



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Μάθημα: Δίκτυα Υπολογιστών
Καθηγητής Α.Α. Οικονομίδης

University of Macedonia
Master in Information Systems
Course: Computer Networks
Professor A.A. Economides



**«ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΤΑ
ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ (Αυτοκίνητα / Λεωφορεία / Φορτηγά,
διόδια, αυτοκινητόδρομοι κλπ)»**

**«REAL CASES OF SENSOR NETWORKS FOR INTELLIGENT
TRANSPORTATION SYSTEMS (Cars/ Buses/ Trucks, Tolls, Highways etc.) »**

Επιμέλεια: Μυστρίδης Αναστάσιος(mis17004)
Πρωτόγερος Γεώργιος (mis17003)
Χέδα Παρασκευή (mis17010)

Περίληψη

Με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στο χώρο των μεταφορών και την αυξημένη χρησιμοποίηση αισθητήρων και άλλων εφαρμογών στα οχήματα, σε συνδυασμό με την μαζική χρήση του διαδικτύου και των διαφόρων εφαρμογών, εισάγονται αρκετά προβλήματα και νέες τεχνολογικές προκλήσεις σε πολλούς επιστημονικούς τομείς, όπως σ' αυτόν των Δικτύων και Τηλεπικοινωνιών.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής περιγράφονται αρχικά οι διάφορες τεχνολογίες ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN) που χρησιμοποιούνται στον τομέα των ευφών συστημάτων μεταφοράς (ITS) και παρουσιάζονται πραγματικές περιπτώσεις τεχνολογικών εφαρμογών διεθνώς.

Εν τέλει, γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής των σημαντικότερων προβλημάτων που χρήζουν αντιμετώπισης στο χώρο των ITS και παρουσιάζονται οι νέες ιδέες και προκλήσεις που αναπτύσσονται, για περαιτέρω προβληματισμό.

Abstract

The rapid development of technology in the area of transportation and the increased use of sensors and other applications in vehicles, coupled with the massive use of the Internet and various applications, several problems and new technological challenges are being introduced in many scientific areas, such as, Networks and Telecommunications.

This document describes the various wireless sensor networks (WSN) technologies used in Intelligent Transportation Systems (ITS) and presents real cases of technological applications in transportation systems internationally.

Finally, an effort is made to capture the most important issues that need to be tackled in the field of ITS and to present the new ideas and challenges that are being developed for further research.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Παρουσίαση θέματος/ προβλήματος	4
Ανάλυση θέματος	5
Τεχνολογίες WSN στα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών	5
Κατηγορία Vehicle to Sensor (V2S)	5
Κατηγορία Vehicle to Vehicle (V2V)	5
Κατηγορία Vehicle to Roadside (V2R)	6
Κατηγορία Vehicle to Internet (V2I)	6
Τεχνολογία RFID	6
Real Cases με χρήση της τεχνολογίας RFID	7
Τεχνολογία ZigBee	11
Real Cases με χρήση της τεχνολογίας ZigBee	11
Τεχνολογία BLUETOOTH	12
Real Cases με χρήση της τεχνολογίας Bluetooth	13
Τεχνολογία GPS	13
Real Cases με χρήση της τεχνολογίας GPS	14
Συμπεράσματα	16
Βιβλιογραφία	17

Παρουσίαση θέματος/ προβλήματος

Τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών - ΕΣΜ ή αλλιώς Intelligent Transportation Systems (ITS) αποτελούν ένα συνδυασμό τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών με σκοπό την εφαρμογή τους στον τομέα των μεταφορών. Στόχο έχουν να κάνουν την κυκλοφορία των ατόμων και των εμπορευμάτων αποδοτικότερη, ασφαλέστερη και οικονομικότερη. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε οχήματα, αυτοκινητόδρομους σε συνεργατικά οδικά συστήματα, στο σιδηρόδρομο, στην εναέρια και θαλάσσια κυκλοφορία ή σε οποιαδήποτε άλλη υποδομή μέσων μεταφοράς. Με τη χρήση των ITS αντιμετωπίζονται καθημερινά προβλήματα στα μεγάλα αστικά κέντρα όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η αποτελεσματική οργάνωση της στάθμευσης, η ρύπανση του περιβάλλοντος λόγω των διαφόρων μετακινήσεων και η γενικότερη υποβάθμιση του αστικού χώρου.

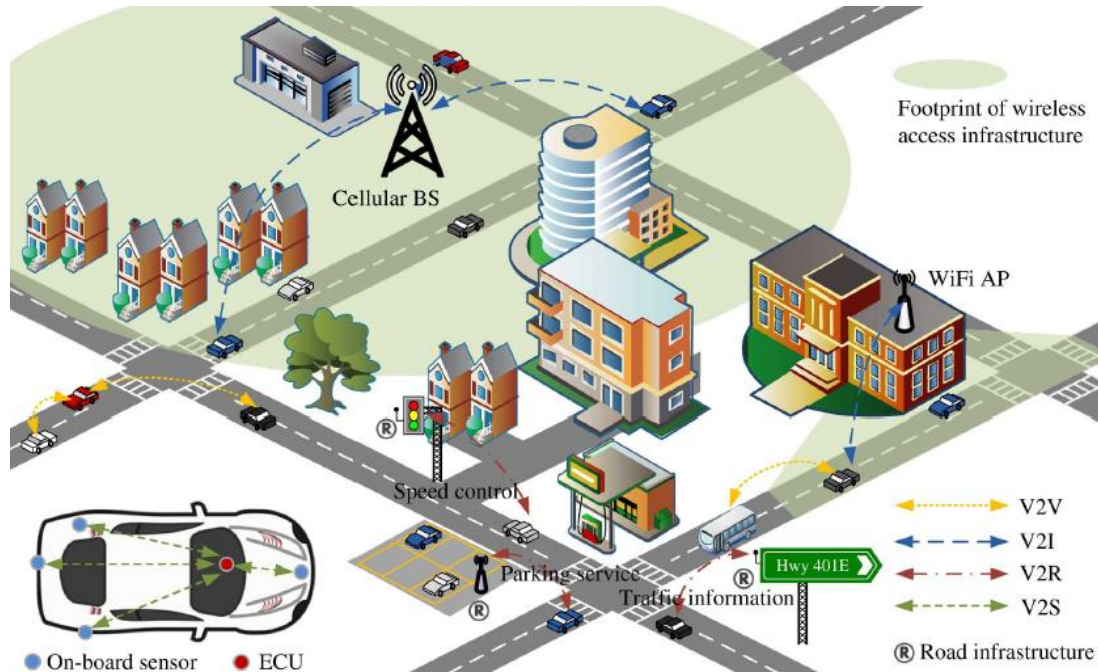
Καθώς τα σύγχρονα μεταφορικά συστήματα εμφανίζουν σημαντικές απαιτήσεις ως προς την ασφάλεια, την οικονομία και την αποτελεσματικότητα, τα ΕΣΜ στοχεύουν στην παροχή καινοτόμων υπηρεσιών που σχετίζονται με τους διαφόρους τρόπους μεταφοράς, όπως πχ την επιβολή των κανόνων και τη διαχείριση της κυκλοφορίας, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν στους χρήστες (εταιρείες, διαχειριστές ή πολίτες) να ενημερώνονται καλύτερα και να κάνουν αποτελεσματικότερη χρήση των μεταφορικών δικτύων και των διαθέσιμων αστικών πόρων.

