



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΔΠΜΣ Πληροφορικά 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.) »

Μαντούσης Δημήτριος (mis18001)
Λαφάρας Κωνσταντίνος (mis18004)
Σικαλίδης Βασίλειος (mis18014)

Περίληψη

Το ίντερνετ των πραγμάτων (IoT) είναι ένα παγκόσμιας εμβέλειας δίκτυο το οποίο συνδέει όλα τα έξυπνα αντικείμενα μαζί. Είναι το μέσον με το οποίο όλα τα πράγματα αποκτούν την ικανότητα επικοινωνίας μεταξύ τους. Η νέα αυτή εποχή του IoT, οδηγεί στην εξέλιξη της συμβατικής δικτύωσης οχημάτων (Ad-hoc), στο λεγόμενο ίντερνετ των οχημάτων (IoV). Με την αλματώδη ανάπτυξη υπολογιστικών και επικοινωνιακών τεχνολογιών, το IoV υπόσχεται τεράστια επιχειρηματική και ερευνητική αξία, γεγονός που οδηγεί πληθώρα επιχειρήσεων και ερευνητών στην ενασχόληση τους με αυτό. Τα συστήματα τα οποία αναπτύσσονται ονομάζονται έξυπνα συστήματα μεταφορών (ITS) και η ανάπτυξη τους επιτυγχάνεται μέσω ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN). Η παρούσα εργασία εξετάζει τις διάφορες τεχνολογίες των WSN και την εφαρμογή τους στα ITS, παρουσιάζει πραγματικές περιπτώσεις αυτών και τέλος περιγράφει τα κυριότερα προβλήματα στο χώρο αυτό, προτάσεις επίλυσης αλλά και κάποιες ιδέες-προκλήσεις για μελλοντική έρευνα.

Abstract

The Internet of Things (IoT) is a world-wide network that connects all smart objects together. It is the mean by which all things acquire the ability to communicate with each other. This new era of IoT leads to the development of conventional vehicle networking (Ad-hoc) in the so-called Internet of Vehicles (IoV). With the rapid growth of computing and communications technologies, IoV promises tremendous business and research value, leading many businesses and researchers to engage with it. The systems that are developed are called Intelligent Transportation Systems (ITS) and their development is achieved through wireless sensor networks (WSN). This paper examines the different WSN technologies and their application in ITS, presents real cases of them and finally describes the main problems in this area, proposals and some ideas-challenges for future research.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Περιεχόμενα.....	3
Παρουσίαση Θέματος	4
Ανάλυση Θέματος.....	5
Wireless Sensor Networks (WSN).....	5
Vehicle to Vehicle Communication (V2V)	6
Vehicle to Sensor Communication (V2S)	6
Vehicle to Pedestrian Communication (V2P)	7
Vehicle to Roadside Communication (V2R).....	7
Τεχνολογία ZigBee	8
Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογίας ZigBee.....	9
Τεχνολογία Bluetooth.....	10
Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογίας Bluetooth.....	12
Τεχνολογία RFID	15
Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογίας RFID	17
Τεχνολογίες GSM, GPRS και GPS.....	20
Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογιών GPS/GSM/GPRS	23
Συμπεράσματα	25
Βιβλιογραφία	276

Παρουσίαση Θέματος

Ένα έξυπνο σύστημα μεταφορών (ITS) είναι μια προηγμένη εφαρμογή η οποία αποσκοπεί στην παροχή καινοτόμων υπηρεσιών που σχετίζονται με διαφορετικούς τρόπους μεταφοράς και διαχείρισης της κυκλοφορίας και επιτρέπει στους χρήστες να είναι καλύτερα ενημερωμένοι και να κάνουν ασφαλέστερη, πιο συντονισμένη και «πιο έξυπνη» χρήση των μέσων μεταφοράς. Το ευφυές σύστημα μεταφορών (ITS) είναι η εφαρμογή τεχνολογιών αίσθησης, ανάλυσης, ελέγχου και επικοινωνιών στις επίγειες μεταφορές προκειμένου να βελτιωθεί η ασφάλεια, η κινητικότητα και η αποδοτικότητα. Ακόμα περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που επεξεργάζονται και μοιράζονται πληροφορίες για να διευκολύνουν τη συμφόρηση, να βελτιώσουν τη διαχείριση της κυκλοφορίας, να ελαχιστοποιήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να αυξήσουν τα οφέλη της μεταφοράς στους εμπορικούς χρήστες και το κοινό γενικότερα. Σημαντική είναι η επιρροή στις μεταφορές σε εφαρμογές όπως η ηλεκτρονική είσπραξη διοδίων, οι συσκευές ελέγχου κίνησης των δρόμων, οι κάμερες στους φωτεινούς σηματοδότες, ο συντονισμός των σημάτων κυκλοφορίας και τα συστήματα πληροφοριών των οδηγών. Η υιοθέτηση των ITS αναμένεται να αυξηθεί σε εφαρμογές όπως η παρακολούθηση στόλων οχημάτων, η διαχείριση των διοδίων, η διαχείριση των εισιτηρίων, η τιμολόγηση των μεταφορών, η τηλεματική και η παρακολούθηση της κυκλοφορίας. Οι βασικοί ωφελούμενοι των βελτιώσεων της ασφάλειας των ITS καθώς και της διαθεσιμότητας πληροφοριών και αναλυτικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο είναι οι ταξιδιώτες, οι επιχειρήσεις και οι υπηρεσίες μεταφορών.

Ανάλυση Θέματος

Wireless Sensor Networks

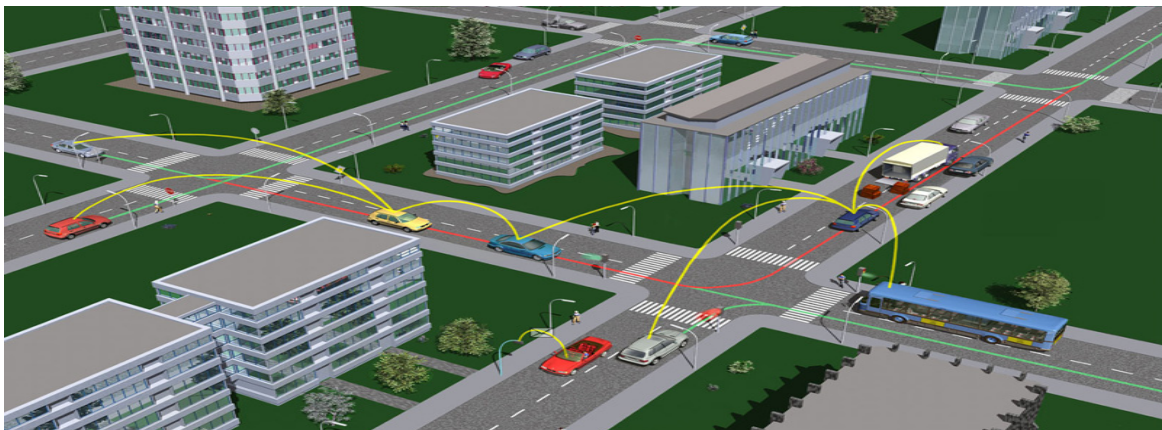
Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs) προσφέρουν τη δυνατότητα σημαντικής βελτίωσης των υφιστάμενων συστημάτων μεταφοράς. Ο εξοπλισμός, το κόστος συντήρησης και οι χρονοβόρες εγκαταστάσεις των υφιστάμενων συστημάτων εμποδίζουν την εκτεταμένη ανάπτυξη της παρακολούθησης και ελέγχου της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο. Μικροί ασύρματοι αισθητήρες με ενσωματωμένη ανίχνευση, υπολογιστικές και ασύρματες δυνατότητες επικοινωνίας προσφέρουν τεράστια πλεονεκτήματα σε χαμηλό κόστος και εύκολη εγκατάσταση. [1]

Το WSN αποτελείται από έναν κόμβο Gateway (Gateway Node) και από κόμβους αισθητήρων (Sensor Nodes), που αναπτύσσονται κατά μήκος μιας περιοχής σύμφωνα με μία γραμμική τοπολογία. Η γραμμική τοπολογία είναι μία τοπολογία δικτύου που αποτελείται από ένα κυρίως καλώδιο το οποίο έχει από ένα τερματικό σε κάθε του άκρο. Κάθε SN είναι σε θέση να παρακολουθεί ένα τμήμα της περιοχής συλλέγοντας παραμέτρους όπως π.χ. τον αριθμό των οχημάτων, την ταχύτητα και την κατεύθυνση αυτών. Τα δεδομένα των SN συλλέγονται από τον Gateway Node και παραδίδονται σε ένα Road Side Unit (RSU) υπεύθυνο για την μίξη τους με δεδομένα σχετικά με την κυκλοφορία που παράγονται από εναλλακτικές πηγές. Το σύστημα έχει δοκιμαστεί και η απόδοση αξιολογείται με βάση το αριθμός πραγματικών σεναρίων χρήσης.

