



Α! Συνδεσιμότητα και Αυτόνομη οδήγηση

Το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων επιχειρεί να εισάγει με δύο άρθρα τους επισκέπτες της ιστοσελίδας του στις βασικές αρχές της Συνδεσιμότητας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και της Αυτόνομης οδήγησης έτσι όπως αυτές διαγράφονται από την τεχνολογική εξέλιξη

Α! Συνδεσιμότητα



1. Λόγοι για τους οποίους τα αυτοκίνητα στο εγγύς μέλλον θα πρέπει να διαθέτουν συστήματα Συνδεσιμότητας

Υπάρχουν τρεις βασικοί λόγοι για τους οποίους συνιστάται η Συνδεσιμότητα των αυτοκινήτων

- Στο αυτοκίνητο που διαθέτει συστήματα συνδεσιμότητας, ο οδηγός παραμένει πληροφορημένος σε συνεχή βάση για τις οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στον τόπο και τον χρόνο της κίνησής του. Ενημερώνεται για τις όποιες κυκλοφοριακές δυσχέρειες, για την εκτέλεση οδικών έργων ως και για τυχόν προβλήματα του δικτύου των φωτεινών σηματοδοτών. Η οδήγηση καθίσταται έτσι ασφαλέστερη και η κυκλοφορία ομαλοποιείται.
- Αποφεύγονται τα ατυχήματα. Πράγματι, εφόσον το σύστημα συνδεσιμότητας του αυτοκινήτου ενημερώνεται συνεχώς για την ύπαρξη άλλων οχημάτων σε μικρή απόσταση, μπορεί να λειτουργήσει έτσι ώστε να αποφεύγοντα συγκρούσεις στις οδικές διασταυρώσεις ή ακόμα κατά τους χειρισμούς αλλαγής λωρίδας λόγω των τυφλών

σημείων. Επιπλέον προστατεύονται οι τυχόν απρόσεκτοι χρήστες του δρόμου όπως π.χ. πεζοί ή δικυκλιστές.

- Στην περίπτωση εφαρμογής της αυτόνομης οδήγησης, διευκολύνεται η συντονισμένη εκτέλεση χειρισμών όπως π.χ. η οδήγηση σε σχηματισμό κατά τον οποίο τα οχήματα κινούνται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, όπως συμβαίνει π.χ. με τα βαγόνια ενός τραίνου (κομβοί). Με τη συνδεσιμότητα εξασφαλίζεται ακόμα και ο εξ' αποστάσεως χειρισμός των με αυτόνομη οδήγηση κινουμένων οχημάτων

Εφαρμογές C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems)

Ομαλή και αποδοτική κυκλοφορία

- Προειδοποίηση για κυκλοφοριακές συμφορήσεις
- Ενημέρωση για οδικά έργα
- Πληροφόρηση για προβλήματα στη σήμανση

Οδική ασφάλεια

- Αποφυγή συγκρούσεων στις διασταυρώσεις
- Προειδοποίηση για αποφυγή εμπρόσθιων ή οπίσθιων συγκρούσεων
- Πληροφόρηση για κινούμενα οχήματα στα τυφλά σημεία
- Υποβοήθηση στις σιδηροδρομικές διασταυρώσεις
- Προστασία έναντι απρόσεκτων χρηστών του δρόμου

Συντονισμένη αυτόνομη οδήγηση

- Κίνηση σε κομβοί
- Επέμβαση στην οδήγηση αυτόνομου οχήματος εξ' αποστάσεως

2. Απαιτήσεις των διαφόρων εφαρμογών συνδεσιμότητας των οχημάτων

Για κάθε μία από τις εξειδικευμένες εφαρμογές συνδεσιμότητας των οχημάτων προβλέπονται και διαφορετικά χαρακτηριστικά που αφορούν στην αξιοπιστία και την επαγρύπνηση του συστήματος. Για παράδειγμα οι απαιτήσεις που αφορούν τις εφαρμογές οδικής ασφάλειας είναι αυστηρότερες εκείνων που σχετίζονται με τις κυκλοφοριακές διευκολύνσεις. Αυτονόητο είναι βέβαια ότι οι εφαρμογές που αφορούν στη συντονισμένη αυτόνομη οδήγηση οφείλουν να υπακούουν σε αυστηρότατες προδιαγραφές τόσο ως προς την αξιοπιστία τους, η οποία πρέπει να εξασφαλίζει το 100% της απόδοσής της, όσο και στους χρόνους απόκρισης οι οποίοι πρέπει να είναι της τάξης των λίγων μόνο χιλιοστών του δευτερολέπτου.