Όπως είναι ευρέως γνωστό τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων ή αλλιώς Wireless sensor networks - WSN, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στα σύγχρονα ευφυή συστήματα μεταφορών. Με την αύξηση χρήσης των αισθητήρων στα σύγχρονα οχήματα, σημαντικές παράμετροι όπως το κόστος και το βάρος των οχημάτων επηρεάζεται, καθιστώντας έτσι αναγκαία την αναζήτηση για πιο οικονομικές και αποδοτικές λύσεις στην εφαρμογή της τεχνολογίας των αισθητήρων στα οχήματα. Η πρώτη και πιο σημαντική πρόκληση είναι η αντικατάσταση της ενσύρματης τεχνολογίας διασύνδεσης των αισθητήρων για την οποία διεξάγονται πολλές ερευνες και ορίζονται καινούργια ασύρματα πρότυπα τηλεπικοινωνιών.

Τέλος, με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στο χώρο του Διαδικτύου, καινούργιες ιδέες, όπως η εφαρμογή του IoT στον χώρο των ΕΣΜ, ή όπως συναντάται συχνά στην βιβλιογραφία IoV, δηλαδή Internet of Vehicles δημιουργούν νέες τεχνολογικές προκλήσεις τόσο στον τομέα των Δικτύων και Τηλεπικοινωνιών όσο και στον τομέα της Πληροφορικής. Το IoV είναι ικανό να προσφέρει προηγμένη συνδεσιμότητα συσκευών, συστημάτων και υπηρεσιών μεταξύ των ΕΣΜ, καθιστώντας με τον τρόπο αυτό υλοποιήσιμες διαφορών λογής εφαρμογές όπως τον έξυπνο έλεγχο της αστικής κυκλοφορίας, τον έξυπνο χώρο στάθμευσης των οχημάτων, τα συστήματα ηλεκτρονικής είσπραξης διοδίων, τη διαχείριση συστημάτων στόλου, τον έλεγχο και την εποπτεία των οχημάτων απομακρυσμένα, την ασφάλεια και την οδική βοήθεια.

Ανάλυση θέματος

Τεχνολογίες WSN στα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών



Εικόνα 1. Μοντέλο δικτύου διασυνδεδεμένων οχημάτων.

Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι που καθιστούν απαραίτητη την χρήση του WSN στη σύγχρονη επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων. Ο πρώτος και πιο βασικός είναι η βελτίωση της λειτουργίας και της ασφάλειας στα ΜΜΜ, έχοντας ως απόρροια τη μείωση του αναμενόμενου χρόνου άφιξης στις διάφορες ταχυμεταφορές και των αέριων ρύπων. Ο δεύτερος λόγος είναι η αυξημένη ζήτηση των επιβατών του οχήματος για χρήση του διαδικτύου και άλλων σύγχρονων εφαρμογών. Φυσικά, η σύνδεση των οχημάτων με το διαδίκτυο, δεν λύνει μόνο προβλήματα ζήτησης των καταναλωτών αλλά εισάγει νέους τρόπους σχετικά με την ασφάλεια οδήγησης, την τεχνική υποστήριξη βλαβών και την προστασία από κλοπές, η άλλες ανεπιθύμητες καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί το όχημα. [Ning Lu, Nan Cheng, Ning Zhang, Xuemin Shen, Jon W. Mark, 2014] Αρχικά, πρέπει να γίνει μία κατηγοριοποίηση των διαφόρων τεχνολογιών που αναφέρονται στα WSN των οχημάτων, ως προς τα υποκείμενα χρήσης των τεχνολογιών αυτών.

Κατηγορία Vehicle to Sensor (V2S)

Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται στην επικοινωνία του ηλεκτρονικού εγκεφάλου του οχήματος με τους διάφορους αισθητήρες που τοποθετούνται εντός του οχήματος, στην βιβλιογραφία συχνά συναντάται ως V2S (Vehicle-to-Sensors) ή Intra-Vehicle Communication. [Ning Lu, Nan Cheng, Ning Zhang, Xuemin Shen, Jon W. Mark, 2014]

Κατηγορία Vehicle to Vehicle (V2V)

Η δεύτερη κατηγορία αφορά στην επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων, γνωστή κυρίως ως V2V ή Inter-Vehicle Communication. Είναι η πιο σημαντική κατηγορία καθότι συνδέεται

κύριως με τα προβλήματα επικοινωνίας δικτύωσης κόμβων οι οποίοι δεν είναι στατικοί και επειδή εισάγει νέες προκλήσεις στον ερευνητικό τομέα όπως των αυτοδηγούμενων οχημάτων, καθιστώντας απαραίτητη την βελτίωση των διαφόρων χαρακτηριστικών δικτύωσης. Μέσω της επικοινωνίας των οχημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες εφαρμογές που στοχεύουν στην ασφαλή συμπεριφορά του οχήματος όπως, αποφυγή σύγκρουσης, πρόβλεψη πέδησης του οχήματος, πρόβλεψη ή ενημέρωση της οδικής κατάστασης, αλλά και εφαρμογών διάδρασης ή πολυμέσων όπως gaming ή file-sharing. [Ning Lu, Nan Cheng, Ning Zhang, Xuemin Shen, Jon W. Mark, 2014]

Κατηγορία Vehicle to Roadside (V2R)

Η τρίτη κατηγορία ονομάζεται V2R και αναφέρεται κυρίως σε ασύρματες επικοινωνίες μεταξύ των οχημάτων και οδικών συστημάτων που χρησιμοποιούν ελεγκτές ή αισθητήρες. Βασικός στόχος της κατηγορίας αυτής είναι η ασφάλεια του οχήματος και η μείωση της πιθανότητας εμφάνισης ατυχημάτων στο οδικό δίκτυο, μέσω λεπτομερούς ελέγχου και εποπτείας των ITS. [Ning Lu, Nan Cheng, Ning Zhang, Xuemin Shen, Jon W. Mark, 2014]

Κατηγορία Vehicle to Internet (V2I)