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τις σημαντικότερες τεχνολογίες χρήσης WSN των οποίων η κατηγοριοποίηση γίνεται βάσει των μερών μεταξύ των οποίων πραγματοποιείται δικτύωση.

Vehicle to Vehicle Communication (V2V)

Η κατηγορία αυτή αναφέρεται στη σύνδεση και επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και αποτελεί προσέγγιση καλύτερη για δίκτυα μικρής εμβέλειας. Είναι γρήγορη, αξιόπιστη και παρέχει ασφάλεια σε πραγματικό χρόνο. Δεν χρειάζεται κάποια οδική υποδομή για να λειτουργήσει και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αντιμετώπιση της Επισκίασης Οχήματος (Vehicle Shadowing) ένα πρόβλημα το οποίο εμφανίζεται όταν ένα μικρότερο όχημα επισκιάζεται από ένα μεγαλύτερο με αποτέλεσμα το πρώτο να μην έχει την δυνατότητα να επικοινωνήσει με την τυχόν οδική υποδομή. Δύο από τα κυριότερα προβλήματα της συγκεκριμένης επικοινωνίας είναι πρώτον ότι η συνδεσιμότητα μεταξύ των οχημάτων μπορεί να χαθεί εύκολα λόγω των διαφορετικών ταχυτήτων που αυτά αναπτύσσουν και δεύτερον, το λεγόμενο πρόβλημα της ανωνυμίας (anonymity problem) το οποίο αναφέρεται στο γεγονός ότι οι διευθύνσεις των οχημάτων στους αυτοκινητόδρομους είναι άγνωστες μεταξύ τους. [2]



Vehicle to Sensor Communication (V2S)

Η V2S σύνδεση αναφέρεται στην επικοινωνία του ηλεκτρονικού εγκεφάλου του οχήματος με τους διάφορους αισθητήρες που τοποθετούνται εντός του οχήματος. Συχνά συναντάται και ως Intra-Vehicle Communication.[3]

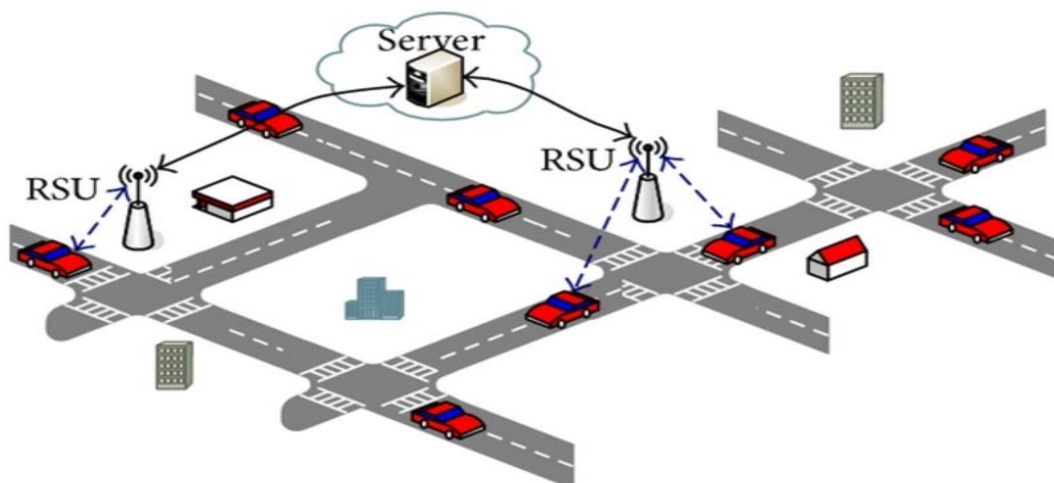
Vehicle to Pedestrian Communication (V2P)



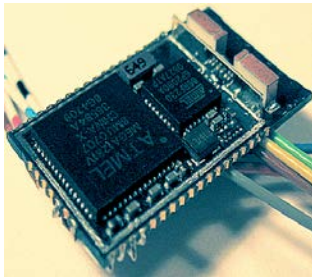
Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται στην επικοινωνία ανάμεσα σε οχήματος και πεζούς. Η V2P προσέγγιση περιλαμβάνει ένα ευρύ σύνολο χρηστών του οδικού δικτύου όπως ανθρώπους που περπατάνε, επιβάτες που αποβιβάζονται ή επιβιβάζονται στα μέσα μεταφοράς, ανθρώπους με αναπηρία (τυφλοί, χρήστες αναπηρικού αμαξιδίου) και ποδηλάτες. Τα συστήματα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν στα οχήματα, στην οδική υποδομή ή στους ίδιους τους πεζούς και να παρέχουν προειδοποιήσεις στους οδηγούς, στους πεζούς ή και στους δύο. [4]

Vehicle to Roadside Communication (V2R)

Η Τρίτη κατηγορία αναφέρεται στην σύνδεση και επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων και οδικών συστημάτων τα οποία διαθέτουν αισθητήρες και κύριος στόχος τους είναι η παροχή ασφάλειας σε πραγματικό χρόνο. Πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης σύνδεσης είναι ότι είναι φθηνή για να αναπτυχθεί και να λειτουργήσει, καθώς και ότι οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την υπηρεσία χωρίς κάποιο κόστος συνδρομής. [2]



Τεχνολογία ZigBee



Το πρότυπο ZigBee από το 2004 που κυκλοφόρησε έχει εξελιχθεί διότι αποτελεί ένα νέο πρότυπο χαμηλού κόστους ασύρματης δικτύωσης για σένσορες αλλά και συσκευές ελέγχου. Βασίζεται στο IEEE 802.15.4 (στάνταρ που προσδιορίζει ένα χαμηλού ρυθμού ασύρματο Personal Area Network). Η ταχύτητα

δικτύου που παρέχει φτάνει μέχρι 250kbps πράγμα που το καθιστά κατάλληλο για εφαρμογές δικτύου αισθητήρων στα οποία δεν απαιτείται υψηλό bit rate. Η εμβέλεια ασύρματης δικτύωσης είναι σχετικά μικρή αλλά έχει χαμηλή κατανάλωση. [5]

Υπάρχουν τριών τύπων συσκευές ZigBee με βάση την λογική τους:

1. Συσκευές συντονισμού (Coordinators)

Ο συντονιστής αποτελεί την ρίζα του δέντρου του δικτύου καθώς μπορεί να αποτελέσει γέφυρα με ένα άλλο δίκτυο. Αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με το δίκτυο καθώς και τα κλειδιά ασφαλείας του. Καθορίζει το κανάλι ραδιοσυχνότητας το μοναδικό αναγνωριστικό δικτύου και άλλες λειτουργικές παραμέτρους.

