεία του άμεσου TPMS

Οι aftermarket dTPMS μονάδες όχι μόνο μεταδίδουν ενώ τα οχήματα κινούνται ή είναι σταθμευμένα αλλά επίσης παρέχουν στους χρήστες προηγμένες επιλογές παρακολούθησης, όπως καταγραφή δεδομένων, επιλογές απομακρυσμένης παρακολούθησης και άλλα. Διατίθενται για όλους τους τύπους οχημάτων, από μοτοσυκλέτες έως και βαριά μηχανήματα (heavy equipment) και μπορούν να παρακολουθούν μέχρι και 64 ελαστικά κάθε φορά, κάτι που είναι σημαντικό για τα εμπορικά οχήματα (επαγγελματικά οχήματα). Πολλές aftermarket μονάδες dTPMS δεν απαιτούν εξειδικευμένα εργαλεία για προγραμματισμό ή επαναφορά (reset), καθιστώντας τα πολύ πιο απλά στη χρήση.

### **4.3.3 Θέματα συντήρησης**

#### **4.3.3.1 Valve – stem corrosion (διάβρωση της βαλβίδας)**

Οι αισθητήρες dTPMS πρώτης γενιάς που είναι ενσωματωμένοι στο στέλεχος της βαλβίδας έχουν υποφέρει από την διάβρωση<sup>[54]</sup>. Τα μεταλλικά καλύμματα βαλβίδων μπορούν να "κολλήσουν" στο στέλεχος της βαλβίδας (can become seized to the valve stem) λόγω της γαλβανικής διάβρωσης των ανόμοιων μετάλλων και οι προσπάθειες για την αναίρεσή τους μπορούν να σπάσουν το στέλεχος, καταστρέφοντας τον αισθητήρα.



Εικόνα 39: Αποτυχία TPMS λόγω Γαλβανικής διάβρωσης

Μία παρόμοια τύχη μπορεί να συμβεί σε ένα aftermarket ορείχαλκινο πυρήνα βαλβίδας μέσα στο στέλεχος που έχει εγκατασταθεί από απρόσεκτο τεχνικό, αντικαθιστώντας τους αρχικούς εξωτερικούς πυρήνες που είναι επικαλυμμένοι με νικέλιο. (Μπορούν να διακριθούν από το κιτρινωπό χρώμα του ορείχαλκου—brass). Το “κόλλημα” της βαλβίδας μπορεί να περιπλέξει την επισκευή μιας διαρροής ελαστικού, ενδεχομένως απαιτώντας αντικατάσταση ολόκληρου του αισθητήρα. Μέχρι το 2016 έγιναν διαθέσιμα εργαλεία επισκευής dTPMS για την αντικατάσταση χαλασμένων εξωτερικών βαλβίδων και στελεχών βαλβίδων σε τροχούς με αρχικά εγκατεστημένους αισθητήρες, χωρίς αφαίρεση ελαστικών (dismounting tires) και αντικατάσταση των αισθητήρων. Σε αυτή τη 10-15 λεπτη διαδικασία “αλλαγής πυρήνα” (‘re-coring’), εγκαθίσταται ένα νέο στέλεχος βαλβίδας (“ακίδα”) και πυρήνας βαλβίδας (valve core pin) χρησιμοποιώντας ειδικά εργαλεία χειρός που περιλαμβάνονται στα κιτ.



Εικόνα 40: Εργαλειοθήκη επιδιόρθωσης βαλβίδων

Μπορεί επίσης να χρειαστεί ένα τρυπάνι για να αφαιρέσουμε το παλιό στέλεχος της βαλβίδας πριν το αντικαταστήσουμε με ένα καινούργιο. Τα ανταλλακτικά στελέχη βαλβίδων και οι ακίδες κεντρικού πυρήνα (center core pin) περιλαμβάνονται επίσης σε τέτοια κιτ.

### 4.3.3.2 Tire Sealant Compatibility (συμβατότητα με στεγανωτικό ελαστικών)

Υπάρχει αντιπαράθεση σχετικά με τη συμβατότητα aftermarket στεγανωτικών ελαστικών με dTPMS που χρησιμοποιούν αισθητήρες τοποθετημένους μέσα στο ελαστικό. Ορισμένοι κατασκευαστές στεγανωτικών ισχυρίζονται ότι τα προϊόντα τους είναι πράγματι συμβατά<sup>[55]</sup> αλλά άλλοι προειδοποίησαν ότι το στεγανωτικό υλικό μπορεί να έρθει σε επαφή με τον αισθητήρα με τέτοιο τρόπο που καθιστά τον αισθητήρα προσωρινά μη λειτουργικό μέχρι να καθαριστεί, να επιθεωρηθεί και να εγκατασταθεί ξανά από επαγγελματία ελαστικών. Τέτοιες αμφιβολίες αναφέρονται επίσης από άλλους<sup>[56]</sup>. Η χρήση τέτοιων στεγανωτικών μπορεί να ακυρώσει την εγγύηση του αισθητήρα TPMS.

### 4.3.4 Οφέλη από το TPMS

Η δυναμική συμπεριφορά ενός πνευματικού ελαστικού συνδέεται στενά με την πίεση του αέρα που έχει μέσα (inflation pressure). Βασικοί παράγοντες όπως η απόσταση πέδησης και η πλευρική σταθερότητα απαιτούν να ρυθμίζονται και να διατηρούνται οι πιέσεις φουσκώματος (inflation pressure) όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή του οχήματος.



Εικόνα 41: Προειδοποίηση ελέγχου πίεσης ελαστικού

Ακραία υποπίεση μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε θερμική και μηχανική υπερφόρτωση που προκαλείται από υπερθέρμανση και μεταγενέστερα σε ξαφνική καταστροφή του ίδιου του ελαστικού. Επιπλέον, η απόδοση καυσίμου (fuel efficiency) και η φθορά των ελαστικών επηρεάζονται από την υποπίεση. Τα ελαστικά δεν χάνουν αέρα μόνο όταν τρυπηθούν αλλά επίσης χάνουν αέρα και φυσικά και σε πάνω από ένα χρόνο (over a year) ακόμη και ένα τυπικό καινούργιο ελαστικό μπορεί να χάσει από 20 έως 60 k Pa (3 έως 9 psi), περίπου το 10% ή και περισσότερο από την αρχική του πίεση. Τα σημαντικά πλεονεκτήματα<sup>[57]</sup> του TPMS συνοψίζονται ως εξής:

- Εξοικονόμηση καυσίμου: Σύμφωνα με την GITI, για κάθε 10% υποπίεσης σε κάθε ελαστικό σε ένα όχημα, θα υπάρξει μείωση της οικονομίας καυσίμου κατά 1%. Μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες, το υπουργείο μεταφορών εκτιμά ότι τα υπο-



φουσκωμένα ελαστικά “σπαταλούν” 2 δισεκατομύρια αμερικάνικα γαλόνια (7.600.000 m<sup>3</sup>) καυσίμων ετησίως<sup>[58]</sup>.