Η κατηγορία αυτή αναφέρεται στους τρόπους διασύνδεσης των οχημάτων με το διαδίκτυο με σκοπό την επικοινωνία τους με το ευρύτερο περιβάλλον. Η διασύνδεση ενός οχήματος με το διαδίκτυο εισάγει νέες προκλήσεις όπως την ασφάλεια του οχήματος, ωστόσο τα οφέλη που δημιουργούνται τόσο στο χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας όσο και στον χώρο της πληροφορικής είναι τεράστια.. [Ning Lu, Nan Cheng, Ning Zhang, Xuemin Shen, Jon W. Mark, 2014]

Τεχνολογία RFID

Η RFID είναι τα αρχικά του όρου Radio Frequency Identification. Η τεχνολογία RFID ανήκει στις τεχνολογίες Auto-Identification που αναφέρεται σε μεθόδους αναγνώρισης αντικειμένων και συλλογής πληροφοριών. Η RFID τεχνολογία στηρίζεται σε ασύρματα συστήματα για την μεταφορά πληροφοριών από ένα αντικείμενο με σκοπό την αναγνώριση του, την κατηγοριοποίηση ή την παρακολούθηση. Το σύστημα αυτό αποτελείται από τον αναγνώστη (reader ή transceiver), μία ετικέτα (transponder ή tag) και τις κεραίες (reader antennas και tag antennas). Η λειτουργία των συστημάτων RFID είναι απλή και βασίζεται στη δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία των ετικετών και των αναγνώστών. Στην ουσία είναι κάτι σαν μετεξέλιξη των γνωστών barcodes.



Εικόνα 2. RFID Sensor.

Όταν οι ετικέτες RFID βρεθούν στην εμβέλεια της κεραίας του αναγνώστη, η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί με ραδιοκύματα με την κεραία των ετικετών RFID. Οι ετικέτες RFID ενεργοποιούνται με τη σειρά τους και επιστρέφουν τα αναζητούμενα δεδομένα στους αναγνώστες. Στη συνέχεια παρεμβαίνει ένα ενδιάμεσο λογισμικό, το οποίο κατανοεί τις

πληροφορίες, οι οποίες αποστέλλονται από τη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη. Ο αναγνώστης τις μεταφέρει στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα. Με την τεχνολογία RFID δεν απαιτείται οπτική επαφή και μπορούν να αναγνωρίζονται ταυτόχρονα πολλαπλά tags.

Real Cases με χρήση της τεχνολογίας RFID

Τα RFID έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών μειώνοντας το χρόνο και τα σφάλματα. Μερικές από τις πιο γνωστές περιπτώσεις εφαρμογής της στα Intelligent Transportation Systems αναφέρονται παρακάτω:



Εικόνα 3. Σύστημα παρακολούθησης πίεσης ελαστικών.

αποτελεί το βασικό σύστημα παρακολούθησης της πίεσης και της θερμοκρασίας του ελαστικού, προσφέρει επίσης το ηλεκτρονικό σύστημα πληροφοριών ελαστικών (eTIS) που είναι τοποθετημένο μέσα στο ελαστικό.

Η πίεση στο εσωτερικό του ελαστικού μετράται, μεταδίδεται και υποδεικνύεται στον οδηγό. Σε κρίσιμες περιπτώσεις, για παράδειγμα, ένα σήμα στο ταμπλό οργάνων της κεντρικής κονσόλας δίνει στον οδηγό την έγκαιρη προειδοποίηση για πτώση της πίεσης του ελαστικού ή για υψηλότερη θερμοκρασία ελαστικών. Ο οδηγός μπορεί τότε να σταματήσει το όχημα εγκαίρως πριν εμφανιστεί μια επικίνδυνη κατάσταση.

1. Σύστημα παρακολούθησης πίεσης ελαστικών και σύστημα πληροφοριών ηλεκτρονικών ελαστικών - δημιουργία δικτύου αισθητήρων πίεσης ελαστικών βασισμένο σε 433MHz band - dash7 (βασίζεται στα RFID) το οποίο είναι γνωστό σαν Tire Pressure Monitor System-TPMS.

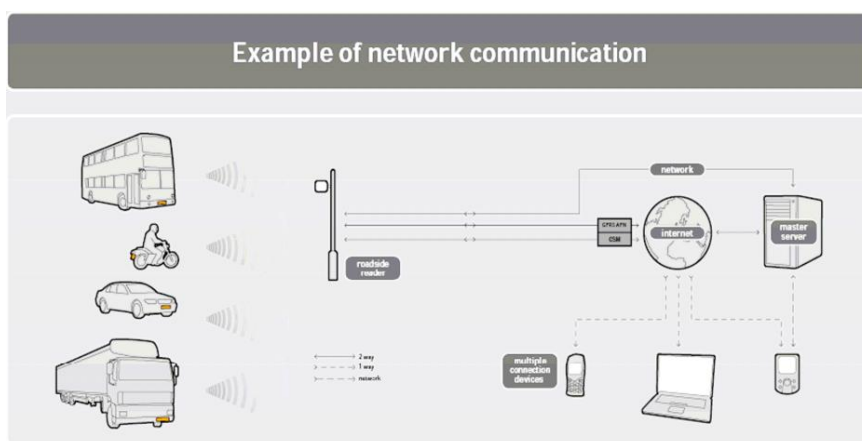
Από το 2002 η Continental προμηθεύει ηλεκτρονικά συστήματα για την αυτόματη παρακολούθηση της πίεσης των ελαστικών σε αυτοκινητοβιομηχανίες. Τα συστήματα αυτά τα χρησιμοποιούν πάνω από 20 κατασκευαστές αυτοκινήτων. Η Continental έχει αναπτύξει δύο συστήματα πληροφόρησης για τα ελαστικά. Παράλληλα με το σύστημα παρακολούθησης πίεσης ελαστικών (TPMS), το οποίο



Εικόνα 4. Interface συστήματος παρακολούθησης Continental.

2. Σύστημα αναγνώρισης των οχημάτων από την πινακίδα. Οι πινακίδες περιλαμβάνουν RFID τεχνολογία για α μπορεί να γίνεται αντιληπτή η θέση τους στο οδικό δίκτυο.