2. Συσκευές δρομολογητή (Router)

Μία συσκευή δρομολογητής μπορεί να λειτουργήσει ως ενδιάμεσος κόμβος μεταξύ συσκευών μεταδίδοντας τους δεδομένα. Μπορεί να συνδεθεί με ένα ήδη υπάρχον δίκτυο και υπάρχει η δυνατότητα να δεχτεί συνδέσεις από άλλες συσκευές και να κάνει κάποιο είδος αναμετάδοσης στο δίκτυο. Επομένως η επέκταση ενός δικτύου μπορεί να επιτευχθεί με χρήση συσκευών δρομολόγησης ZigBee.

3. Συσκευές τερματισμού (End devices)

Οι συσκευές τερματισμού συλλέγουν πληροφορίες από αισθητήρες και διακόπτες. Μία τέτοια συσκευή μπορεί να είναι συσκευή χαμηλής κατανάλωσης. Η λειτουργικότητα τους είναι αρκετή ώστε να επικοινωνούν είτε με έναν Coordinator ή με Router και δεν μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα από άλλες συσκευές, το οποίο αποτελεί κριτήριο για την μείωση του κόστους τους. Η υποστήριξη που προσφέρουν μεγιστοποιείται σε μοντέλα χαμηλής ισχύος. Τέτοιες συσκευές δεν υπάρχει λόγος να παραμένουν «ζύπνιες» σε αντίθεση με τις άλλες δύο κατηγορίες συσκευών. Κάθε συσκευή μπορεί να έχει έως και 240 τελικούς κόμβους που αποτελούν ξεχωριστές εφαρμογές.

Υπάρχουν δύο τύποι φυσικών συσκευών ZigBee:

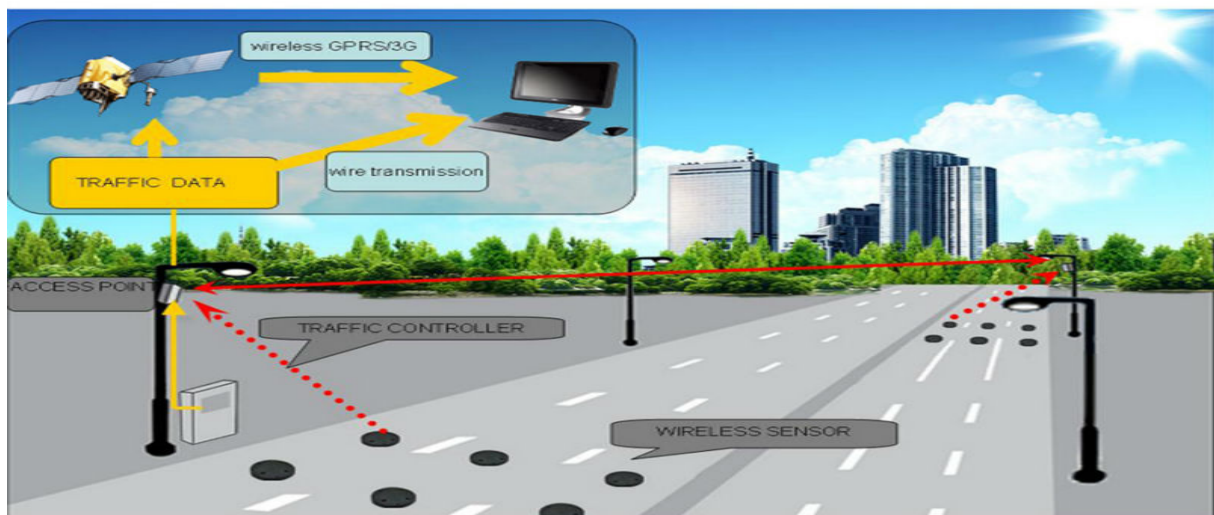
- Συσκευές πλήρους λειτουργίας FFD (Full function Devices) οι οποίες μπορούν να εκτελέσουν όλες τις διαθέσιμες λειτουργίες εντός του πρότυπου IEEE 802.15.4 . Μία συσκευή πλήρους λειτουργίας (FFD) θα πρέπει να είναι πάντα ενεργή και να επικοινωνεί με το δίκτυο.
- Συσκευές μειωμένης λειτουργίας RFD (Reduced Function Devices) οι οποίες εφαρμόζουν περιορισμένη λειτουργία του προτύπου IEEE 802.15.4 καθώς δεν δρομολογούν πακέτα και πρέπει να σχετίζονται με μία συσκευή πλήρους λειτουργίας σε αντίθεση με τις FFD που δεν υπάρχει αυτή η ανάγκη. [6]

[Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογίας ZigBee](#)



Η Rosim είναι μια εταιρία που εμπορεύεται ασύρματους αισθητήρες για τοποθέτηση σε οδικά δίκτυα. Οι

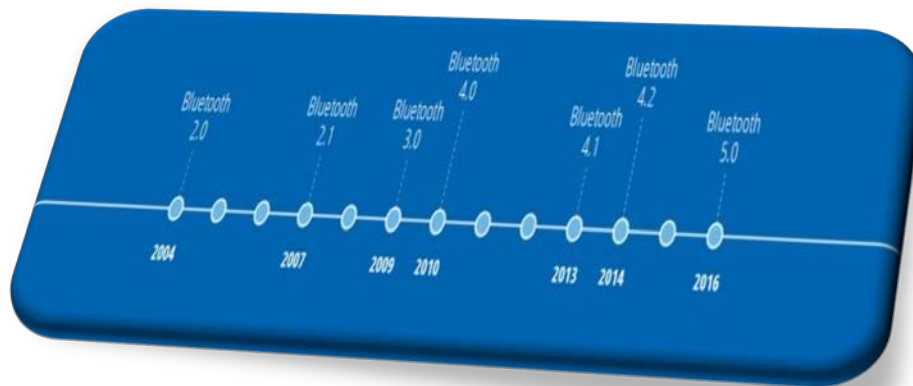
σένσορες αυτοί πραγματοποιούν καταμέτρηση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο και βασίζονται σε μαγνητόμετρο μικρής εμβέλειας. Η αλλαγή μαγνητισμού που προκαλείται από το διερχόμενο όχημα δίνει τα δεδομένα στους τοποθετημένους σένσορες τα οποία αποστέλλονται σε ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης WAP (Wireless Access Point). Η πληροφορία που στέλνει στο WAP παρέχεται με την χρήση της τεχνολογίας ZigBee και μετράει την ταχύτητα του οχήματος που ανίχνευσε, τον τύπο του, το μήκος αλλά και η κίνηση στον δρόμο. Στην συνέχεια μέσω GPS τα στοιχεία που έχουν περισυλλεχθεί αποθηκεύονται στον Server. [7]