Οι διάφοροι τρόποι επικοινωνίας του οχήματος με το περιβάλλον σημαίνονται με την κωδική ονομασία «V2X». Το V αναφέρεται στο όχημα και το X συμβολίζει όλες τις πιθανές πηγές ανταπόκρισης με τις οποίες αυτό θα επικοινωνεί (Vehicle to any other source)

Σε πολλές εφαρμογές το όχημα χρειάζεται να επικοινωνεί απευθείας με τα άλλα οχήματα που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο. Αυτή η επικοινωνία σημαίνεται με την κωδική ονομασία «V2V» (Vehicle to Vehicle). Οι απαιτούμενες προδιαγραφές ποικίλλουν. Για την κίνηση σε κομβοί π.χ. η αναγκαία επικοινωνία περιορίζεται σε λίγα μόνο μέτρα απόσταση, όμως σε άλλες γενικότερου χαρακτήρα εφαρμογές οδικής ασφάλειας, ή υποβοήθησης της οδικής κυκλοφορίας, οι αποστάσεις επικοινωνίας αυξάνονται από μερικές εκατοντάδες μέτρα έως και ένα ή δύο χιλιόμετρα.

Για τις εφαρμογές προειδοποίησης για υπάρχοντα προβλήματα στο δίκτυο σήμανσης, το όχημα χρειάζεται να επικοινωνεί με τα κατά μήκος του οδικού δικτύου κέντρα ελέγχου των υποδομών. Αυτή η επικοινωνία σημαίνεται με την κωδική ονομασία «V2R», όπου R είναι ο δρόμος (Vehicle to Road).

Σε αυτές τις εφαρμογές επίσης η επικοινωνία είναι περιορισμένης απόστασης της τάξης του ενός ή των δύο χιλιομέτρων.

Σε πολλές όμως άλλες περιπτώσεις τόσο το όχημα όσο και τα παρόδια κέντρα ελέγχου των υποδομών στήριξης της κυκλοφορίας χρειάζεται να επικοινωνήσουν με τις μεγάλες κεντρικές μονάδες ελέγχου ή με τα κέντρα συλλογής ηλεκτρονικών δεδομένων. Αυτής της μορφής οι επικοινωνίες σημαίνονται με τις κωδικές ονομασίες «V2C» ή «R2C» (Vehicle to Road ή Road to Center). Στις περιπτώσεις αυτές οι αποστάσεις επικοινωνίας είναι πολύ μεγάλες.

3. Τεχνολογίες επικοινωνιών «V2X»

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι διαφορές των προσφερόμενων σήμερα τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας όπως η αναφερόμενη στο πρότυπο IEEE 802.11p τεχνολογία Wi-Fi, τα οπτικά συστήματα επικοινωνίας (VLC) (π.χ. εμπρόσθια και οπίσθια φώτα σήμανσης των οχημάτων), η δορυφορική επικοινωνία και τέλος τα εφαρμοζόμενα συστήματα κυψελωτής τηλεφωνίας 3^{ης} και 4^{ης} γενιάς (3/4 G) όπως βέβαια και της επερχόμενης τεχνολογίας 5G.

Οι τεχνολογίες αυτές διακρίνονται από την απόσταση την οποία η κάθε μία από αυτές μπορεί να καλύψει, από την ταχύτητα με την οποία διεξάγεται η επικοινωνία, από τις τυχόν σύμφυτες με τον τρόπο λειτουργίας τους χρονικές καθυστερήσεις, από την τυχόν αναπόφευκτη ύπαρξη νεκρού χρόνου κατά την έναρξη και μέχρι την αποκατάσταση της πλήρους επικοινωνίας, από την καταλληλότητά τους για εφαρμογές απευθείας επικοινωνίας τύπου «V2V» και τέλος από τις οικονομικές υποχρεώσεις που πιθανόν να επιβάλλει η χρήση τους.