Το e-Plate είναι μια τυπική πινακίδα με ενσωματωμένη ενεργή ετικέτα RFID. Στόχος είναι η ασύρματη και αυτοματοποιημένη συλλογή δεδομένων οχημάτων και άλλων περιουσιακών στοιχείων σε μεγάλες αποστάσεις. Ο υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων εξασφαλίζει τη βέλτιστη επικοινωνία. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στην ετικέτα μπορούν να διαβαστούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία. Τα δεδομένα μπορούν να ανταλλάσσονται σε μεγάλες αποστάσεις ακόμη και σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες όπως σκόνη, βρομιές, βροχή, χιόνι και ακραίες θερμοκρασίες. Ο σταθερός αναγνώστης (i-PORT R2) λαμβάνει τα δεδομένα που μεταδίδονται από τις ετικέτες σε τακτά χρονικά διαστήματα και ρυθμίζει τα ληφθέντα δεδομένα για μεταγενέστερη μετάδοση μέσω του δικτύου που είναι συνδεδεμένο σε έναν κύριο υπολογιστή. Μετά την αποκωδικοποίηση, τα δεδομένα αυτά



Εικόνα 5. Μοντέλο συστήματος αναγνώρισης πινακίδων μέσω RFID.

προαιρετικών ραδιοφωνικών καρτών (WLAN, GPRS κ.λπ.). Η σύνδεση του αναγνώστη σε ένα κεντρικό σύστημα υπολογιστή επιτρέπει την παγκόσμια προσβασιμότητα των δεδομένων μέσω μιας ποικιλίας πλατφορμών λογισμικού.

Χαρακτηριστικά του e-Plate

- Συχνότητα UHF (868/915 MHz)
- Μεγάλο εύρος ανάγνωσης μέχρι 100 μέτρα
- Εύρος μεταβλητής ανάγνωσης από λίγα μέτρα έως 100 μέτρα (300 πόδια)
- Χωρητικότητα μνήμης 13 Byte (17 χαρακτήρες)
- Διάρκεια ζωής μπαταρίας μεγάλου αναμεταδότη (έως 10 έτη)
- Διαδικασία κατά της σύγκρουσης και χειρισμός πολλαπλών ετικετών

Το σύστημα e-plate αποτελείται από 4 βασικά στοιχεία:

1. Ενεργές ετικέτες με εσωτερικό τροφοδοτικό, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό οχημάτων ή περιουσιακών στοιχείων
2. Αναγνώστη (i-PORT · σταθερή) ή φορητές συσκευές (κινητά) που ανταλλάσσουν πληροφορίες με τις ετικέτες και τα συστήματα υπολογιστών υποδοχής
3. Διάφοροι τύποι / χαρακτηριστικά κεραίας για διαφορετικές εφαρμογές
4. Ένα κεντρικό σύστημα πληροφορικής ως βάση για τον έλεγχο και την παρακολούθηση

3. Σύστημα εισόδου στο όχημα χωρίς τη χρήση κλειδιού. Η τεχνολογία RFID με έναν αισθητήρα απόστασης που βρίσκεται στο ηλεκτρονικό κλειδί, αντιλαμβάνεται την απόσταση από το όχημα και ξεκλειδώνει αυτόματα.

Το KEYLESS GO είναι ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας της Mercedes-Benz που χρησιμοποιεί τεχνολογία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) για να επιτρέπει στους οδηγούς να χειρίζονται τα αυτοκίνητά τους χωρίς ένα παραδοσιακό κλειδί.

Τα Smart Keys χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά συστήματα για την εξακρίβωση της ταυτότητας του κλειδιού αντί για το μηχανικό κλειδί περιστροφής. Όταν πλησιάζουμε το όχημα μία κεραία διαβάζει την κωδικοποίηση του κλειδιού σας και καθορίζει εάν αυτό είναι έγκυρο κλειδί για αυτό το όχημα. Το αίτημα ξεκλειδώματος αποστέλλεται στη μονάδα ελέγχου Keyless Go. Αν έχει γίνει έλεγχος ταυτότητας, αποστέλλεται ένα αίτημα ξεκλειδώματος στη μονάδα συστήματος κεντρικού κλειδώματος και οι πόρτες ξεκλειδώνονται όπως απαιτείται. Με ένα άλλο ζεύγος κεραιών το σύστημα είναι αρκετά έξυπνο για να γνωρίζει αν είστε μέσα ή έξω από το όχημα.



Εικόνα 6. Σύστημα ασφαλείας αυτόματου κλειδώματος με RFID.

Τα δύο κύρια συστήματα επεξεργασίας αυτής της ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων είναι ο ηλεκτρονικός διακόπτης ανάφλεξης (EIS) και το σύστημα εξουσιοδότησης κίνησης (DAS). Όταν ένα έξυπνο κλειδί εισάγεται στην ανάφλεξη, τροφοδοτείται με ηλεκτρική ισχύ επαγωγικά στο κλειδί τηλεχειρισμού με ένα πηνίο στο EIS. Το σύστημα EIS παρέχει ηλεκτρική ισχύ επαγωγικά στο κλειδί. Η επικοινωνία γίνεται μέσω υπερύθρων μοιράζεται μεταξύ του κλειδιού και του EIS. Αν ο κωδικός που λαμβάνει η μονάδα ελέγχου είναι σωστός για αυτό το αυτοκίνητο, αποστέλλεται ένα σήμα ξεκλειδώματος στο κλείδωμα του ηλεκτρονικού συστήματος διεύθυνσης για να ξεκλειδώσει το τιμόνι. Αλλά η διαδικασία ελέγχου ταυτότητας εξακολουθεί να μην είναι πλήρης. Η DAS εξακολουθεί να έχει το τελευταίο λόγο αν μπορεί να ξεκινήσει ένας κινητήρας. Αφού γυρίσετε το κλειδί στη θέση του στο EIS, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου κινητήρα λαμβάνει ισχύ και υπάρχει μυστική ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ της μονάδας ελέγχου κινητήρα και του EIS. Εάν τα αντίστοιχα μηνύματα ταιριάζουν, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου κινητήρα επιτρέπει την εκκίνηση του οχήματος.

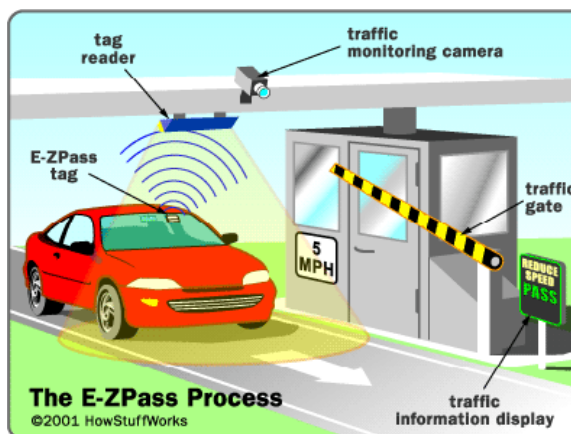
4. Χρήση της τεχνολογίας RFID σε προπληρωμένες κάρτες διοδίων για το αυτόματο άνοιγμα της μπάρας. Αυτό συμβαίνει επειδή έχει τοποθετηθεί ένα ειδικό αυτοκόλλητο στο παρμπρίζ του οχήματος που λειτουργεί με RFID και το οποίο "σκανάρει" το όχημα. Κατά τη διέλευση του οχήματός από τις ηλεκτρονικές λωρίδες, και εφόσον είναι σωστά τοποθετημένος ο ηλεκτρονικός πομποδέκτης, το σύστημα «διαβάζει» τη συσκευή, εντοπίζει το λογαριασμό, αφαιρεί το αντίτιμο του διοδίου τέλους και η μπάρα σηκώνεται αυτόματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Fast Pass, η υπηρεσία ηλεκτρονικής πληρωμής διοδίων της Νέας Οδού. Με τη χρήση του ηλεκτρονικού πομποδέκτη, κάθε χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί για τις διελύσεις του τις ειδικές ηλεκτρονικές λωρίδες που διαθέτουν όλοι οι σταθμοί διοδίων της Νέας Οδού, αλλά και της Κεντρικής Οδού.