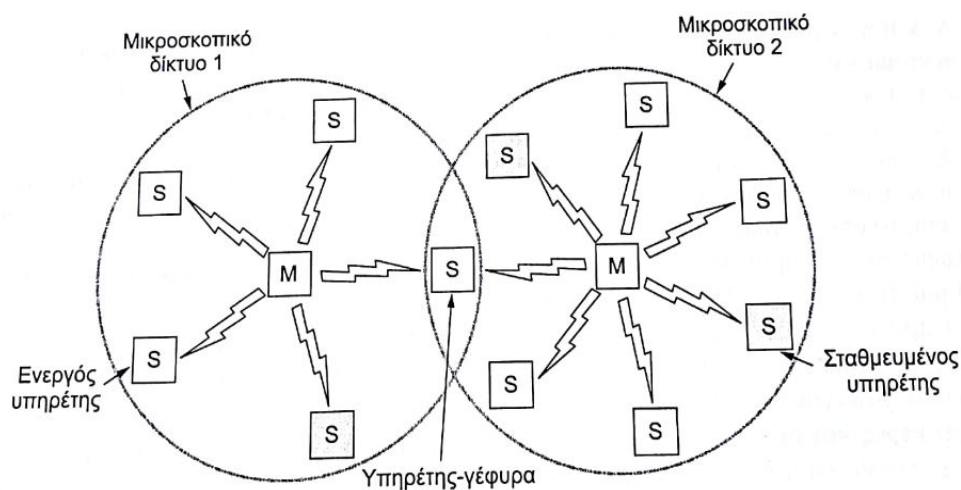
Τεχνολογία Bluetooth

Το Bluetooth είναι ένα πρότυπο ασύρματης διασύνδεσης υπολογιστικών και επικοινωνιακών συσκευών με χρήση ραδιοκυματικών πομποδεκτών μικρής εμβέλειας, χαμηλής ισχύος και χαμηλού κόστους, του οποίου την ανάπτυξη έφερε στο προσκήνιο η εταιρεία Ericsson το 1994, θέλοντας να επιτύχει τη σύνδεση των κινητών της τηλεφώνων σε άλλες συσκευές χωρίς καλώδια. Σε κοινοπραξία λοιπόν με τις IBM, Intel, Nokia και Toshiba σχημάτισε μια Ομάδα Ειδικών Ενδιαφερόντων ή SIG(Special Interest Group) και το έργο πήρε την ονομασία που όλου σήμερα γνωρίζουμε ως Bluetooth. Από την πρώτη

έκδοση του την 1.0 του 1994 έχουμε φτάσει μόλις πριν δυο χρόνια στην πέμπτη έκδοση του [8]



Η βασική μονάδα ενός συστήματος Bluetooth είναι ένα μικροσκοπικό δίκτυο (piconet), το οποίο αποτελείται από έναν κόμβο κυρίου (master) και μέχρι και επτά ενεργούς κόμβους υπηρέτη (slaves) μέσα σε μια απόσταση δέκα μέτρων. Πολλαπλά μικροσκοπικά δίκτυα μπορούν να συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο ενώ μπορούν να είναι συνδεδεμένα μέσω ενός κόμβου γέφυρας. Ένα διασυνδεδεμένο σύνολο μικροσκοπικών δικτύων ονομάζεται διάσπαρτο δίκτυο (scatternet). [10]



Δύο μικροσκοπικά δίκτυα μπορούν να συνδεθούν για να σχηματίσουν ένα διάσπαρτο δίκτυο

Στην σημερινή έκδοση (Bluetooth 5.0) έχουμε πλέον ένα πρότυπο που έχει εξελιχθεί από τον προγονό του (Bluetooth 1.0) σε βασικούς τομείς όπως:

Μεγαλύτερη εμβέλεια

Η εμβέλεια φτάνει έως και τα 240 μέτρα.

Μεγαλύτερη ταχύτητα

Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων έχει πλέον φτάσει έως και τα 50 Mbit/s. Σε κατάσταση χαμηλής ενέργειας (LE), οι ταχύτητες αγγίζουν τα 2 Mbit/s.[8]

Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογίας Bluetooth

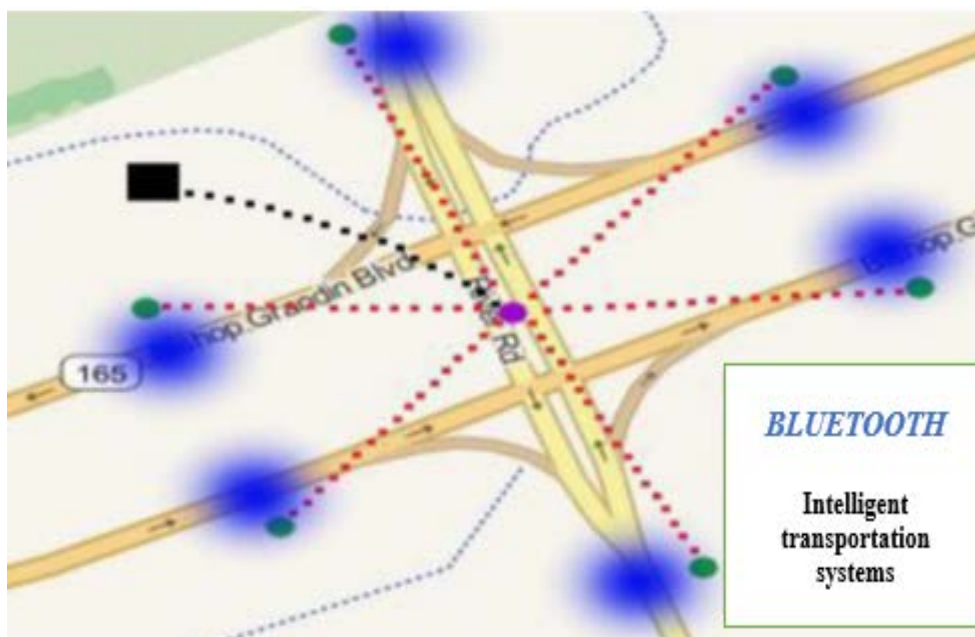
1. Συστήματα πολυμέσων αυτοκινήτων (CD/DVD players, Android multimedia players).

Στις μέρες μας κάθε νέο Ι.Χ. που διατίθεται στην αγορά έχει εγκατεστημένο ένα σύστημα πολυμέσων για την ακρόαση ραδιοφωνικών σταθμών, την αναπαραγωγή μουσικής και βίντεο. Με το Bluetooth η διαδικασία της εισαγωγής πολυμέσων στο κάθε τέτοιο σύστημα από μια άλλη συσκευή που το υποστηρίζει είναι πλέον θέμα δευτερολέπτων και η ποιότητα της υπηρεσίας άκρως ικανοποιητική. Επιπλέον κάθε χρήστης μπορεί μέσω Bluetooth να συνδέσει το κινητό του τηλέφωνο, να δέχεται τις κλήσεις του, να μιλάει μέσω του συστήματος και να αναπαράγει τα πολυμέσα του κινητού του μέσω αυτού.



2. Παρακολούθηση οδικής κυκλοφορίας

Μέσω της τεχνολογίας Bluetooth μπορούμε να παρακολουθήσουμε την οδική κυκλοφορία σε περιοχές που μας ενδιαφέρει (ομοίως με τη τεχνολογία ZigBee). Με ένα σύστημα που χρησιμοποιεί πολλαπλούς αναμεταδότες Bluetooth αποτελούμενους από έναν κύριο κόμβο ή ένα σημείο πρόσβασης και πολλαπλών ανιχνευτών αισθητήρων μπορούμε να συλλέξουμε πληροφορίες παρουσίας οχημάτων στο οδόστρωμα, πληροφορίες τροχιάς των οχημάτων (ανίχνευση από πολλαπλούς αισθητήρες σε σειρά), τη μέση ταχύτητα των οχημάτων σε μια οδό σε κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, κ.α. Το σύστημα αυτό έχει εφαρμοστεί στο Γουίνιπεγκ του Καναδά από το χειμώνα του 2013. [9]



Σύγκριση ZigBee - Bluetooth

Standard	ZigBee 802.15.4	Bluetooth 802.15.1
Εφαρμογή σε Αυτοκίνητα	V2V και V2I επικοινωνία	V2V επικοινωνία και συνδεσιμότητα συσκευών
Εμβέλεια Δικτύου	Εώς 100m	Εώς 240m
Εύρος ζώνης (Bandwidth)	250 kbps	50Mbps
Συχνότητα	2.4 GHz	2.4 GHz
Πλεονεκτήματα	Χαμηλή ισχύς Πολλές συσκευές Χαμηλή επιβάρυνση	PAN Εύκολος συγχρονισμός
Μειονεκτήματα	Πολύ χαμηλό εύρος ζώνης	Καταλανώνει αρκετή ενέργεια

Τεχνολογία RFID



Η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification) αποτελεί μια τεχνολογία καταγραφής και αναγνώρισης δεδομένων. Τέτοιες τεχνολογίες αναφέρονται και ως Automatic Identification and Data Capture (AIDC). Το RFID αποτελείται από τέσσερα στοιχεία:

- Μια ετικέτα που σχηματίζεται από ένα τσιπ, το οποίο έχει στην μνήμη του έναν κωδικό προϊόντος, ο οποίος του επιτρέπει την αναγνώριση κάθε προϊόντος μοναδικά.
- Μια κεραία που συνδέεται με την ετικέτα.
- Έναν αναγνώστη (reader) που εκπέμπει ραδιοσήματα και λαμβάνει απαντήσεις από τις ετικέτες (tags).
- Ένα λογισμικό που γεφυρώνει υλικό RFID και επιχειρηματικές εφαρμογές [11]

Οι τύποι RFID ετικετών ποικίλουν όμως θα μπορούσαμε να ορίσουμε δύο κατηγορίες, τις ενεργές και παθητικές.