- Εκτεταμένη διάρκεια ζωής των ελαστικών: Τα υπο-φουσκωμένα ελαστικά είναι η νούμερο ένα αιτία της αποτυχίας (βλάβης) του ελαστικού και συμβάλλουν στη διάλυση των ελαστικών, στη συσσώρευση θερμότητας, στον διαχωρισμό των στρωμάτων και στις βλάβες των πλευρικών τοιχωμάτων/ περιβλημάτων (sidewall /casing breakdowns). Επιπλέον, η οδήγηση ενός ελαστικού, ακόμη και για λίγο, με ανεπαρκή πίεση, καταστρέφει το περίβλημα και εμποδίζει την αναγόμωση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν προκαλούνται όλες οι ξαφνικές αποτυχίες (βλάβες) ελαστικών από υποπίεσεις (under-inflation). Οι δομικές βλάβες που προκαλούνται, για παράδειγμα, χτυπώντας αιχμηρά κράσπεδα ή λακκούβες, μπορεί επίσης να οδηγήσει σε ξαφνικές αποτυχίες των ελαστικών, ακόμη και κάποια στιγμή μετά το καταστροφικό περιστατικό (damaging incident). Αυτά δεν μπορούν να ανιχνευθούν προληπτικά από κανένα TPMS.
- Μειωμένοι χρόνοι “μη-λειτουργίας” και συντήρηση: Τα υπο-φουσκωμένα ελαστικά οδηγούν σε δαπανηρές ώρες “εκτός λειτουργίας” και συντήρησης.
- Βελτιωμένη ασφάλεια: Τα υπο-φουσκωμένα ελαστικά οδηγούν σε διαχωρισμό πέλματος και αποτυχία ελαστικών, με αποτέλεσμα 40.000 ατυχήματα, 33.000 τραυματισμούς και πάνω από 650 θανάτους ετησίως<sup>[59]</sup>. Επιπλέον, ελαστικά που έχουν σωστή πίεση προσθέτουν μεγαλύτερη σταθερότητα, πιο αποτελεσματικό χειρισμό και πέδηση και παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια για τον οδηγό, το όχημα, τα φορτία και άλλους στον δρόμο.
- Περιβαλλοντική απόδοση (environmental efficiency): Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του υπουργείου μεταφορών, τα υπο-φουσκωμένα ελαστικά απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα πάνω από 26 δισεκατομύρια χιλιόγραμμα περιττών ρύπων μονοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες.



Εικόνα 42: Πλεονεκτήματα TPMS

Περαιτέρω στατιστικές<sup>[58]</sup> περιλαμβάνουν: Ο γαλλικός Securite Routiere, ένας οργανισμός οδικής ασφάλειας, εκτιμά ότι το 9% όλων των τροχαίων ατυχημάτων που “περιλαμβάνουν” θανάτους (involving fatalities) οφείλεται σε υποπίεση ελαστικών και ο γερμανικός Dekra, ένας οργανισμός ασφάλειας προϊόντων, εκτιμά ότι το 41% των ατυχημάτων με σωματικές βλάβες συνδέεται με προβλήματα ελαστικών. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναφέρει ότι μία μέση υπο-πίεση των 40 k Pa προκαλεί αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 2% και μείωση της διάρκειας ζωής των ελαστικών κατά 25%. Η Ευρωπαϊκή Ένωση καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η υπο-πίεση ελαστικών σήμερα είναι υπεύθυνη για πάνω από 20 εκατομμύρια λίτρα περιττών καμένων καυσίμων, απορρίπτοντας πάνω από 2 εκατομμύρια τόνους CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και για 200 εκατομμύρια ελαστικά να σπαταλώνται πρόωρα παγκοσμίως.

#### 4.3.5 Privacy concerns with direct TPMS

Επειδή κάθε ελαστικό μεταδίδει ένα μοναδικό αναγνωριστικό, τα οχήματα μπορούν εύκολα

να εντοπιστούν χρησιμοποιώντας υπάρχοντες αισθητήρες κατά μήκος του δρόμου<sup>[60]</sup>. Αυτή η ανησυχία θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με την κρυπτογράφηση των ραδιοεπικοινωνιών από τους αισθητήρες αλλά τέτοιες διατάξεις περί απορρήτου δεν έχουν καθοριστεί από τον NHTSA.

## 4.4 Νυχτερινή όραση αυτοκινήτου

Ένα σύστημα νυχτερινής όρασης για αυτοκίνητα χρησιμοποιεί μία θερμοραφική κάμερα για να αυξήσει την αντίληψη και την απόσταση που μπορεί να δει ο οδηγός στο σκοτάδι και σε κακές καιρικές συνθήκες πέρα από την απόσταση που φτάνουν οι προβολές του αυτοκινήτου. Τα συστήματα αυτά προσφέρονται ως προαιρετικός εξοπλισμός σε ορισμένα πολυτελή αυτοκίνητα.



*Εικόνα 43: Audi A8 Βοηθός νυχτερινής όρασης*

### 4.4.1 Τύπος απεικόνισης

- Σύστημα οργάνων χρησιμοποιώντας μία οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD), ο νεότερος τύπος.
- Σύστημα πλοήγησης ή οθόνη πληροφοριών, λιγότερο ακριβό και με τη θέση της οθόνης πιο μακριά από το οπτικό πεδίο του οδηγού.
- Ανεμοθώρακας (παρμπρίζ) μέσω head-up display, πιο παλιού τύπου, ένας ρυθμιστής έντασης (dimmer knob) μπορεί να μειώσει την φωτεινότητα, οθόνη πιο κοντά στην οπτική εμβέλεια του οδηγού.

Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων, είτε παθητικά είτε ενεργά συστήματα και τα δύο έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε σύγκριση με το άλλο<sup>[61]</sup>.

#### **4.4.2 Ενεργά συστήματα**

Τα ενεργά συστήματα χρησιμοποιούν μία πηγή υπέρυθρου φωτός ενσωματωμένη στο αυτοκίνητο για να φωτίσουν τον δρόμο μπροστά που δεν είναι ορατός στον οδηγό. Υπάρχουν δύο είδη ενεργών συστημάτων, τα κλειστά και τα μη κλειστά. Το κλειστό (προστατευμένο-gated system) χρησιμοποιεί μία πηγή παλμικού φωτός και συγχρονισμένη κάμερα που επιτρέπει μεγάλες αποστάσεις (250 μέτρα) και υψηλή απόδοση σε βροχή και χιόνι.