Εικόνα 7. Σάρωση προπληρωμένης κάρτας διοδίων με RFID.

5. Οι ετικέτες E-ZPass.

Είναι ενεργοί αναμεταδότες RFID, οι οποίοι κατασκευάζονται αποκλειστικά την Kapsch TrafficCom. Επικοινωνούν εξοπλισμό ανάγνωσης που είναι ενσωματωμένος σε λωρίδες συλλογής διοδίων με τη μετάδοση μιας μοναδικής ραδιοφωνικής υπογραφής. Πιο κοινός τύπος ετικέτας είναι μια εσωτερική ετικέτα που μπορεί να τοποθετηθεί στο εσωτερικό του



Εικόνα 8 Περιγραφή μοντέλου συστήματος E-ZPass.

παρμπρίζ του οχήματος κοντά στον καθρέφτη. Ορισμένα οχήματα έχουν παρμπρίζ που εμποδίζουν τα σήματα ραδιοσυχνότητας. Για αυτά τα οχήματα και τους πελάτες που έχουν αισθητικές ανησυχίες, προσφέρεται μια εξωτερική ετικέτα, που συνήθως σχεδιάζεται για να προσαρμόζεται στα σημεία στήριξης της πινακίδας κυκλοφορίας του οχήματος.

Ο αναμεταδότης E-ZPass λειτουργεί με εκπομπή σήματος από τον αναγνώστη που βρίσκεται στον θάλαμο διοδίων. Αυτό το σήμα 915 MHz αποστέλλεται στα 500 kbit / s χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TDM σε πακέτα 256-bit. Σύμφωνα με τη Port Authority της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϋ, το 83,2% των οχημάτων που διασχίζουν τις πέντε γέφυρες και τις σήραγγες χρησιμοποίησε το E-ZPass για την πληρωμή διοδίων κατά το πρώτο εξάμηνο του 2016.

από
με
Ο

Τεχνολογία ZigBee

Το ZigBee είναι μια προδιαγραφή πρωτοκόλλων επικοινωνίας υψηλού επιπέδου, που βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4. Χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία δικτύων χαμηλής ισχύος, όπως για οικιακούς αυτοματισμούς, συλλογή δεδομένων ιατρικών συσκευών αλλά και ανάγκες με χαμηλή ισχύ στο εύρος ζώνης, όπως για έργα μικρής κλίμακας που χρειάζονται ασύρματη σύνδεση.



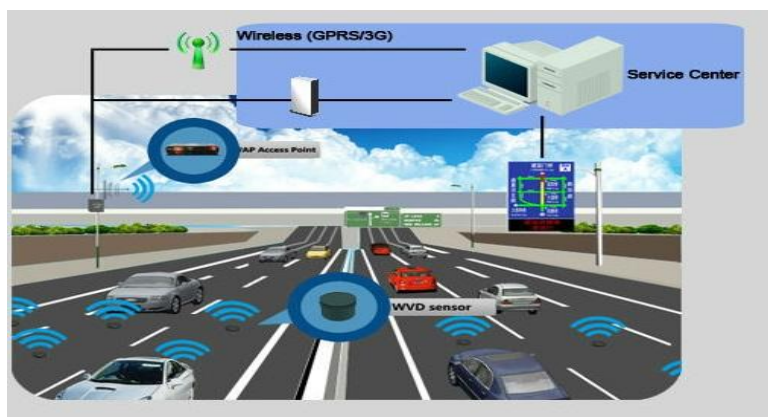
Εικόνα 9. Ηλεκτρονικό κύκλωμα αισθητήρα τεχνολογίας ZigBee.

Η τεχνολογία του ZigBee είναι απλούστερη αλλά και λιγότερο δαπανηρή από άλλα ασύρματα δίκτυα, όπως το Bluetooth ή το Wi-Fi. Οι εφαρμογές της περιλαμβάνουν ασύρματους διακόπτες φωτισμού, συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και άλλους καταναλωτικούς και βιομηχανικούς εξοπλισμούς που απαιτούν ασύρματη μεταφορά δεδομένων μικρής εμβέλειας.

Η χαμηλή κατανάλωση ρεύματος περιορίζει τις αποστάσεις μετάδοσης περίπου στα 10 με 100 μέτρα, ανάλογα με την ισχύ εξόδου και τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Το ZigBee χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές με χαμηλό ρυθμό δεδομένων που απαιτούν μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και ασφαλή δικτύωση καθώς τα δίκτυα ZigBee είναι ασφαλισμένα με συμμετρικά κλειδιά κρυπτογράφησης 128 bit. Το ZigBee έχει καθορισμένο ρυθμό 250 kbit / s, κατάλληλο για διακοπόμενες μεταδόσεις δεδομένων από αισθητήρα ή συσκευή εισόδου.

Real Cases με χρήση της τεχνολογίας ZigBee

Τα ZigBee έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών μειώνοντας το χρόνο και τα σφάλματα. Μερικές από τις πιο γνωστές περιπτώσεις εφαρμογής της στα Intelligent Transportation Systems αναφέρονται παρακάτω:



Εικόνα 10. Σύστημα WVD μέσω τεχνολογίας ZigBee.