Επί παραδείγματι, λαμβάνοντας υπόψη τη μικρή απαιτούμενη απόσταση και την καταλληλότητα για συνδεσιμότητα τύπου «V2V» που παρουσιάζουν τα οπτικά συστήματα επικοινωνίας (VLC), μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε επιτυχώς στις εφαρμογές συνδεσιμότητας των οχημάτων που κινούνται σε κομβόι. Για επικοινωνίες τύπου «V2V» η/και «V2R» και για αποστάσεις που δεν υπερβαίνουν το χιλιόμετρο το σύστημα Wi-Fi της προδιαγραφής IEEE 802.11p ή η τεχνολογία 5G θεωρούνται απολύτως κατάλληλα.

Μεγάλων αποστάσεων επικοινωνίες τύπου «V2X» και κυρίως του τύπου «V2C» η/και «R2C» εξυπηρετούνται από δορυφορικά συστήματα ή από την κυψελωτή τηλεφωνία.

Οι ταχύτητες διεξαγωγής της επικοινωνίας μπορεί να κυμαίνονται, ανάλογα με την εφαρμογή, από μερικές δεκάδες Mbps έως μερικές δεκάδες Gbps. Οι σύμφυτες λειτουργικές καθυστερήσεις κυμαίνονται, από σύστημα σε σύστημα, από ελάχιστα μέχρι και μερικές εκατοντάδες χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Μερικές τεχνολογίες, όπως π.χ. οι δορυφορικές ή και της κυψελωτής τηλεφωνίας χρειάζονται κάποιους αρχικούς χρόνους έναρξης μετάδοσης των στοιχείων. Η τεχνολογία 5G μπορεί επίσης να απαιτεί κάτι αντίστοιχο αν και δεν αποκλείεται και το αντίθετο, ανάλογα με τις αξιοποιούμενες συχνότητες επικοινωνίας ή εφόσον πρόκειται για εφαρμογές «V2V».

Τέλος, για μερικές τεχνολογίες, τίθενται και θέματα οικονομικών επιβαρύνσεων για τους χρήστες όπως π.χ. συμβαίνει με τα συστήματα κυψελωτής τηλεφωνίας.

Πίνακας Τεχνολογιών Επικοινωνιών

	Wi-Fi Προδιαγραφών 802.11p	Επικοινωνίες Οπτικών Ακτίνων VLC	Δορυφορικές Επικοινωνίες	Κυψελωτή Τηλεφωνία 3/4 G	5G (Σε διαδικασία τυποποίησης)
Απόσταση Επικοινωνίας	Μερικές Εκατοντάδες m.	Μερικές Δεκάδες m.	Χιλιάδες Χιλιόμετρα	Δεκάδες Χιλιόμετρων	Δεκάδες Μέτρα (m)
Ταχύτητα Επικοινωνίας	6 – 27 Mbps	Περισσότερα από 400 Mbps	Εκατοντάδες Gbps	< 1Gbps (DL) 500 Kbps (UL)	Δεκάδες Gbps (mBBC)
Καθυστερήσεις Επικοινωνίας	Λίγα χιλιοστά του Δρλπτ (ms)	Μερικές Δεκάδες ms	Εκατοντάδες ms	Λίγα χιλιοστά Δρλπτ (ms)	Λίγα χιλιοστά Δρλπτ (ms)
Απαιτούμενος Χρόνος Έναρξης	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	Εκατοντάδες ms	Από ms έως και Δρλπτ	Ναι / Όχι
Δυνατότητα Εφαρμογών V2V	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι
Χρεώσεις	Όχι	Όχι	Απαιτούνται	Απαιτούνται	Όχι / Ναι
			Μεγάλων Αποστάσεων V2X		
		V2V Σε Κομβόι			
	V2V / V2R				

4. Οδικός Χάρτης της ανάπτυξης των Συστημάτων C-ITS

Τι είναι ο οδικός χάρτης ανάπτυξης αυτών των συστημάτων; Τα συστήματα C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) προβλέπεται να εξελίσσονται σε επάλληλες φάσεις οι οποίες θα καθορίζονται από το βαθμό της τεχνολογικής διείσδυσης και την ανάλογη εξέλιξη των επιπέδων της αυτόνομης οδήγησης των οχημάτων.