Πλεονεκτήματα: εικόνα υψηλότερης ανάλυσης, ανώτερη εικόνα άψυχων αντικειμένων, καλύτερη λειτουργία σε θερμότερες συνθήκες, μικρότερος αισθητήρας που μπορεί να τοποθετηθεί στον καθρέπτη.

Μειονεκτήματα: δε λειτουργεί τόσο καλά σε ομίχλη και βροχή, χαμηλότερη αντίθεση για ζώα, μικρότερη εμβέλεια 150-200 μέτρα.

#### **4.4.3 Παθητικά συστήματα**

Τα παθητικά συστήματα υπέρυθρης ακτινοβολίας δεν χρησιμοποιούν πηγή υπέρυθρου φωτός αλλά αντλούν θερμική ακτινοβολία που ήδη εκπέμπεται από τα αντικείμενα, χρησιμοποιώντας μία θερμογραφική κάμερα.

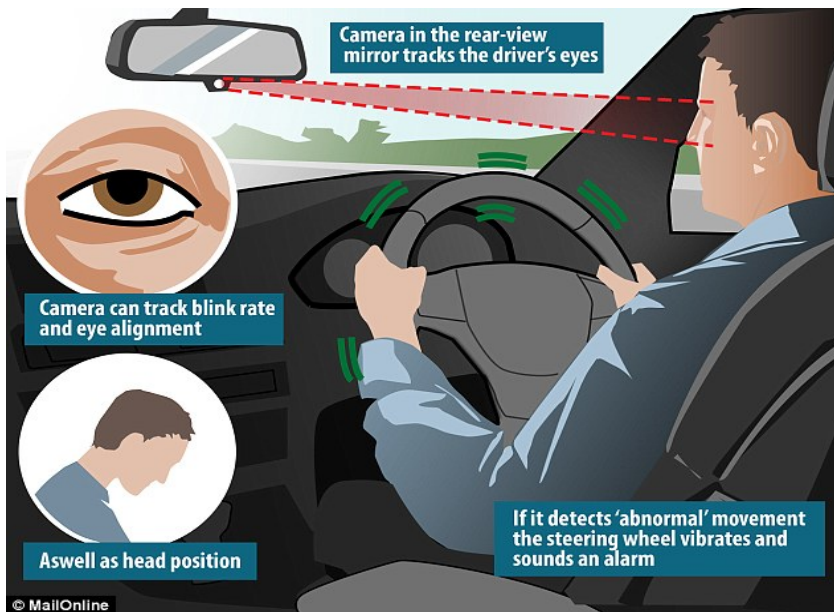
Πλεονεκτήματα: μεγαλύτερη εμβέλεια (περίπου 300 μέτρων), υψηλότερη αντίθεση για ζωντανά αντικείμενα<sup>[62]</sup>.

Μειονεκτήματα: κοκκώδης-χαμηλής ανάλυσης εικόνα, λειτουργεί κακώς σε θερμότερες καιρικές συνθήκες, μεγαλύτερος αισθητήρας.

### **4.5 Ανίχνευση υπνηλίας οδηγού**

Η ανίχνευση υπνηλίας οδηγού είναι μία τεχνολογία ασφαλείας αυτοκινήτου που βοηθά στην πρόληψη ατυχημάτων που προκαλούνται από τον οδηγό όταν νιώθει υπνηλία. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι περίπου το 20% όλων των οδικών ατυχημάτων σχετίζονται με την κόπωση έως και 50% σε ορισμένους δρόμους<sup>[63]</sup>.

Ορισμένα από τα τρέχοντα συστήματα μαθαίνουν μοτίβα οδηγού (driver patterns) και μπορούν να ανιχνεύσουν πότε ο οδηγός νιώθει υπνηλία (becoming drowsy).



Εικόνα 44: Απεικόνιση συστήματος ανίχνευσης κόπωσης οδηγού

#### 4.5.1 Τεχνολογία:

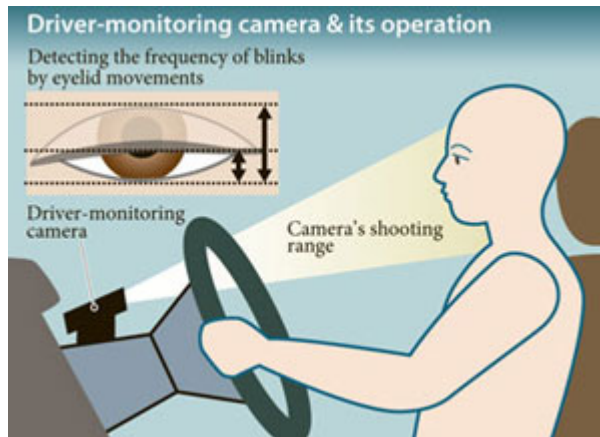
Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνολογίες για να εντοπιστεί η υπνηλία του οδηγού<sup>[64]</sup>.

- Παρακολούθηση μοτίβων οδήγησης (Steering pattern monitoring). Χρησιμοποιεί πρωτίστως το σύστημα διεύθυνσης (steering input) από το ηλεκτρικό σύστημα διεύθυνσης (electric power steering system).
- Παρακολούθηση της θέσης οχήματος στη λωρίδα κυκλοφορίας (vehicle position on lane monitoring). Χρησιμοποιεί την κάμερα παρακολούθησης των λωρίδων κυκλοφορίας (lane monitoring camera).
- Παρακολούθηση ματιών/προσώπου του οδηγού (driver eye/face monitoring). Απαιτεί μία κάμερα να βλέπει το πρόσωπο του οδηγού.
- Φυσιολογικές μετρήσεις (physiological measurement). Απαιτεί αισθητήρες σώματος για μέτρηση παραμέτρων όπως η δραστηριότητα του εγκεφάλου, ο καρδιακός ρυθμός, η δερματική αγωγιμότητα (skin conductance), η μυική δραστηριότητα.

### 4.6 Σύστημα παρακολούθησης οδηγού

Το σύστημα παρακολούθησης του οδηγού, γνωστό και ως παρακολούθηση προσοχής του οδηγού (Driver Attention Monitor)<sup>[65]</sup>, είναι ένα σύστημα ασφάλειας οχημάτων (εισήχθη για πρώτη φορά από την Toyota το 2006 για τα τελευταία μοντέλα αυτής και των Lexus). Οι λειτουργίες συστήματος συνεργάζονται με το σύστημα προ-σύγκρουσης (pre-collision system/PCS)<sup>[66]</sup>. Το

σύστημα χρησιμοποιεί υπέρυθρους αισθητήρες για την παρακολούθηση της προσοχής του οδηγού.