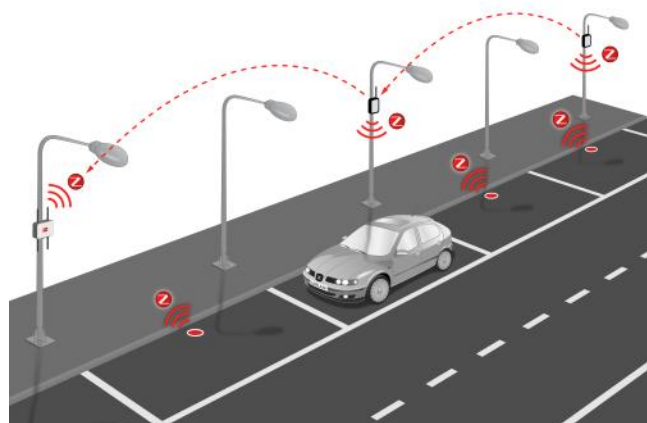
1. Ο WVD βασίζεται σε μαγνητόμετρο μικρής εμβέλειας. Εγκαθίσταται στην επιφάνεια του δρόμου για να συλλέγει τα δεδομένα της κυκλοφοριακής ροής. Τα δεδομένα στέλνονται στο Wireless Access Point (WAP), το οποίο λειτουργεί ως

ασύρματη πύλη μεταξύ του ασύρματου συστήματος ανίχνευσης οχημάτων και άλλων συστημάτων εφαρμογής κυκλοφορίας.

Όλα τα WVD, υπό τη διαχείριση του WAP, δημιουργούν ένα τοπικό ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, το οποίο συλλέγει τις πληροφορίες κυκλοφορίας πραγματικά έγκαιρα.

Όταν το σύστημα αντιλαμβάνεται αλλαγή μαγνητισμού που προκαλείται από το διερχόμενο όχημα, οι WVD (Wireless Detector Vehicle Detector) υπολογίζουν γρήγορα το μήκος, τον τύπο και την ταχύτητα χρήσης του οχήματος και στη συνέχεια στέλνουν αυτές τις πληροφορίες στα WAP (Wireless Access Points). Οι πληροφορίες WVDs on-line και μεταδίδουν τα δεδομένα αυτά στα συστήματα χρηστών, Internet, GPRS, κλπ.

2. Η πλατφόρμα Smart Parking που βασίζεται σε Waspote, περιέχει αισθητήρες έχουν σχεδιαστεί για να ταφούν σε χώρους στάθμευσης και να ανιχνεύουν την άφιξη και την αναχώρηση των οχημάτων. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπουν στους οδηγούς να βρίσκουν ελεύθερους χώρους στάθμευσης γρήγορα και αποτελεσματικά. Οι αισθητήρες μπορούν να ταφούν σε χώρους στάθμευσης και να επικοινωνούν με το υπόλοιπο δίκτυο αισθητήρων χρησιμοποιώντας το Zigbee της Waspote.



Εικόνα 11. Σύστημα Smart Parking μέσω τεχνολογίας ZigBee.

Με τις κατάλληλες μπαταρίες ένας αισθητήρας μπορεί να λειτουργήσει για πέντε χρόνια πριν να χρειάζεται φυσική πρόσβαση για αντικατάσταση μπαταρίας. Οι έξυπνοι αισθητήρες στάθμευσης επικοινωνούν με την πύλη τους μέσω ραδιοφωνικών σταθμών είτε στα 2.4GHz είτε στα 868 / 900MHz. Για συνδέσεις Zigbee 2,4 GHz, τα δίκτυα mesh υλοποιούνται με μοτίβα δρομολόγησης σε φώτα δρόμου. Οι αισθητήρες στάθμευσης πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτικοί ώστε να μπορούν να ταφούν κάτω από χώρους στάθμευσης.

Τεχνολογία BLUETOOTH



Εικόνα 12. Ηλεκτρονικό κύκλωμα τεχνολογίας Bluetooth.

Το Bluetooth εύκολα περιγράφεται ως μία ασύρματη τεχνολογία που διευκολύνει την επικοινωνία ασύρματων συσκευών. Επίσης το κόστος κατασκευής της είναι πολύ χαμηλό όπως επίσης και η ισχύς του. Στο Bluetooth μπορούν να συνδεθούν ως και επτά συσκευές χρησιμοποιώντας μία και μόνο συχνότητα και επιτρέπει την απειθαίρετη διασύνδεση συσκευών. Το φάσμα συχνοτήτων όπου μπορεί να λειτουργήσει είναι αυτό των 2,4 GHz. Χρησιμοποιεί τη μέθοδο

μετάδοσης με διασπορά φάσματος Frequency Hopping (έως και 1600 εναλλαγές συχνότητας ανά δευτερόλεπτο) έτσι ώστε να περιοριστούν στο ελάχιστο οι παρεμβολές από παρεμφερείς συσκευές.

Real Cases με χρήση της τεχνολογίας Bluetooth

Τα bluetooth έχουν ένα ευρή φάσμα εφαρμογών μειώνοντας το χρόνο και τα σφάλματα. Μερικές από τις πιο γνωστές περιπτώσεις εφαρμογής της στα Intelligent Transportation Systems αναφέρονται παρακάτω:



Εικόνα 13. Σύστημα διασύνδεσης οχημάτων και πεζών μέσω Bluetooth.

διαφορετικές ζώνες έρευνας από 10 έως 50m. Αυτές οι ζώνες μπορούν επίσης να αυξηθούν ή να μειωθούν με τη χρήση διαφορετικής κεραίας.

1. Η νέα μονάδα Bluetooth Waspmote έχει σχεδιαστεί ειδικά για τη σάρωση έως 250 συσκευών σε μία μόνο ερώτηση. Ο κύριος σκοπός είναι ο εντοπισμός όσο το δυνατόν περισσότερων χρηστών Bluetooth στη γύρω περιοχή. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν παρακολούθηση της κυκλοφορίας οχημάτων και πεζών προκειμένου να δημιουργηθούν έξυπνα συστήματα μεταφορών. Υπάρχουν επτά

διαφορετικά επίπεδα ισχύος που κυμαίνονται από -27dBm έως + 3dBm για να καθοριστούν

Τεχνολογία GPS

Το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS) είναι ένα διαστημικό σύστημα ραδιοπλοήγησης που ανήκει στην κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών και λειτουργεί από την Πολεμική Αεροπορία των Ηνωμένων Πολιτειών. Πρόκειται για ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης το οποίο παρέχει γεωγραφική κατανομή και πληροφορίες χρόνου σε ένα δέκτη GPS οπουδήποτε στη Γη ή κοντά στη Γη, όπου υπάρχει μια ανεμπόδιστη οπτική επαφή σε τέσσερις ή περισσότερους δορυφόρους GPS.

Το σύστημα GPS δεν απαιτεί από το χρήστη να μεταδίδει δεδομένα και λειτουργεί ανεξάρτητα από οποιαδήποτε τηλεφωνική ή διαδικτυακή λήψη, αν και αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να ενισχύσουν τη χρησιμότητα των πληροφοριών θέσης GPS. Το σύστημα GPS παρέχει κρίσιμες δυνατότητες τοποθέτησης σε στρατιωτικούς, πολιτικούς και εμπορικούς χρήστες σε όλο τον κόσμο.