Οι ενεργές ετικέτες που απαιτούν μία πηγή ενέργειας, μπορούν να χρησιμοποιήσουν ως πηγή είτε μια ενσωματωμένη μπαταρία ή με μία ενεργή υποδομή. Ο χρόνος ζωής της ετικέτας στην πρώτη περίπτωση αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα διότι είναι περιορισμένος ανάλογα με το μέγεθος της μπαταρίας σε συνδυασμό με τον αριθμό των λειτουργιών ανάγνωσης αλλά και την συχνότητα της ανάγνωσης.

Η παθητική ετικέτα RFID έχει το πλεονέκτημα ότι οι ετικέτες δεν απαιτούν συντήρηση. Ο χρόνος ζωής της ετικέτας είναι απροσδιόριστος και είναι πολύ μικρές ώστε να ταιριάζουν σε μία αυτοκόλλητη ετικέτα (label). Η τροφοδοσία αλλά και η επίτευξη της

επικοινωνίας πραγματοποιείται από τον αναγνώστη ετικέτας (tag reader).

Η κεραία ετικέτας συλλαμβάνει την ενέργεια και μεταφέρει το tag ID. Μέσα σε αυτό το τσιπ έχει τον ρόλο να συντονίζει την όλη διαδικασία.

Οι ετικέτες RFID που περιλαμβάνουν ένα κύκλωμα και μία κεραία μεταφέρουν δεδομένα στον αναγνώστη RFID. Στην συνέχεια ο αναγνώστης μετατρέπει τα δεδομένα που έχει περισυλλέξει η ετικέτα σε χρήσιμη πληροφορία. Οι πληροφορίες που υπάρχουν στον αναγνώστη μεταφέρονται κεντρικό σύστημα υπολογιστών και αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων. [12]

Η επιλογή της βέλτιστης συχνότητας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως:

A) Λειτουργία μετάδοσης (Transmission mode) : Οι ετικέτες RFID βασικά χρησιμοποιούν δύο είδη μετάδοσης δεδομένων, ανάλογα με το τη συμπεριφορά των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη συχνότητα που χρησιμοποιείται. Σε χαμηλότερες συχνότητες των 125-134kHz στη ζώνη LF (Low Frequency) ή στα 13,56MHz στη ζώνη HF (High Frequency), χρησιμοποιείται **επαγωγική σύζευξη**, ενώ στη συχνότητα (UHF με τυπικές περιοχές συχνότητας 433MHz, 865-956MHz και 2.45GHz), το κύμα είναι το κύριο μέσο μετάδοσης.

B) Συμπεριφορά των ετικετών αγαθών και του περιβάλλοντος (Behavior of tagged goods and environment) : Οι ιδιότητες ορισμένων υλικών μπορεί να αποτελούν εμπόδιο στην εφαρμογή RFID σε δεδομένη συχνότητα, καθώς ενδέχεται να καταστρέψουν τη μετάδοση δεδομένων είτε με απορρόφηση ή με ανάκλαση σημάτων. Συνήθως, τα αγωγικά υλικά όπως νερό ή μεταλλικές επιφάνειες αποτελούν πηγή προβλημάτων.

Γ) Διεθνή πρότυπα στην κατανομή συχνοτήτων (International standards in frequency allocation) . Λόγω ιστορικών λόγων, ο κόσμος χωρίζεται σε τρεις μεγάλες

περιοχές κατανομής συχνοτήτων για διάφορους σκοπούς, **περιοχή 1** που περιέχει Ευρώπη, Αφρική, τη Μέση Ανατολή, την **περιοχή 2** με τη Βόρεια και τη Νότια Αμερική και τη Νότια Αμερική το τμήμα του Ειρηνικού ανατολικά της γραμμής ημερομηνίας, και την **περιοχή 3** με την Ασία, την Αυστραλία και τον Ειρηνικό δυτικά του τη γραμμή ημερομηνίας. [17]

Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογίας RFID



1. Πριν από 15 περίπου χρόνια η Kapsch στην Αυστραλία για πρώτη φορά εφάρμοσε εάν καινοτόμο αυτόματο σταθμό διοδίων στην πόλη της Μελβούρνης όπου συγκέντρωνε τα διόδια χωρίς να διακόπτει την ροή της κυκλοφορίας. Η χρήση για πρώτη φορά του συστήματος MLFF (Multi-lane free flow) βελτίωσε στην πρόληψη της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Το Vehicle Tracker (ένας Hardware-cum sensor) που είναι εγκατεστημένο στον θάλαμο διοδίων ανιχνεύει τα οχήματα. Ο Toll Management Server είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο ταυτότητας του οχήματος και την τιμολόγηση του βάσει της ετικέτας του RFID. Ελέγχεται η ετικέτα που είναι τοποθετημένη πάνω στο αυτοκίνητο και η σχετική πληροφορία που φτάνει στον Server αναφέρεται στην πληρωμή των διοδίων.