Εικόνα 45: Σύστημα παρακολούθησης οδηγού

Συγκεκριμένα, το σύστημα παρακολούθησης οδηγού περιλαμβάνει μία CCD κάμερα τοποθετημένη στη στήλη του τιμονιού, η οποία είναι ικανή για παρακολούθηση των ματιών μέσω ανιχνευτών υπέρυθρων LED<sup>[67]</sup>. Εάν ο οδηγός δεν προσέχει το δρόμο μπροστά του και ανιχνευτεί μία επικίνδυνη κατάσταση, το σύστημα θα προειδοποιήσει τον οδηγό αναβοσβήνοντας φώτα και με προειδοποιητικούς ήχους. Εάν δε γίνει καμία ενέργεια, το όχημα θα εφαρμόσει τα φρένα (θα ακουστεί ένας προειδοποιητικός συναγερμός ακολουθούμενος από μία σύντομη αυτόματη εφαρμογή του συστήματος πέδησης). Αυτό το σύστημα λέγεται ότι είναι το πρώτο στο είδος του.

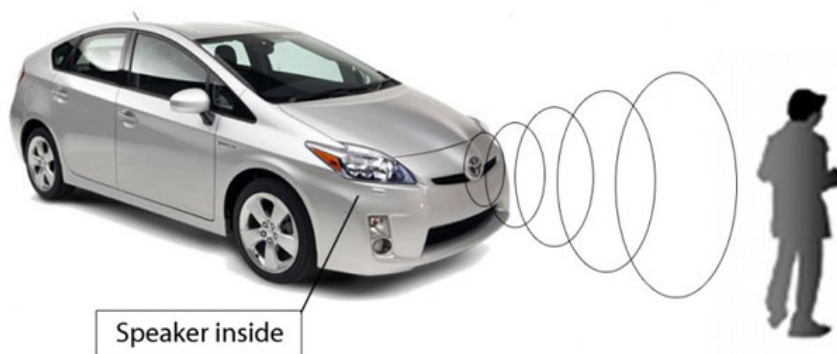
#### **4.6.1 Σύστημα έκτακτης ανάγκης**

Το σύστημα έκτακτης ανάγκης<sup>[68]</sup> είναι ένα νέο σύστημα υποστήριξης του οδηγού (drive assistance system) που παρακολουθεί τη συμπεριφορά του (του οδηγού). Σε περίπτωση έκτακτης ιατρικής ανάγκης, εάν το σύστημα καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο οδηγός δεν είναι πλέον σε θέση να οδηγήσει το όχημα με ασφάλεια, το όχημα παίρνει τον έλεγχο των φρένων και του συστήματος διεύθυνσης μέχρι να σταματήσει τελείως (το όχημα).

### **4.7 Προειδοποιητικοί ήχοι ηλεκτρικών οχημάτων**

Οι προειδοποιητικοί ήχοι ηλεκτρικών οχημάτων είναι μία σειρά από ήχους σχεδιασμένους να προειδοποιούν τους πεζούς για την παρουσία ηλεκτρικών οχημάτων όπως τα hybrid electric vehicles (HEVs), τα plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) και τα all-electric vehicles (EVs) που ταξιδεύουν σε χαμηλές ταχύτητες<sup>[69]</sup>. Προειδοποιητικές συσκευές ήχου θεωρήθηκαν απαραίτητες από ορισμένους κυβερνητικούς ρυθμιστές επειδή τα οχήματα που λειτουργούν με/σε

ηλεκτροκίνητο μόνο τρόπο (all-electric mode) παράγουν λιγότερο θόρυβο από τα παραδοσιακά οχήματα με κινητήρα καύσης και μπορούν να δυσκολέψουν τους πεζούς, τους τυφλούς, τους ποδηλάτες και άλλους να γνωρίζουν την παρουσία τους.



Εικόνα 46: Προειδοποιητικοί ήχοι ηλεκτρικών οχημάτων

Οι προειδοποιητικοί ήχοι ενδέχεται να ενεργοποιούνται από τον οδηγό (όπως σε μια κόρνα αλλά λιγότερο επείγον) ή αυτόματα σε χαμηλές ταχύτητες. Σε τύπο διαφέρουν από σαφώς τεχνητούς (μπιμπς, χτυπηματα—beeps, chimes), σε αυτούς που μιμούνται τους ήχους του κινητήρα και εκείνων των ελαστικών που κινούνται πάνω στην άσφαλο.

#### **4.7.1 Υπόβαθρο**

Ως αποτέλεσμα των αυξημένων πωλήσεων υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων, σε αρκετές χώρες, ορισμένα μέλη της κοινότητας των τυφλών έχουν εκφράσει ανησυχίες με τη μείωση του θορύβου όταν αυτά τα οχήματα λειτουργούν σε ηλεκτροκίνητη μόνο λειτουργία (all-electric mode), καθώς οι τυφλοί ή τα άτομα με προβλήματα όρασης θεωρούν το θόρυβο των κινητήρων καύσης, μια χρήσιμη βοήθεια κατά τη διέλευση των οδών και την αίσθηση ότι τα ήσυχα υβριδικά θα μπορούσαν να αποτελέσουν έναν απροσδόκητο κίνδυνο<sup>[70]</sup>. Παρόλο που μια μελέτη του 2009 δεν διαπίστωσε σημαντική διαφορά σε συγκρούσεις πεζών που αφορούσαν ήσυχα υβριδικά οχήματα σε σύγκριση με θορυβώδη οχήματα όταν και οι δύο τύποι οχημάτων κυκλοφορούσαν σε ευθεία γραμμή διαπίστωσε διπλασιασμό των συγκρούσεων πεζών με υβριδικά όταν αυτά έκαναν όπισθεν ή πάρκαραν κλπ σε χαμηλές ταχύτητες<sup>[71]</sup>.





## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Patrick Planing, **Innovation Acceptance: The Case of Advanced Driver-Assistance Systems**, Springer Gabler; 2014
- 2) Rahul Kala, **On-Road Intelligent Vehicles: Motion Planning for Intelligent Transportation Systems**, Butterworth-Heinemann, 2016
- 7) Asier Perallos, Unai Hernandez-Jayo, Enrique Onieva, Ignacio Julio García Zuazola, **Intelligent Transport Systems: Technologies and Applications**, John Wiley & Sons, 2016
- 22) Robert P. Loce, Raja Bala, Mohan Trivedi, **Computer Vision and Imaging in Intelligent Transportation Systems**, John Wiley & Sons, 2017
- 27) David Ger nimo, Antonio M. López, **Vision-based Pedestrian Protection Systems for Intelligent Vehicles (SpringerBriefs in Computer Science)**, Springer, 2014
- 29) Yaobin Chen, Lingxi Li, **Advances in Intelligent Vehicles (Intelligent Systems Series)**, Academic Press Inc, 2014
- 33) Felipe Jimenez, **Intelligent Vehicles: Enabling Technologies and Future Developments**, Butterworth-Heinemann, 2017
- 34) David Crolla, **Encyclopedia of Automotive Engineering, Volume 6, Part 9**, John Wiley and Sons 2015
- 40) Ljubo Vlacic, Michel Parent, Fumio Harashima, **Intelligent Vehicle Technologies: Theory and Applications**, Butterworth-Heinemann, 2001
- 52) Jerzy Mikulski, **Activities of Transport Telematics: 13th International Conference on Transport Systems Telematics, Tst 2013, Katowice-Ustron, Poland, October 2013 Selected Papers, Communications in Computer and Information Science (Book 395)**, Springer; 2013
- 65) Jaeseok Kim, Hyunchul Shin, **Algorithm & SoC Design for Automotive Vision Systems: For Smart Safe Driving System**, Springer; 2014



## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- 3) "US: Mobileye intros smartphone connected driver assistance (ADAS) technology". Telematics News. 2012-01-12. ([http://telematicsnews.info/2012/01/12/us-mobileye-intros-smartphone-connected-driver-assistance-adas-technology\\_j3122/](http://telematicsnews.info/2012/01/12/us-mobileye-intros-smartphone-connected-driver-assistance-adas-technology_j3122/)).
- 4) "UK: IEEE 2020 - Automotive System Image Quality Working Group". Sense Media Group. 2016-06-08. (<https://auto-sens.com/>)
- 5) "UK: Vehicle Information Access API". W3C. 2016-06-08. ([https://www.w3.org/2014/automotive/vehicle\\_spec.html](https://www.w3.org/2014/automotive/vehicle_spec.html)).
- 6) "ADAS Definition". Autoconnectedcar.com. Archived from the original on 2012-06-10. ([https://web.archive.org/web/20120610055853/http://telematicsnews.info/2012/01/12/us-mobileye-intros-smartphone-connected-driver-assistance-adas-technology\\_j3122/](https://web.archive.org/web/20120610055853/http://telematicsnews.info/2012/01/12/us-mobileye-intros-smartphone-connected-driver-assistance-adas-technology_j3122/)). (<http://www.autoconnectedcar.com/adas-advanced-driver-assistance-sytems-definition-auto-connected-car/>)
- 8) [https://en.wikipedia.org/wiki/Cruise\\_control](https://en.wikipedia.org/wiki/Cruise_control)
- 9) "Adaptive Cruise Control". Wikispeedia. (<http://www.wikispeedia.org/wordpress/nirvana-cruise-control/>).
- 10) [https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous\\_cruise\\_control\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_cruise_control_system)
- 11) Ramsey, Jonathon (January 4, 2015). "New Honda smart cruise control predicts other motorists' future idiocy". Autoblog. (<https://www.autoblog.com/2015/01/14/new-honda-smart-cruise-control-predicts-other-motorists-future/>).
- 12) ["UK fights EU bid to introduce speed limit devices: European road safety rules would force cars to fit systems that would automatically apply brakes to keep to speed limits"](#). The Guardian. Press Association. September 1, 2013. (<https://www.theguardian.com/world/2013/sep/01/uk-fights-eu-speed-limit-devices>).
- 13) Broekx, S. "The European PROSPER-project: Final results of the trial on Intelligent Speed Adaptation (ISA) in Belgium" ([https://www.researchgate.net/publication/228700935\\_The\\_European\\_PROSPER-project\\_Final\\_results\\_of\\_the\\_trial\\_on\\_Intelligent\\_Speed\\_Adaptation\\_%28ISA%29\\_in\\_Belgium?ev=prf\\_pub](https://www.researchgate.net/publication/228700935_The_European_PROSPER-project_Final_results_of_the_trial_on_Intelligent_Speed_Adaptation_%28ISA%29_in_Belgium?ev=prf_pub)).
- 14) Eichner, M. L., Breckon, T.P. (June 2008). "Integrated Speed Limit Detection and Recognition from Real-Time Video". Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium (PDF). IEEE. pp. 626–631. doi:10.1109/IVS.2008.4621285. ([http://breckon.eu/toby/publications/papers/eichner08speedlimit\\_a.pdf](http://breckon.eu/toby/publications/papers/eichner08speedlimit_a.pdf)). (<http://ieeexplore.ieee.org/document/4621285/>).

- 15) Kheyrollahi, A., Breckon, T.P. (2012). "Automatic Real-time Road Marking Recognition Using a Feature Driven Approach" (PDF). Machine Vision and Applications. Springer. 23 (1): 123–133. doi:10.1007/s00138-010-0289-5. (<http://breckon.eu/toby/publications/papers/kheyrollahi12marking.pdf>). (<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00138-010-0289-5>).
- 16) Vlassenroot, S (2007). "Driving with intelligent speed adaptation: Final results of the Belgian ISA-trial". Transportation Research Part A Policy and Practice. 41 (3): 267–279. doi:10.1016/j.tra.2006.05.009. ([https://www.researchgate.net/publication/23526717\\_Driving\\_with\\_intelligent\\_speed\\_adaptation\\_Final\\_results\\_of\\_the\\_Belgian\\_ISA-trial?ev=prf\\_pub](https://www.researchgate.net/publication/23526717_Driving_with_intelligent_speed_adaptation_Final_results_of_the_Belgian_ISA-trial?ev=prf_pub)). (<https://doi.org/10.1016%2Fj.tra.2006.05.009>).
- 17) <https://www.lifewire.com/hill-descent-control-systems-53481>
- 18) <https://mycardoeswhat.org/safety-features/hill-descent-assist/>
- 19) [https://en.wikipedia.org/wiki/Crosswind\\_stabilization](https://en.wikipedia.org/wiki/Crosswind_stabilization)
- 20) Paromtchik, Igor; Laugier, Christian (April 1996). "*Motion Generation and Control for Parking an Autonomous Vehicle*" (PDF). Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation. Minneapolis, MN, USA. pp. 3117–3122. doi:10.1109/ROBOT.1996.509186. (<https://app.box.com/s/u7r1haswj6vh84k9ft1156k7s3sl6me4>). (<http://ieeexplore.ieee.org/document/509186/>)
- 21) Grabianowski, Ed (17 August 2006). "How Self-Parking Cars Work". (<https://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/self-parking-car2.htm>).
- 23) Kanarachos, Stratis (2009). "*A new method for computing optimal obstacle avoidance steering manoeuvres of vehicles*". International Journal of Vehicle Autonomous Systems. 7 (1): 73–95. doi:10.1504/IJVAS.2009.027968. (<http://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=27968>). (<http://www.inderscience.com/offer.php?id=27968>).
- 24) "Crash avoidance features cut insurance claims". iihs.org. (<http://www.iihs.org/news/rss/pr070312.html>).
- 25) Beene, Ryan (2016-01-28). "Automatic braking reduces rear-end crashes, IIHS study finds". Automotive News. (<http://www.autonews.com/article/20160128/OEM06/160129871/automatic-braking-reduces-rear-end-crashes-iihs-study-finds>).
- 26) Umar Zakir Abdul, Hamid; et al. (2016). "*Current Collision Mitigation Technologies for Advanced Driver Assistance Systems—A Survey*" (PDF). PERINTIS eJournal. 6(2). ([https://www.researchgate.net/profile/Umar\\_Zakir\\_Abdul\\_Hamid/publication/311981545\\_Current\\_Collision\\_Mitigation\\_Technologies\\_for\\_Advanced\\_Driver\\_Assistance\\_Systems\\_-\\_A\\_Survey/links/586670d108ae329d62074a57.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Umar_Zakir_Abdul_Hamid/publication/311981545_Current_Collision_Mitigation_Technologies_for_Advanced_Driver_Assistance_Systems_-_A_Survey/links/586670d108ae329d62074a57.pdf))
- 28) [https://www.motorauthority.com/news/1032400\\_toyota-upgrades-pre-crash-safety-suite-with-probable-accident-detection-radar-system](https://www.motorauthority.com/news/1032400_toyota-upgrades-pre-crash-safety-suite-with-probable-accident-detection-radar-system)