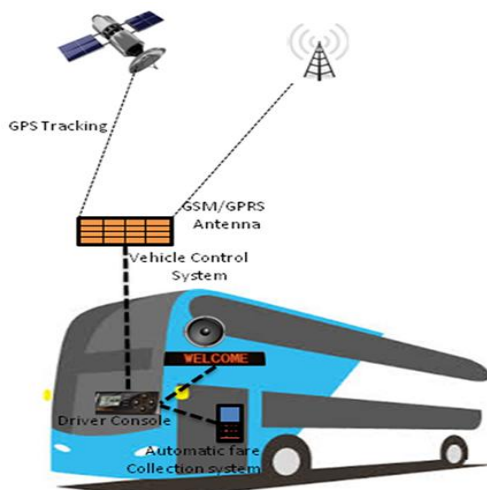
Η ιδέα GPS βασίζεται στο χρόνο και στη γνωστή θέση των εξειδικευμένων δορυφόρων. Οι δορυφόροι φέρουν πολύ σταθερά ατομικά ρολόγια τα οποία συγχρονίζονται μεταξύ τους και

σε ρολόγια εδάφους. Οποιαδήποτε μετατόπιση από το πραγματικό χρόνο που διατηρείται στο έδαφος διορθώνεται καθημερινά. Ομοίως, οι δορυφορικές θέσεις είναι γνωστές με μεγάλη ακρίβεια. Οι δέκτες GPS έχουν και ρολόγια. Ωστόσο, συνήθως δεν συγχρονίζονται με τον πραγματικό χρόνο και είναι λιγότερο σταθεροί. Οι δορυφόροι GPS μεταδίδουν συνεχώς τον τρέχοντα χρόνο και τη θέση τους. Ένας δέκτης GPS παρακολουθεί πολλαπλούς δορυφόρους και λύνει εξισώσεις για να καθορίσει την ακριβή θέση του δέκτη και την απόκλιση από τον πραγματικό χρόνο. Τουλάχιστον τέσσερις δορυφόροι πρέπει να είναι εν όψει του δέκτη για να υπολογίσει τέσσερις άγνωστες ποσότητες (τρεις συντεταγμένες θέσης και χρονική απόκλιση από τη δορυφορική ώρα)

Real Cases με χρήση της τεχνολογίας GPS

Τα GPS έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών μειώνοντας το χρόνο και τα σφάλματα. Μερικές από τις πιο γνωστές περιπτώσεις εφαρμογής της στα Intelligent Transportation Systems αναφέρονται παρακάτω:

1. Το i.MX6 Q7 είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα που απευθύνεται στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Το σύστημα παρέχει σύστημα παρακολούθησης οχημάτων, μέσω του οποίου ο επιβάτης μπορεί να παρακολουθεί τη διαδρομή του οχήματος και το κόστος χωρίς να επικοινωνεί με το μέλος του προσωπικού. Ακόμη, παρέχει στον οδηγό είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα κονσόλας μέσω του οποίου μπορεί να ελέγχει το σύστημα συλλογής των ναύλων,



Εικόνα 14. Σύστημα i.MX6 Q7 παρακολούθησης της θέσης του οχήματος.

κινητήρα οχήματος και παραμέτρους του οχήματος όπως θερμοκρασία, ταχύτητα κινητήρα, Την κατάσταση πόρτας κ.λπ.

μπορεί να παρακολουθεί τις πληροφορίες για την κατάσταση του οχήματος και να ελέγχει τα συστήματα ενημέρωσης των επιβατών. Το σύστημα πληροφοριών των επιβατών θα ενημερωθεί από το πρόγραμμα οδήγησης που χρησιμοποιεί αυτό το σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει τις πληροφορίες σχετικά με τις επόμενες στάσεις, τον προορισμό και το ταξίδι. Ένα σύστημα αυτόματης συλλογής εισιτηρίων είναι ικανό να εκδίδει τα εισιτήρια των επιβατών και να μεταδίδει ασύρματα τα δεδομένα του εισιτηρίου. Το Σύστημα Ελέγχου Οχήματος είναι

ενσωματωμένο στο σύστημα του οδηγού για να αποκτήσει τα δεδομένα θέσης του οχήματος με GPS μαζί με άλλες πληροφορίες, όπως οδηγό, διαδρομή,

2.Ολοκληρωμένο Σύστημα Τηλεματικής στον ΟΑΣΘ: Οι επιβάτες θα έχουν την δυνατότητα στην στάση να βλέπουν σε φωτεινή οθόνη τον αριθμό του επόμενου λεωφορείου και τον χρόνο αναμονής. Μέσα στο λεωφορείο θα υπάρχει οθόνη που θα αναγγέλλει την επόμενη στάση. Η αναγγελία θα γίνεται και ηχητικά για τα ΑμεΑ, ενώ υπάρχει δυνατότητα αναγγελία και σε άλλες γλώσσες. Ο επιβάτης έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται και από την νέα ιστοσελίδα του ΟΑΣΘ. Το σύστημα τηλεματικής και διαχείρισης στόλου οχημάτων στηρίζεται στην λήψη του σήματος GPS (σε κάθε όχημα), στην εξαγωγή γεωγραφικής θέσης, ακριβή χρόνου, ταχύτητας και υψομέτρου και αποστολή αυτών στο κέντρο μέσω διαύλου ασύρματης επικοινωνίας (στην περίπτωση του ΟΑΣΘ μέσω δικτύου GSM πρωτόκολλο GPRS).

Στο κέντρο ελέγχου η εμφάνιση

του οχήματος στο χάρτη καθορίζεται από τα εξής:

- Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος και τον ακριβή χρόνο
- Την απόσταση (σε μέτρα) από σημείο αναφοράς (π.χ. αφετηρία ή τέρμα)
- Το χρόνο που βρίσκεται σε κατάσταση μετάβασης, επιστροφής, παραμονής στο αμαξοστάσιο.

Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται καταγράφονται στη βάση δεδομένων. Μέσω του λογισμικού SkyView πραγματοποιείται η επεξεργασία των δεδομένων.



Εικόνα 15. Σύστημα Τηλεματικής ΟΑΣΘ

Συμπεράσματα

Η παροχή διαφόρων ασύρματων συνδέσεων για οχήματα επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον τους. Μια τέτοια λύση οδικών συνδέσεων θεωρείται το επόμενο βήμα για την επανάσταση στην αυτοκινητοβιομηχανία και το κλειδί για την εξέλιξη των ευφών συστημάτων μεταφοράς (ITS) της επόμενης γενιάς. Επιπλέον, τα διασυνδεδεμένα οχήματα αποτελούν τα δομικά στοιχεία του αναδυόμενου Internet of Vehicles (IoV). Οι εκτεταμένες ερευνητικές δραστηριότητες και οι πολυάριθμες βιομηχανικές πρωτοβουλίες ανοίγουν το δρόμο για τη γενιά των διασυνδεδεμένων οχημάτων.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής παρουσιάστηκαν πραγματικές περιπτώσεις εφαρμογής των διαφόρων ασύρματων τεχνολογιών στα ITS με βάση την διεθνή βιβλιογραφία για τα WSN.