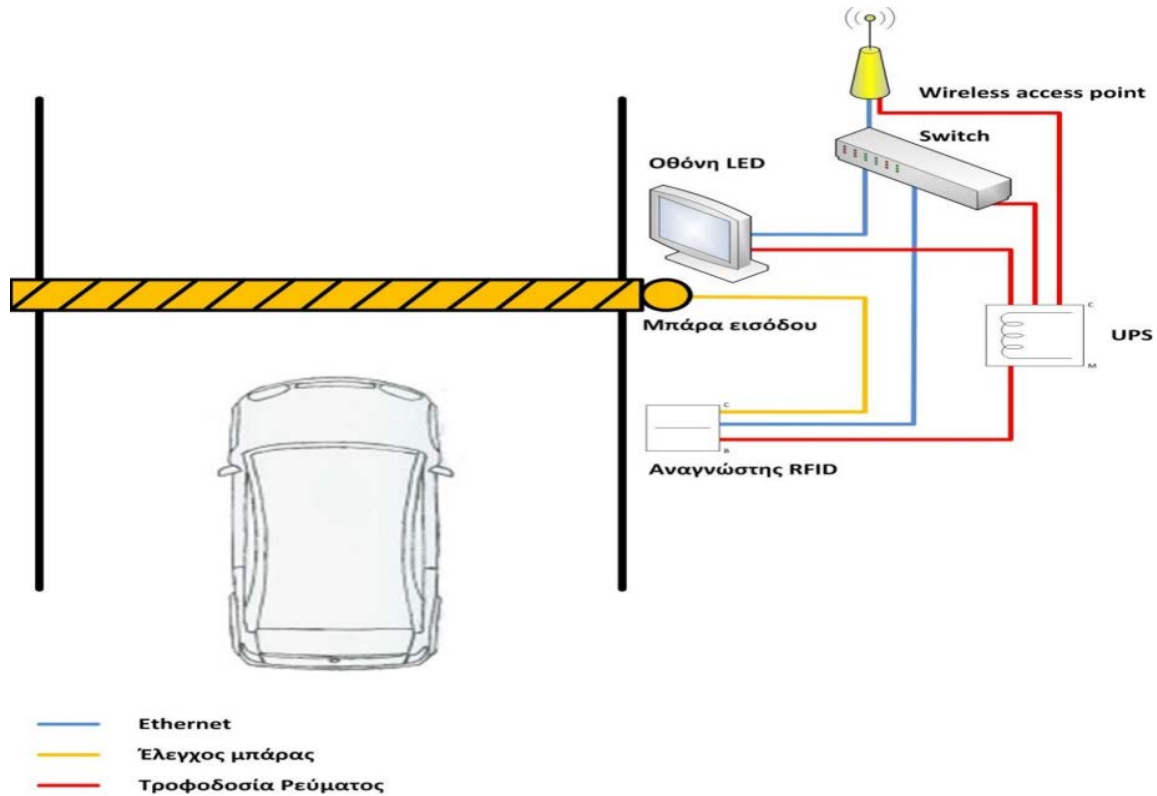


2. Η εταιρία αυτή παρέχει ηλεκτρονικές πινακίδες (e-plate) που ενσωματώνουν παθητική RDIF στην σχεδίαση τους. Αυτό μπορεί να δώσει στοιχεία για την τοποθεσία του οχήματος ανά πάσα στιγμή. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας ασύρματα ώστε να γίνει η αναγνώριση του οχήματος από μεγάλη απόσταση έως και 100 μέτρα. Η διαδικασία της ανάκτησης δεδομένων όπως ο αριθμός αναγνώρισης του οχήματος , την μάρκα του, το μοντέλο και το χρώμα από τον αναγνώστη RFID μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και σε ακραίες καιρικές συνθήκες και αποτελεί στοιχείο αξιοπιστίας. Η χρήση της τεχνολογίας αυτήν στην e-plate παρέχει επιπλέον ασφάλεια στο όχημα καθώς είναι εφικτή η ακινητοποίηση του οχήματος σε περίπτωση που αφαιρεθεί η πινακίδα από κάποιον κλέφτη. [13]



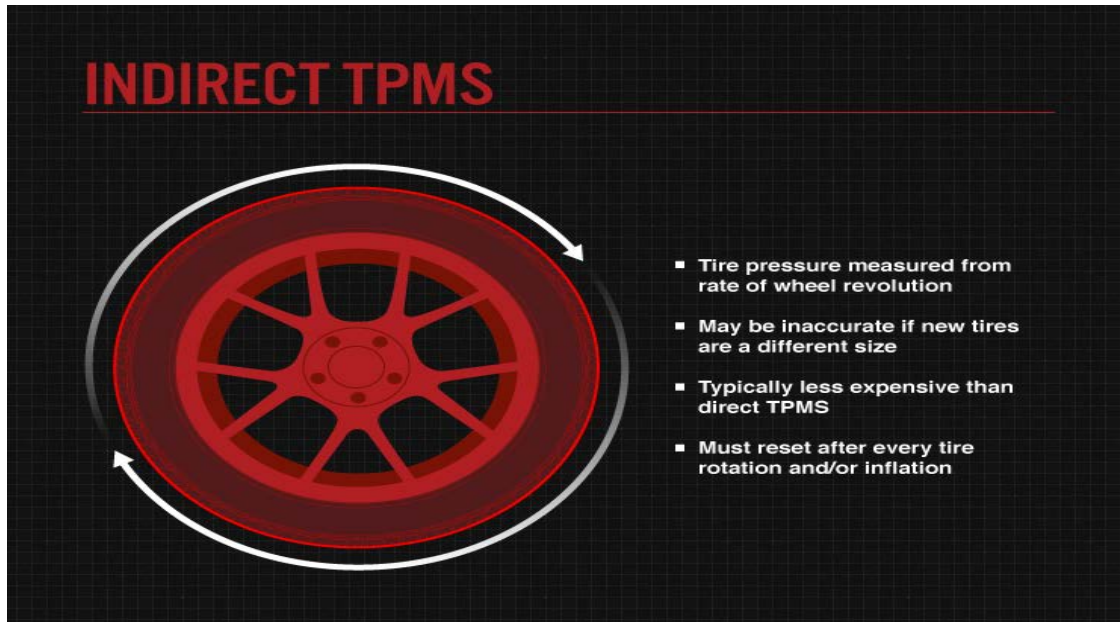
3. Η εταιρία EPI έχει σχεδιάσει το σύστημα «Αναγνώριση και Ταυτοποίηση Οχήματος» κάνοντας χρήση τεχνολογίας RFID. Όταν ένα όχημα πλησιάσει σε μία πύλη εισόδου, ο καρταναγνώστης της πύλης θα ελέγξει την ετικέτα RFID του οχήματος που επιθυμεί να εισέλθει. Αφού αναγνωριστεί η κάρτα του οχήματος στέλνεται η πληροφορία στο λογισμικό ελέγχου

πρόσβασης και αυτό με την σειρά του δίνει σήμα στην μπάρα να σηκωθεί αν υπάρχει πρόσβαση στο όχημα ή να παραμείνει κλειστή. [14]



4. Η εταιρία Setra εγκαθιστά σε οχήματά της το σύστημα Tire Pressure Monitoring (TPM) το οποίο παρέχει στον οδηγό πληροφορίες για την κατάσταση των ελαστικών με την βοήθεια αισθητήρων οι οποίοι βρίσκονται στους τροχούς του οχήματος. Με βάση την ταχύτητα περιστροφής κάθε τροχού ο υπολογιστής μπορεί να ερμηνεύσει το σχετικό μέγεθος των

ελαστικών στο όχημά. Όταν ένας τροχός αρχίσει να περιστρέφεται γρηγορότερα από το αναμενόμενο, το σύστημα υπολογίζει ότι το ελαστικό έχει χαμηλότερη από το φυσιολογικό πίεση και προειδοποιεί τον οδηγό αναλόγως.



Τεχνολογίες GPS, GSM και GPRS

Το GPS (Global Positioning System) είναι ένας ειδικός ραδιοφωνικός δέκτης που μετρά την απόσταση από την τοποθεσία του μέχρι κάποιους δορυφόρους που περιστρέφονται γύρω από τη γη και εντοπίζει τη θέση μας παγκοσμίως. Η τεχνολογία αυτή, όπως τα περισσότερα τεχνολογικά επιτεύγματα δημιουργήθηκε για στρατιωτική χρήση από την Αμερική και μάλιστα μια πρόιμη εμφάνιση εντοπισμού θέσης με ραδιοσήματα έγινε το 1920 στο Β' παγκόσμιο πόλεμο στο σύστημα LORAN (Long Range Aid to Navigation).

Το GPS δύναται να εντοπίσει τη θέση μας οπουδήποτε στον κόσμο και αποτελείται από ένα δίκτυο 24 ενεργών δορυφόρων (και 8 ανταλλακτικών) που βρίσκονται περίπου 20.000 χλμ. πάνω από την επιφάνεια της γης. Οι δορυφόροι αυτοί έχουν τροχιά τέτοια ώστε κάθε δέκτης να μπορεί να δει τουλάχιστον 6 από αυτούς, αν και 4 είναι αρκετοί για τον

εντοπισμό της θέσης. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει δύο διαφορετικά είδη σημάτων(C/A-code, P-code) τα οποία μπορούν να εντοπιστούν από ένα δέκτη GPS στη γη, στη συνέχεια αναλύονται από τον δέκτη και καθορίζουν την ακριβή του θέση με πολύ μεγάλη ακρίβεια (μέχρι και 3 μέτρα). [15]



Τα σήματα λειτουργούν σε όλες τις καιρικές συνθήκες, αλλά δεν μπορούν να διεισδύσουν μέσα από στερεά αντικείμενα, έτσι ώστε οι δέκτες GPS να αποδίδουν καλύτερα όταν έχουν μια «άμεση επαφή» με τον ουρανό.