- 30) [https://en.wikipedia.org/wiki/Turning\\_assistant](https://en.wikipedia.org/wiki/Turning_assistant)
- 31) Umar Zakir Abdul, Hamid; et al. (2016). "Current Collision Mitigation Technologies for Advanced Driver Assistance Systems—A Survey" (PDF). PERINTIS eJournal. 6(2). ([https://www.researchgate.net/profile/Umar\\_Zakir\\_Abdul\\_Hamid/publication/311981545\\_Current\\_Collision\\_Mitigation\\_Technologies\\_for\\_Advanced\\_Driver\\_Assistance\\_Systems\\_-\\_A\\_Survey/links/586670d108ae329d62074a57.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Umar_Zakir_Abdul_Hamid/publication/311981545_Current_Collision_Mitigation_Technologies_for_Advanced_Driver_Assistance_Systems_-_A_Survey/links/586670d108ae329d62074a57.pdf)).
- 32) "*Avoiding accidents*". PSA Peugeot Citroën. (<http://www.developpement-durable.psa.fr/en/realisation.php?niv1=5&niv2=52&niv3=2&id=2708>).
- 35) Gary Richards (6 March 2014). "Roadshow: Driverless cars will alert motorists to missing lane markings". San Jose Mercury News. ([http://www.mercurynews.com/mr-roadshow/ci\\_25267512/roadshow-driverless-cars-will-alert-motorists-missing-lane?source=rss](http://www.mercurynews.com/mr-roadshow/ci_25267512/roadshow-driverless-cars-will-alert-motorists-missing-lane?source=rss)).
- 36) "Ford using Deep Learning for Lane Detection". (<https://news.developer.nvidia.com/ford-research-using-deep-learning-for-lane-detection/>).
- 37) "End to End Learning for Self-Driving Cars". (<https://arxiv.org/pdf/1604.07316>).
- 38) "Lateral Support (LDW / LKA / LCA)". <http://www.trw.com/>. TRW Cognitive Safety Systems. ([http://www.trw.com/integrated\\_systems/driver\\_assist\\_systems/lateral\\_support](http://www.trw.com/integrated_systems/driver_assist_systems/lateral_support)).
- 39) Automobile Blind-Spot Monitoring System, Tri-City Insurance News, January 27, 2006 Archived December 13, 2009, at the Wayback Machine. (<https://web.archive.org/web/20091213014156/http://www.tricityinsurancenews.com/archives/automobile-blind-spot-monitoring-system/>).
- 41) Eichner, M.; Breckon, T. (2008). "*Integrated speed limit detection and recognition from real-time video*" (PDF). IEEE International Intelligent Vehicles Symposium: 626–631. doi:10.1109/IVS.2008.4621285 ([http://breckon.eu/toby/publications/papers/eichner08speedlimit\\_a.pdf](http://breckon.eu/toby/publications/papers/eichner08speedlimit_a.pdf)). (<http://ieeexplore.ieee.org/document/4621285/>).
- 42) "Whoever Owns the Maps Owns the Future of Self-Driving Cars". (<http://www.popularmechanics.com/cars/a21609/here-maps-future-of-self-driving-cars/>).
- 43) "Lim K, Hong Y, Choi Y, Byun H (2017) Real-time traffic sign recognition based on a general-purpose GPU and deep learning. PLoS ONE 12(3): e0173317". (<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0173317>).
- 44) [https://www.researchgate.net/publication/311981545\\_Current\\_Collision\\_Mitigation\\_Technologies\\_for\\_Advanced\\_Driver\\_Assistance\\_Systems\\_-\\_A\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/311981545_Current_Collision_Mitigation_Technologies_for_Advanced_Driver_Assistance_Systems_-_A_Survey)
- 45) "Mercedes Benz Parktronic system (PTS)". Launch Tech. (<http://www.launch-techs.com/Support/Info/Benz-PTS.htm>).
- 46) Jensen, Christopher (August 18, 2009). "Are Blind Spots a Myth?". The New York Times. ([http://wheels.blogs.nytimes.com/2009/08/18/are-blind-spots-a-myth/?\\_r=0](http://wheels.blogs.nytimes.com/2009/08/18/are-blind-spots-a-myth/?_r=0)).

- 47) <https://www.safelite.com/windshield-auto-glass-technology/rain-sensors>
- 48) <https://auto.howstuffworks.com/wiper4.htm>
- 49) <https://www.discounttiredirect.com/learn/tpms-facts>
- 50) <https://www.bridgestonetire.com/tread-and-trend/drivers-ed/tire-pressure-monitoring-system-how-tpms-works>
- 51) <http://www.elektronikpraxis.vogel.de/sensorik/articles/172243/> Reifendruck voll unter Kontrolle
- 53) [https://en.wikipedia.org/wiki/Direct\\_TPMS](https://en.wikipedia.org/wiki/Direct_TPMS)
- 54) Sean Phillips (2014). *"Achey Breaky Parts: TPMS And Corrosion"*. ABOUT.COM. (<https://www.thoughtco.com/achey-breakey-parts-tpms-and-corrosion-3234362>).
- 55) *"Ride-On TPS Tire Sealants and Tire Pressure Monitoring Systems (TPMS)"*. (<http://www.ride-on.com/ride-on-tps-tire-sealants-and-tire-pressure-monitoring-systems-tpms.html>).
- 56) *"Common TPMS Service Questions and Answers"*. July 16, 2012. (<http://www.tirereview.com/common-tpms-service-questions-and-answers>).
- 57) <https://carfromjapan.com/article/car-maintenance/unique-benefits-tire-pressure-monitoring-system/>
- 58) <http://www.moderntiredealer.com/article/312219/the-real-benefit-of-tpms>
- 59) <http://www.whypms.com/TPMS-Knowledge-Base/TPMS-For-Vehicle-Owners/Key-Statistics-for-TPMS-in-the-US.aspx>
- 60) Schneier, Bruce (2008-04-10). *"Tracking Vehicles through Tire Pressure Monitors"*. Schneier on Security. ([https://www.schneier.com/blog/archives/2008/04/tracking\\_vehicle.html](https://www.schneier.com/blog/archives/2008/04/tracking_vehicle.html)).
- 61) *"Night vision enhancement systems"*. I-CAR Advantage Online. I-car.com. 2006-05-15. ([http://www.i-car.com/html\\_pages/technical\\_information/advantage/advantage\\_online\\_archives/2006/051506.shtml](http://www.i-car.com/html_pages/technical_information/advantage/advantage_online_archives/2006/051506.shtml))
- 62) Jones, Willie D. (March 2006). *"Safer Driving in The Dead of Night"*. IEEE Spectrum. Spectrum.ieee.org. (<http://www.spectrum.ieee.org/mar06/3043>)
- 63) *"DRIVER FATIGUE AND ROAD ACCIDENTS A LITERATURE REVIEW and POSITION PAPER"* (PDF). Royal Society for the Prevention of Accidents. February 2001 ([http://www.ibrarian.net/navon/paper/DRIVER\\_FATIGUE\\_AND\\_ROAD\\_ACCIDENTS\\_A\\_LITERATURE\\_RE.pdf?paperid=1229744](http://www.ibrarian.net/navon/paper/DRIVER_FATIGUE_AND_ROAD_ACCIDENTS_A_LITERATURE_RE.pdf?paperid=1229744))
- 64) Sgambati, Frank, Driver Drowsiness Detection (<http://www.sae.org/events/gim/presentations/2012/sgambati.pdf>).

- 66) "Toyota Enhances Pre-crash Safety System With Driver-monitoring Function". JCN Newswires. 2005. ([http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m0RRT/is\\_2005\\_Sept\\_7/ai\\_n15767039/pg\\_1](http://findarticles.com/p/articles/mi_m0RRT/is_2005_Sept_7/ai_n15767039/pg_1)).
- 67) "Auto Bild Safety Comparison LS460 vs. S550" (in German). Auto Bild. 2006-12-05. Archived from the original on 2007-02-16. ([https://web.archive.org/web/20070216071033/http://www.autobild.de/test/neuwagen/artikel.php?artikel\\_id=12920](https://web.archive.org/web/20070216071033/http://www.autobild.de/test/neuwagen/artikel.php?artikel_id=12920)).
- 68) [https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency\\_driver\\_assistant](https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_driver_assistant)
- 69) <https://www.popsci.com/article/cars/designing-sound-effects-gently-warn-pedestrians-silent-vehicles>
- 70) Ben Nuckols (2007-10-03). "Blind people: Hybrid cars pose hazard". USA Today. ([https://www.usatoday.com/money/economy/2007-10-03-2698183585\\_x.htm](https://www.usatoday.com/money/economy/2007-10-03-2698183585_x.htm)).
- 71) "*Incidence of Pedestrian and Bicyclist Crashes by Hybrid Electric Passenger Vehicles*" (PDF). National Highway Traffic Safety Administration. September 2009. Technical Report DOT HS 811 204 (<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811204>).





## ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- 1)[https://e2e.ti.com/cfs-file/\\_key/communityserver-blogs-components-weblogfiles/00-00-00-08-94/ADAS-infograph.PNG](https://e2e.ti.com/cfs-file/_key/communityserver-blogs-components-weblogfiles/00-00-00-08-94/ADAS-infograph.PNG)
- 2)<https://mgc-images.imgix.net/embedded-software/cognivue-57f3db58-3ac8-4de9-a0e5-fcc14b885f7c.pn>
- 3)<https://file2.engineering.com/engcom/resources/ti/article21/img2.jpg>
- 4)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ab/Schema\\_ICC.svg/300px-Schema\\_ICC.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ab/Schema_ICC.svg/300px-Schema_ICC.svg.png)
- 5)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4f/2012\\_Jeep\\_GC\\_Adaptive\\_Cruise\\_Control\\_sensor.jpg/170px-2012\\_Jeep\\_GC\\_Adaptive\\_Cruise\\_Control\\_sensor.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4f/2012_Jeep_GC_Adaptive_Cruise_Control_sensor.jpg/170px-2012_Jeep_GC_Adaptive_Cruise_Control_sensor.jpg)
- 6)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/30/Adaptive\\_Cruise\\_Control.jpg/170px-Adaptive\\_Cruise\\_Control.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/30/Adaptive_Cruise_Control.jpg/170px-Adaptive_Cruise_Control.jpg)
- 7)<https://www.groovecar.com/media/images/articles/2016/09/tech-out-my-new-car/automatic-parking-new-advances-from-chrysler/automatic-parking-new-advances-from-chrysler-1.jpg>
- 8)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/87/Audi\\_A8\\_2013\\_%2811209949525%29.jpg/220px-Audi\\_A8\\_2013\\_%2811209949525%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/87/Audi_A8_2013_%2811209949525%29.jpg/220px-Audi_A8_2013_%2811209949525%29.jpg)
- 9)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/c/c5/Volvo\\_BLIS.JPG/220px-Volvo\\_BLIS.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/c/c5/Volvo_BLIS.JPG/220px-Volvo_BLIS.JPG)
- 10)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Collision\\_Warning\\_Brake\\_Support.jpg/220px-Collision\\_Warning\\_Brake\\_Support.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Collision_Warning_Brake_Support.jpg/220px-Collision_Warning_Brake_Support.jpg)
- 11)<https://www.adrianflux.co.uk/blog/wp-content/uploads/2014/06/Mitsubishi-Outlander-Generation-3-Launched-in-Japan-3.jpg>
- 12)[http://katlevine.com/wordpress/wp-content/uploads/2013/12/MBUSA\\_Crosswind\\_img\\_03.jpg](http://katlevine.com/wordpress/wp-content/uploads/2013/12/MBUSA_Crosswind_img_03.jpg)
- 13)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/15/Cruise\\_Control.svg/359px-Cruise\\_Control.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/15/Cruise_Control.svg/359px-Cruise_Control.svg.png)
- 14)[http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2015/05/27/10/291ABC4500000578-3098639-The\\_device\\_sits\\_on\\_the\\_vehicle\\_s\\_rear\\_view\\_mirror\\_where\\_it\\_scans-a-13\\_1432717705510.jpg](http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2015/05/27/10/291ABC4500000578-3098639-The_device_sits_on_the_vehicle_s_rear_view_mirror_where_it_scans-a-13_1432717705510.jpg)
- 15)[http://web-japan.org/trends/11\\_tech-life/images/tecd121001.jpg](http://web-japan.org/trends/11_tech-life/images/tecd121001.jpg)
- 16)[https://www.dspace.com/\\_clickr/cfml/index.cfm?src=/mkt-cdn/video/products/ADAS/dSPACE-Intersection\\_ADAS\\_1920x1080\\_2014-08\\_English.png&width=700](https://www.dspace.com/_clickr/cfml/index.cfm?src=/mkt-cdn/video/products/ADAS/dSPACE-Intersection_ADAS_1920x1080_2014-08_English.png&width=700)
- 17)[http://www.motorbeam.com/wp-content/uploads/Yeti\\_Hill\\_Descent\\_Control.jpg](http://www.motorbeam.com/wp-content/uploads/Yeti_Hill_Descent_Control.jpg)
- 18)<http://pop.h-cdn.co/assets/15/37/980x490/landscape-1441906859-1-cc-21424.jpg>