Μελετήθηκαν οι περιπτώσεις των ασύρματων λύσεων τεχνολογίας αιχμής για τη διασύνδεση οχημάτων με αισθητήρες, με άλλα οχήματα, με το Internet και με την οδική υποδομή.

Η μεγαλύτερη πρόκληση για αποδοτικές εγκαταστάσεις δικτύου στα ITS είναι κυρίως προβλήματα που δημιουργούνται στα δίκτυα επειδή δεν υπάρχει οπτική επικοινωνία πομπού με δέκτη (LOS problems). Επιπλέον, απαιτούνται σημαντικές προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης για την αντιμετώπιση των ακόλουθων ζητημάτων.

Η ενεργοποίηση των διαφόρων ασύρματων συνδέσεων, πρέπει να υλοποιείται με πολλαπλές τεχνολογίες ραδιοσυχνότητας, όπως DSRC/WAVE, WiFi και 3G / 4G-LTE, οι οποίες ενδέχεται να επιβαρύνονται με υψηλό κόστος και συνεπώς να εμποδίζουν την ανάπτυξη ασύρματων δικτύων στα οχήματα. Απαιτείται έτσι, μια ενιαία λύση για την ανάπτυξη ασύρματων δικτύων αισθητήρων στα οχήματα με χαμηλότερο κόστος.

Τα σύγχρονα συστήματα ελέγχου των οχημάτων παρουσιάζουν αυξημένες απαιτήσεις σε ταχύτητα και αξιοπιστία. Η υιοθέτηση επομένως των ασύρματων τεχνολογιών V2S ενδέχεται να μην αποτελεί τον πιο αποδοτικό τρόπο διασύνδεσης καθώς προυποθέτει την αύξηση της ταχύτητας μετάδοσης της πληροφορίας όπως γίνεται με την ενσύρματη τεχνολογία.

Τα πολλά δεδομένα που παρέχονται πλέον από τους αισθητήρες εντός και εκτός του οχήματος επιβαρύνουν τον οδηγό με πληροφόρηση η οποία να μην είναι απαραίτητη εκείνη τη στιγμή και ως εκ τούτου να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ασφάλεια. Για το λόγο αυτό το σύστημα πληροφοριών του οχήματος πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένο να παρέχει τις αναγκαίες πληροφορίες.

Βιβλιογραφία

- ❖ Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών(n.d.) <http://www.yme.gr/> retrieved from <http://www.yme.gr/index.php?tid=1357>
<http://www.yme.gr/index.php?tid=21&aid=1314>
- ❖ ITS Hellas (n.d.) <http://www.its-hellas.gr/gr/> retrieved from <http://www.its-hellas.gr/gr/itshellasnews>
- ❖ Höller, J, Tsiatsis, V, Mulligan, C, Karnouskos, S, Avesand, S, Boyle D, (2014). From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence. retrieved from <https://www.elsevier.com/>
- ❖ Höller, J, Tsiatsis, V, Mulligan, C, Karnouskos, S, Avesand, S, Boyle, D (2014). From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6740844>
- ❖ Ning Lu, Nan Cheng, Ning Zhang, Xuemin Shen, Jon W. Mark, IEEE, and Jon W. Mark, Life Fellow [AUGUST 2014] Connected Vehicles: Solutions and Challenges. NO.4 IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL.
- ❖ Daniel Owunwanne, Rajni Goel (2016) Radio Frequency Identification (RFID) Technology: Gaining A Competitive Value Through Cloud Computing retrieved from <http://www.cluteinstitute.com/ojs/index.php/IJMIS/article/download/9643/9728>
- ❖ Continental(n.d.) http://www.continental-automotive.com/www/automotive_de_en/retrieved from http://www.continental-automotive.com/www/automotive_de_en/themes/passenger_cars/interior/body_security/pi_tire_information_en.html?page=2
- ❖ E-Plate (n.d.) <http://www.e-plate.com/> retrieved from <http://www.e-plate.com/>
- ❖ Mercedes Benz Club America (n.d.) <https://www.mbca.org/> retrieved from <https://www.mbca.org/star-article/march-april-2012/modern-tech-smart-keys-and-keyless-go>
- ❖ ΝέαΟδός (n.d.) <http://www.neaodos.gr/> retrieved from <http://www.neaodos.gr/fast-pass-el/>
- ❖ E-ZPass Group(n.d.) <http://www.e-zpassiag.com/> retrieved from <http://www.e-zpassiag.com/about-e-zpass/what-is-e-zpass>
<http://www.e-zpassiag.com/about-e-zpass/how-does-it-work>

- ❖ Md. Arafatur Rahman (2014) Reliability Analysis of ZigBee Based Intra-Vehicle Wireless Sensor Networks retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Md_Arafatur_Rahman/publication/280835728_Reliability_Analysis_of_ZigBee_Based_Intra-Vehicle_Wireless_Sensor_Networks/links/55f0477208aedecb68ff99d0.pdf
- ❖ Alibaba (n.d.) <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.7848340.0.0.fWG2s3> retrieved from https://www.alibaba.com/product-detail/Zigbee-Vehicle-Detection-Sensor-for-Traffic_1797242113.html
- ❖ IoTNOW (2011) <https://www.iot-now.com/> retrieved from <https://www.iot-now.com/2011/06/03/1481-sensor-checks-parking-spaces-to-make-life-easier-for-motorists/>
- ❖ Libelium (2011) <http://www.libelium.com/> retrieved from http://www.libelium.com/bluetooth_device_discovery/#!/prettyPhoto
- ❖ Official U.S. government information about (GPS) (2008) <http://www.gps.gov/> retrieved from <http://www.gps.gov/technical/ps/2008-WAAS-performance-standard.pdf>
- ❖ iWave (n.d.) <http://www.iwavesystems.com/> retrieved from <http://www.iwavesystems.com/case-studies/hardware-design-services/advanced-transport-system.html>
- ❖ Alfred Daniel ,Anand Paul ,Awais Ahmad ,Seungmin Rho (2015) Cooperative Intelligence of Vehicles for Intelligent Transportation Systems (ITS), Springer Science+Business Media New York
- ❖ Fernando Camacho, César Cárdenas, David Muñoz (2017) Emerging technologies and research challenges for intelligent transportation systems: 5G, HetNets, and SDN, Springer-Verlag France