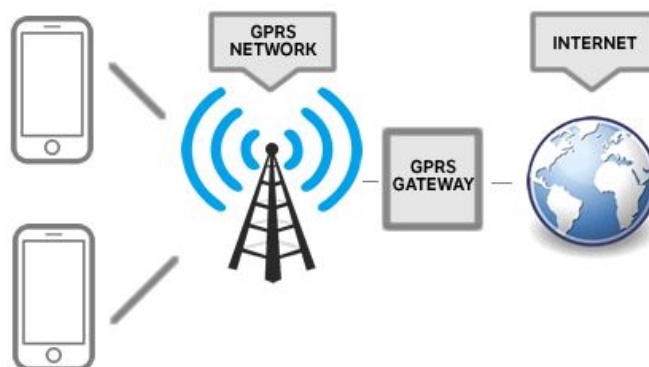
Ένας δέκτης GPS μπορεί να κρατά πληροφορίες όπως για παράδειγμα τη συνολική διανυθείσα απόσταση, τη μέση, τη μέγιστη και την ελάχιστη ταχύτητα, το χρόνο που έχει παρέλθει, το χρόνο άφιξης σε συγκεκριμένη τοποθεσία, κ.α. [15]

Το GSM (Global System for Mobile communications) είναι ένα 2ης γενιάς κυψελωτό δίκτυο μετάδοσης υπηρεσιών δεδομένων και φωνής της κινητής τηλεφωνίας, το οποίο χρησιμοποιεί πολύπλεξη με διαίρεση συχνότητας(FDM), με το κάθε κινητό να μεταδίδει σε μια συχνότητα και να λαμβάνει σε μια υψηλότερη. Επίσης κάθε ζεύγος συχνοτήτων διασπάται σε χρονικές υποδοχές που μοιράζονται σε περισσότερα από ένα κινητά, χρησιμοποιώντας πολύπλεξη με διαίρεση χρόνου (TDM). [10]

Τα δίκτυα GSM χειρίζονται τόσο τις απαιτήσεις φωνής όσο και την κυκλοφορία δεδομένων από την κινητή επικοινωνία σε κανάλια με τυπικό ρυθμό δεδομένων ενός καναλιού GSM τα 22,8 kbps. Το GSM παρέχει δύο τρόπους λειτουργίας:

1. Εναλλαγή κυκλώματος

2. Μεταγωγή πακέτων (GPRS)



Η εναλλαγή κυκλωμάτων παρέχει στον πελάτη ένα ειδικό κανάλι μέχρι τον προορισμό. Ο πελάτης έχει αποκλειστική χρήση του κυκλώματος για τη διάρκεια της κλήσης και χρεώνεται για τη διάρκεια της.

Με την εναλλαγή πακέτων, ο χειριστής εκχωρεί ένα ή περισσότερα ειδικά κανάλια ειδικά για κοινή χρήση. Αυτά τα κανάλια λειτουργούν 24 ώρες την ημέρα και όταν χρειάζεται να μεταφέρετε δεδομένα, έχετε πρόσβαση σε ένα για να το πραγματοποιήσετε.

Η μεταγωγή πακέτων (GPRS) είναι πιο αποτελεσματική από την εναλλαγή κυκλώματος. Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει στους κινητούς σταθμούς να στέλνουν και να λαμβάνουν πακέτα IP σε μια κυψέλη η οποία χρησιμοποιεί κάποιο σύστημα φωνής.

Το GPRS παρέχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

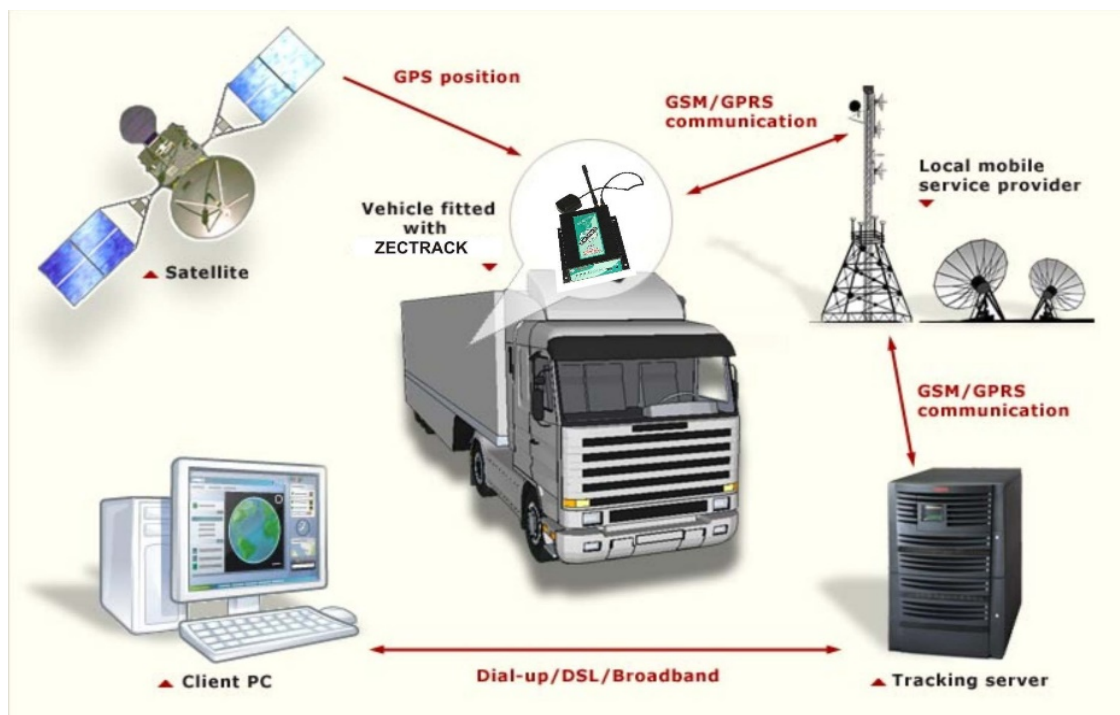
- Επικάλυψη στο υπάρχον δίκτυο GSM για την παροχή υπηρεσιών δεδομένων υψηλής ταχύτητας
- Πάντα ενεργοποιημένο, μειώνοντας τον χρόνο που αφιερώνεται στη ρύθμιση και τη λήψη συνδέσεων
- Σχεδιασμένο για να υποστηρίζει εφαρμογές όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η τηλεματική επικοινωνία, η τηλεμετρία, υπηρεσίες εκπομπής και υπηρεσιών περιήγησης στο διαδίκτυο που δεν απαιτούν αντίχρεωση σύνδεσης. [10],[17]

Ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων με χρήση τεχνολογιών GPS/GSM/GPRS

Το GPS τη σημερινή εποχή έχει γίνει θα λέγαμε κάτι παραπάνω από απαραίτητο για τα μέσα μεταφοράς και φυσικά έχει διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό τις μετακινήσεις του ανθρώπου. Ορισμένες περιπτώσεις καθημερινής χρήσης του GPS παρατίθενται ακολούθως:

1. Διαχείριση στόλου

Εταιρείες με αριθμό αυτοκινήτων (ανεξαρτήτως αριθμού) ή και μεμονωμένοι χρήστες χρησιμοποιούν το GPS για τη διαχείριση του στόλου τους ή των ιδιωτικών τους αυτοκινήτων. Εγκαθιστώντας ένα GPS tracker σε κάθε όχημα και τη βοήθεια μιας διαδικτυακής πλατφόρμας και φυσικά του GPRS ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει το κάθε όχημα ξεχωριστά και να αντλήσει πληθώρα πληροφοριών, όπως πότε ξεκίνησε και πότε σταμάτησε η μηχανή του αυτοκινήτου, η ταχύτητα του, η διαδρομή του (είτε ζωντανά ή το ιστορικό), τη μη εγκεκριμένη εκκίνηση του, τη διάρκεια της διαδρομής του, την ένδειξη του καυσίμου κ.α.