- 19)<http://www.pluginCars.com/sites/default/files/toyota-audio-alert-620.jpg>
- 20)[http://www.cvel.clemson.edu/auto/AuE835\\_Projects\\_2011/images/Kottapalli\\_pic.png](http://www.cvel.clemson.edu/auto/AuE835_Projects_2011/images/Kottapalli_pic.png)
- 21)<https://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2017/02/Mazda-Lane-Departure-Warning-1-640x361.jpg>
- 22)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/d/d9/Lane\\_Detection\\_Algorithm.jpg/220px-Lane\\_Detection\\_Algorithm.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/d/d9/Lane_Detection_Algorithm.jpg/220px-Lane_Detection_Algorithm.jpg)
- 23)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/3/3f/Lane\\_Detection\\_Example.jpg/220px-Lane\\_Detection\\_Example.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/3/3f/Lane_Detection_Example.jpg/220px-Lane_Detection_Example.jpg)
- 24)[http://pr.kia.com/upload/view/V000000446/D000000661/P000001561\\_E000041238.jpg](http://pr.kia.com/upload/view/V000000446/D000000661/P000001561_E000041238.jpg)
- 25)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/Audi\\_A4\\_B7\\_Avant\\_2.0\\_TDI\\_Parksensor.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/Audi_A4_B7_Avant_2.0_TDI_Parksensor.JPG)
- 26)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d1/VW\\_Golf\\_VII\\_-\\_Parking\\_sensor\\_02.jpg/799px-VW\\_Golf\\_VII\\_-\\_Parking\\_sensor\\_02.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d1/VW_Golf_VII_-_Parking_sensor_02.jpg/799px-VW_Golf_VII_-_Parking_sensor_02.jpg)
- 27)[http://cdn1.expertreviews.co.uk/sites/expertreviews/files/images/dir\\_426/er\\_photo\\_213484.jpg?itok=boAsGBc0](http://cdn1.expertreviews.co.uk/sites/expertreviews/files/images/dir_426/er_photo_213484.jpg?itok=boAsGBc0)
- 28)<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Regensensor1.JPG/220px-Regensensor1.JPG>
- 29)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/92/Rain\\_sensor\\_en.svg/220px-Rain\\_sensor\\_en.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/92/Rain_sensor_en.svg/220px-Rain_sensor_en.svg.png)
- 30)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cd/Verkehrszeichenerkennung\\_IMG\\_6859.JPG/300px-Verkehrszeichenerkennung\\_IMG\\_6859.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cd/Verkehrszeichenerkennung_IMG_6859.JPG/300px-Verkehrszeichenerkennung_IMG_6859.JPG)
- 31)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/7/79/Traffic\\_Sign\\_Detection\\_Algorithm.jpg/220px-Traffic\\_Sign\\_Detection\\_Algorithm.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/7/79/Traffic_Sign_Detection_Algorithm.jpg/220px-Traffic_Sign_Detection_Algorithm.jpg)
- 32)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/c/c4/Traffic\\_Sign\\_Detection\\_Example.jpg/220px-Traffic\\_Sign\\_Detection\\_Example.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/c/c4/Traffic_Sign_Detection_Example.jpg/220px-Traffic_Sign_Detection_Example.jpg)
- 33)[https://cdn.discounttire.com/sys-master/images/ha6/h15/8812914081822/EDUtpms-rebuild\\_vehicle.png](https://cdn.discounttire.com/sys-master/images/ha6/h15/8812914081822/EDUtpms-rebuild_vehicle.png)
- 34)<http://gqracingsport.com/wp-content/uploads/2016/03/tpms.jpg>
- 35)[https://cdn.shopify.com/s/files/1/0981/9342/files/direct-indirect-tpms\\_large.jpg?245621164414505921](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0981/9342/files/direct-indirect-tpms_large.jpg?245621164414505921)
- 36.1)[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e2/TPMS\\_warning\\_icon.svg/155px-TPMS\\_warning\\_icon.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e2/TPMS_warning_icon.svg/155px-TPMS_warning_icon.svg.png)

- 36.2) [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/TPMS\\_failure\\_icon.svg/155px-TPMS\\_failure\\_icon.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/TPMS_failure_icon.svg/155px-TPMS_failure_icon.svg.png)
- 37) <http://www.bridgestonetire.com/content/dam/bst/research/indirect-tpms.png>
- 38) <https://www.carid.com/images/oro-tek/tpms-sensors/oro-tek-tpms-sensor-insalled.jpg>
- 39) <http://www.rematiptop.com/tpms/img/TPMS-warning-light.jpg>
- 40) <http://mvmdashti.ir/Content/images/MVM/X22/SAFETY-5.jpg>
- 41) <http://densoautoparts.com/Portals/DensoAutoParts/Resources/TPMS-product-photo.jpg>
- 42) <https://www.bridgestonetire.com/content/dam/bridgestone/consumer/bst/research/direct-tpms.png>
- 43) [http://www.etooldpros.com/Merchant5/graphics/00000001/kenimg-29980\\_1.gif](http://www.etooldpros.com/Merchant5/graphics/00000001/kenimg-29980_1.gif)
- 44) [https://www.toolsource.com/images/prod\\_images/KEN29980\\_1200Wx1200H.jpg](https://www.toolsource.com/images/prod_images/KEN29980_1200Wx1200H.jpg)
- 45) <http://images.autoserviceprofessional.com/post/M-TPMS-ip-1.jpg>
- 46) <http://legendadvtech.co.za/wp-content/uploads/2016/08/benefits.png>