- Στην πρώτη φάση θα ικανοποιηθούν οι ανάγκες ανταλλαγής πληροφοριών για την επικρατούσα κατάσταση τόσο μέσα στο ίδιο το όχημα όσο και στην εγγύς κυκλοφορία και τις οδικές υποδομές.
- Στη δεύτερη φάση θα αρχίσουν να αξιοποιούνται πληροφορίες που θα προέρχονται από διάφορους αισθητήρες όπως για παράδειγμα η διασταύρωση του δρόμου από έναν πεζό κ.λπ.
- Στην τρίτη φάση θα μπορούν πλέον τα οχήματα να ανταλλάσσουν πληροφορίες σχετικές με τις, από τα ίδια, σχεδιαζόμενες ενέργειες όπως π.χ. πρόθεση αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας για προσπέραση ή άλλους λόγους.
- Στη τέταρτη φάση τα οχήματα θα συντονίζουν πλέον τις κινήσεις τους έτσι ώστε αυτές να εκτελούνται με συνεργασίας τόσο των άλλων οχημάτων, όσο και των συνθηκών κυκλοφορίας
- Στη πέμπτη και τελευταία φάση τα οχήματα θα κινούνται πλήρως αυτόνομα.

5. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά είναι βασικό να γνωρίζουμε ότι:

- Οι εφαρμογές C-ITS σχεδιάστηκαν για να επιφέρουν βελτιώσεις στις κυκλοφοριακές συνθήκες και στην οδική ασφάλεια αλλά και για να επιτρέπουν τη συνεργασία των εγγύς κινουμένων οχημάτων προκειμένου να εκτελούνται συντονισμένοι και ασφαλείς χειρισμοί
- Οι διεργασίες εκτέλεσης συντονισμένων κινήσεων των εγγύς οχημάτων απαιτούν εξαιρετικά υψηλό βαθμό αξιοπιστίας των εμπλεκόμενων συστημάτων.
- Οι τεχνικές επικοινωνίας των οχημάτων που χαρακτηρίζονται με την κωδική ονομασία «V2X» ανήκουν σε πολλές και διαφορετικές τεχνολογίες. Αναλόγως με τις εκάστοτε λειτουργικές απαιτήσεις, όπως για παράδειγμα η απόσταση της επικοινωνίας και η ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων, χρησιμοποιούνται και οι κατάλληλες τεχνολογίες. Σημειωτέον ότι μερικές από αυτές συνεχίζουν να βρίσκονται ακόμα σε εξέλιξη όπως π.χ. η τεχνολογία 5G.
- Η εξέλιξη των συστημάτων C-ITS θα γίνει σε φάσεις οι οποίες θα καθορίζονται χρονικά από το ρυθμό της τεχνολογικής διείσδυσης στην αγορά και από τα εκάστοτε εν χρήσει επίπεδα αυτόνομης οδήγησης των οχημάτων.

Κλειδί της επιτυχίας αυτής της τεχνολογικής πρόκλησης θα αποτελέσει η αυστηρότατη ποιοτική ανταπόκριση των συστημάτων που θα χειρίζονται τις δύσκολες λειτουργικές συνθήκες που επικρατούν στο εντόνως δυναμικό περιβάλλον των κινουμένων οχημάτων.

Η ασφάλεια όλων αλλά και τα θέματα προστασίας των ατομικών δεδομένων θα πρέπει να βρίσκονται σε υψηλό βαθμό προτεραιότητας. Η προστασία των συστημάτων και των διακινουμένων δεδομένων έναντι οιασδήποτε απόπειρας παραβίασής τους από κακόβουλες ενέργειες αποτελεί έναν από τους βασικούς στόχους και επιδρά καταλυτικά στην επιτυχημένη ανάπτυξη αυτών των εφαρμογών