2. ECDIS

Το ECDIS (Electronic Chart Display and Information Systems) είναι συνδυασμός πολλών διαφορετικών ναυτιλιακών βοηθημάτων, συσκευών και οργάνων (ηλεκτρονικοί χάρτες ναυσιπλοΐας, RADAR/ARPA, GPS, πυξίδα, βυθόμετρο) σε μια κεντρική οθόνη από όπου μπορεί να παρακολουθείται πλήρως ο πλους και να ρυθμίζονται τα στοιχεία του. Η άμεση απεικόνιση στην οθόνη του συστήματος όλων των βασικών στοιχείων του πλου (στίγμα, πορείες, ταχύτητες, αληθής και σχετική κίνηση στόχων) μειώνει σημαντικά την ένταση εργασίας στη γέφυρα και συμβάλλει στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, παρέχοντας τη δυνατότητα λήψης άμεσων και σωστών αποφάσεων. [18]



Συμπεράσματα

Η φρενήρης ανάπτυξη του διαδικτύου και των τεχνολογιών επικοινωνίας οδηγεί στην όλο και μεγαλύτερη παραγωγή «έξυπνων» οχημάτων με όλο και μεγαλύτερες υπολογιστικές και επικοινωνιακές ικανότητες. Το IoV ξεπερνάει τα όρια της τηλεματικής και των κλασικών δικτύσεων των οχημάτων. Με το να συνδέει οχήματα, αισθητήρες και κινητές συσκευές μεταξύ τους, δημιουργεί ένα παγκόσμιας εμβέλειας δίκτυο επικοινωνίας, το οποίο επιτρέπει την ανάπτυξη υπηρεσιών, ικανές να επηρεάσουν τα συστήματα μεταφορών, τους ανθρώπους μέσα αλλά και γύρω από αυτά. Φυσικά για να συνεχίσει να αναπτύσσεται το IoV έτσι ώστε να φτάσει στο επίπεδο που η θεωρία παρουσιάζει, χρειάζεται εκτεταμένη έρευνα και χρηματοδότηση από επενδύσεις πάνω σε αυτό. Τα μέχρι τώρα δεδομένα είναι αρκετά ενθαρρυντικά καθώς υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον και ενασχόληση με το αντικείμενο αυτό.

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τις κατηγορίες σύνδεσης των ITS, τις βασικές τεχνολογίες που αυτά χρησιμοποιούν για να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ των μερών και πραγματικές περιπτώσεις εφαρμογής αυτών από τη σύγχρονη βιβλιογραφία.

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που προκύπτει όσον αφορά το θέμα τέτοιου είδους συστημάτων είναι η ασφάλεια. Όταν όλο και περισσότερα αντικείμενα δικτυώνονται μεταξύ τους, δημιουργούνται και μεγαλύτερες πιθανότητες παραβιάσεων ασφαλείας (security breaches), με αποτέλεσμα την μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση τρίτων σε προσωπικά δεδομένα. Έτσι όσο αναπτύσσεται η δικτύωση αντικειμένων, τόσο θα πρέπει να εξελίσσεται και η ασφάλεια που συνοδεύει τη χρήση τους.

Επίσης είναι γεγονός ότι πολλές φορές λόγω των εμποδίων που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ του πομπού και του δέκτη, ενδέχεται να υπάρχουν προβλήματα στη μεταξύ τους επικοινωνία, με ότι αυτό συνεπάγεται για τη μεταφορά δεδομένων. Πρέπει κατ' επέκταση να ισχυροποιηθεί η ισχύς του σήματος μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, έτσι ώστε να μην υπάρχουν απώλειες στην μεταξύ τους σύνδεση.

Τελειώνοντας, είναι φανερό πως η εξασφάλιση της βιωσιμότητας της παροχής υπηρεσιών στο IoV εξακολουθεί να είναι ένα δύσκολο έργο, απαιτώντας μεθόδους υψηλής νοημοσύνης, καθώς και ένα φιλικό σχεδιασμό του δικτύου. Τα οχήματα που κυκλοφορούν στο IoV δεν μπορούν να αναμένουν τον ίδιο τύπο και επίπεδο υπηρεσιών. Η προσαρμογή όλων των οχημάτων στην παροχή βιώσιμων υπηρεσιών σε πραγματικό χρόνο, με περιορισμένο εύρος ζώνης δικτύου, μικτή ασύρματη πρόσβαση στο πολύπλοκο αστικό περιβάλλον αποτελεί πρόκληση για το μέλλον του εν λόγω τομέα, ενώ και άλλοι παράγοντες ανησυχίας που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι η κινητικότητα των οχημάτων, η αλλαγή της ποιότητας του καναλιού και του ρυθμού δεδομένων και το φορτίο του δικτύου.

Βιβλιογραφία

1. Malik Tubaishat, Peng Zhuang, Qi Qi, Yi Shang (2008)
Wireless sensor networks in intelligent transportation systems
<https://onlinelibrary.wiley.com/>
2. Avanti Chimote, Charan Hebri, Kuppuraj Gunasekaran, Sandeep N L, Saravanan Sathananda Manidas (2013)
Collision Avoidance in Vehicular Networks.
www.cise.ufl.edu
3. Ning Lu, Nan Cheng, Ning Zhang, Xuemin Shen, Jon W. Mark (2014)
Connected Vehicles: Solutions and Challenges
NO.4 IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL
4. U.S. Department of Transportation, 2014
CONNECTED VEHICLES: VEHICLE-TO-PEDESTRIAN COMMUNICATIONS
<https://www.its.dot.gov>

5. K. Selvarajah, A. Tully and P. T Blythe. May 2008
ZigBee for Intelligent Transport System applications
<https://ieeexplore.ieee.org>
6. Nisha Ashok Somani, Yask Patel, May, 2012
Zigbee: A Low Power Wireless Technology for Industrial Applications
<https://www.researchgate.net>
7. Rosim Official Site, 2018
<http://www.rosimits.com>
8. Bluetooth 5 / Go Faster. Go Further, 2016
<https://www.bluetooth.com/>
9. M. Friesen, R. Jacob, P. Grestoni, T. Mailey and R.D. McLeod, 2013
Vehicular Traffic Monitoring using Bluetooth
<https://www.researchgate.net>
10. Andrew S. Tanenbaum, 2011
Computer Networks (5th edition)
11. D. McFarlane, S. Sarma, J. Chirn, C. Wong, K. Ashton, 2003
Auto ID systems and intelligent manufacturing control
<https://www.researchgate.net>
12. K. Finkelzeller, 2011
The RFID Handbook (3rd edition)
13. Neology Official Site, 2018
<https://www.neology.net>
14. EPI Official Site, 2018
<http://www.epi.com>

15. Joel McNamara, 2008
GPS FOR DUMMIES
Wiley Publishing, Inc
16. Cisco Mobile Exchange (CMX) Solution Guide
https://docstore.mik.ua/univercd/cc/td/doc/product/wireless/moblwrls/cmx/mmg_sg/index.htm
17. <https://en.wikipedia.org>
18. Elisabeth Ilie-Zudor, Zsolt Kemény, Péter Egri, László Monostori, 2006
THE RFID TECHNOLOGY AND ITS CURRENT APPLICATIONS
19. W. Stallings 2016.
Επικοινωνίες Υπολογιστών και Δεδομένων. 8^η έκδοση,
<http://williamstallings.com>
20. Γεώργιος Φούσκας 2002
Δίκτυα Υπολογιστών I, II
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο