

Real cases of Sensor networks for Telecommunications Industries

Πρακτικές εφαρμογές των δικτύων αισθητήρων στις τεχνολογίες επικοινωνιών

Μαζλουμίδου Χρυσούλα

Γεωργίου Στέφανος

Τσολάκης Μιχάλης

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Σημείωμα:

Μεταπτυχιακό Πληροφοριακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Υπεύθυνος
καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης.

E-mail:

mis16028@uom.edu.gr

mis16037@uom.edu.gr

mis1429@uom.edu.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

In the following pages we present some real cases that utilize wireless network technology and smart sensors in order to monitor, transmit and respond to specific situations even unpredicted and helpful ones. More specifically, the cases we are focusing on include the use of GPS and GSM systems, satellite connections and microcontrollers that utilize the sensor networks to detect events of possible interest and consequently transmit the gathered information to smart systems, like software programs for decision making processes. Mobile phones and other computer devices (modems, tablets, etc,) are used as a messaging device or display device to communicate with the user or at cases with appropriate authorities. Our sample cases include systems installed in cars , systems focusing on assisting and prevent health emergencies, energy management systems, military applications and in applications of 'smart' cities.

Στις παρακάτω σελίδες παρουσιάζουμε μερικές πραγματικές περιπτώσεις που χρησιμοποιούν τεχνολογίες ασύρματων δικτύων και έξυπνων αισθητήρων προκειμένου να παρακολουθούν, να μεταδίδουν και να ανταποκρίνονται σε ειδικές καταστάσεις ακόμα και σε απρόβλεπτες ώστε να επιτρέπουν τη λήψη προστατευτικών και βοηθητικών μέτρων. Πιο συγκεκριμένα, οι περιπτώσεις στις οποίες εστιάζουμε περιλαμβάνουν τη χρήση GPS και GSM συστημάτων, δορυφορικών συνδέσεων και μικρό-ελεγκτών που αξιοποιούν το δίκτυο αισθητήρων για να εντοπίζουν συμβάντα πιθανού ενδιαφέροντος και κατ επέκταση να μεταδώσουν τις πληροφορίες αυτές σε έξυπνα συστήματα, όπως προγράμματα λογισμικού για λήψη αποφάσεων. Κινητά τηλέφωνα και λοιπές υπολογιστικές συσκευές χρησιμοποιούνται σαν συσκευή μετάδοσης μηνυμάτων ή σαν ψηφιακές οθόνες ώστε να επιτρέπεται η επικοινωνία με το χρήστη ή σε ορισμένες περιπτώσεις και με αρμόδιες αρχές. Τα παραδείγματα των περιπτώσεων που δειγματοληπτικά αναφέρουμε στην παρούσα εργασία είναι εγκατεστημένα σε

αυτοκίνητα , σε συστήματα που επικεντρώνονται στην υποστήριξη καταστάσεων υγείας , σε συστήματα διαχείρισης ενέργειας , σε στρατιωτικές εφαρμογές και σε εφαρμογές «έξυπνων» πόλεων.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Στην συγκεκριμένη εργασία θα αναπτυχθούν πραγματικές εφαρμογές αισθητήρων δικτύων με την χρήση τεχνολογίας επικοινωνιών.

Αρχικά παρουσιάζεται η ιστορική αναδρομή και εξέλιξη των τεχνολογιών επικοινωνίας στην Ελλάδα καθώς και τα δίκτυα αισθητήρων γενικότερα. Έπειτα αναλύονται πραγματικές εφαρμογές των δικτύων αισθητήρων στις τεχνολογίες επικοινωνιών που αφορούν χρήστες, κοινωνικές ομάδες και πόλεις. Τέλος παραθέτονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη έρευνα και προτείνονται θέματα για το μέλλον.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Εισαγωγή

Με τον γενικό όρο **τηλεπικοινωνίες**, (telecommunications), χαρακτηρίζεται η κάθε μορφής ενσύρματη ή ασύρματη, ηλεκτρομαγνητική, ηλεκτρική, κ.λπ., ακουστική και οπτική επικοινωνία που πραγματοποιείται ανεξαρτήτως απόστασης

(<https://el.wikipedia.org/wiki/τηλεπικοινωνίες>). Μερικές από τις εταιρείες τηλεπικοινωνιών είναι η Cisco, Ericsson, Avaya, Cosmote, Vodafone, Wind.

Στην Ελλάδα έως το 1949 όπου ιδρύθηκε ο Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος (ΟΤΕ) οι τηλεπικοινωνίες ανήκαν κυρίως σε εταιρείες του εξωτερικού. Οι μετοχές του ΟΤΕ ανήκαν στο Ελληνικό Κράτος έως και το έτος 1996 όπου άρχισε η μετοχοποίηση του, όπως και σε άλλες χώρες της Ευρώπης.

Τότε η Ευρωπαϊκή κοινότητα αποφάσισε την ίδρυση, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) για την επίβλεψη των υπό απελευθέρωση κλάδο των τηλεπικοινωνιών. Μετά την ιδιωτικοποίηση του ΟΤΕ αρκετές εταιρίες έλαβαν άδεια λειτουργίας από τις οποίες μερικές συγχωνεύτηκαν και άλλες υφίσταται έως και σήμερα (1998 ίδρυση Cosmote ως θυγατρική του ΟΤΕ, 2002 Q-Telecom, 1995 Forthnet, κ.α.).

Εξέλιξη δικτύων

Ακόμη από τα αρχαία χρόνια μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ότι υπήρχαν μέσα τηλεπικοινωνίας, χαρακτηριστικό παράδειγμα τα σήματα καπνού.

Το 1983 εμφανίστηκε η πρώτη γενιά δικτύων (**1G**) όπου παρείχε αναλογική βάση και μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μόνο για φωνητική επικοινωνία και η μεταφορά δεδομένων πραγματοποιείται μόνο με την χρήση μοντεμ. Η μετάδοση των δεδομένων εκτός ότι δεν ήταν ασφαλής δεν ήταν και επαρκής ανάμεσα στο σταθμό βάσης και στον κινητό χρήστη.

Λίγο αργότερα το 1990 εμφανίζονται τα δίκτυα δεύτερης γενιάς (**2G**) τα οποία παρέχουν καλύτερη ποιότητα φωνητικής επικοινωνίας και ταχύτερη μετάδοση δεδομένων αλλά η πρόσβαση στο διαδίκτυο ήταν δύσκολη. Χαρακτηριστικό της δεύτερης γενιάς είναι η μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή μετάδοση.

Έπειτα το έτος 1995 εμφανίστηκαν τα δίκτυα **2,5G** όπου ήταν σταθμός για την ομαλή μετάβαση, αργότερα, στα δίκτυα τρίτης γενιάς. Τα δίκτυα 2,5G παρείχαν ταχύτητες από 50 έως 144 Kbps βελτιώνοντας έτσι την ασύρματη πρόσβαση στο internet.

Η μετέπειτα συνέχεια ήταν τα δίκτυα τρίτης γενιάς (**3G**) όπου ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας 90 και αναπτύσσεται στη δεκαετία 2000. Οι ταχύτητες κυμαίνονταν από 125 kbps έως 2 Mbps. Δημιουργήθηκαν καινούριες υπηρεσίες όπως παγκόσμια περιαγωγή, mobile TV, video on demand, υπηρεσίες βασισμένες στην τοποθεσία (πχ καιρός, κίνηση, εύρεση επιχειρήσεων κοντά). Βελτιώθηκε η ποιότητα του ήχου και δόθηκε έμφαση στην ασφάλεια και αυθεντικοποίηση του δικτύου που συνδέεστε. Κατόπιν, με την εισαγωγή HSPA (High Speed Packet Access) επιτυγχάνονται ταχύτητες μέχρι 3,6 Mbps και στην συνέχεια με το HSPA + φτάνουν στα 7.2 Mbps. Οι συσκευές που υποστήριζαν τα 7.2 Mbps πολλές φορές χαρακτηρίζονταν 3.5G συσκευές.

Πριν λίγα χρόνια το 2013 εμφανίστηκαν και τα δίκτυα τέταρτης γενιάς (**4G**) τα οποία στηρίζονται στις τεχνολογίες WiMax και LTE Advanced. Οι ταχύτητες για ανέβασμα αρχείων ή και κατέβασμα αρχείων είναι αρκετά υψηλές σε σχέση με τα τρίτης γενιάς δίκτυα.

Η τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης **WiMax** λειτουργεί με το ίδιο τρόπο με το wifi με την διαφορά ότι καλύπτει πάνω από 35 χιλιόμετρα εμβέλεια ενώ το wifi φθάνει έως 100 μέτρα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η παροχή ευρυζωνικής πρόσβασης στο internet σε αρκετά υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων.

Το **LTE** αποτελεί πρότυπο για την ασύρματη επικοινωνία και εξέλιξη του GSM/UMTS. Ο στόχος του LTE είναι να αυξήσει τη χωρητικότητα και τη ταχύτητα των υφιστάμενων δικτύων με τη χρησιμοποίηση καινοτόμων τεχνικών ψηφιακής επεξεργασίας και διαμόρφωσης σήματος. Λειτουργεί σε διαφορετικό εύρος ζώνης συχνοτήτων καθώς η διεπαφή του δεν είναι συμβατή με τα υφιστάμενα δίκτυα 2ης και 3ης γενιάς. Το πρότυπο του LTE είναι σχεδιασμένο ώστε να παρέχει ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων στη καθοδική ζεύξη (downlink) της τάξης των 300 Mbps και στην ανοδική (uplink) μέχρι και 75 Mbps.

Με την εξέλιξη των τεχνολογιών και την πρόοδο του τομέα της ηλεκτρονικής κατασκευάστηκαν μικροί κομβικοί αισθητήρες (sensor nodes) οι οποίοι χαρακτηρίζονται από χαμηλό κόστος κατασκευής, χαμηλή κατανάλωση και επικοινωνούν σε μικρές αποστάσεις. Με την χρήση πολλών μικρών τέτοιων κόμβων πραγματοποιούνται μετρήσεις επεξεργάζονται τα δεδομένα και τα ανταλλάσσουν μεταξύ τους (Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων). Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων λόγω κάποιων ιδιοτήτων τους λειτουργούν κάτω από συγκεκριμένους λειτουργικούς και σχεδιαστικούς περιορισμούς ώστε δημιουργούν νέα αντικείμενα έρευνας για

την ανάπτυξη της απόδοσης του δικτύου. Ένα από τα αντικείμενα έρευνας είναι η δυνατότητα επικοινωνίας του συνόλου του δικτύου.

Η λειτουργία των δικτύων αισθητήρων διέπεται από κάποια βασικά πρωτόκολλα και κάποιες ιδιαιτερότητες σε σχέση με τα υπόλοιπα υπολογιστικά δίκτυα. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά κάποια από αυτά:

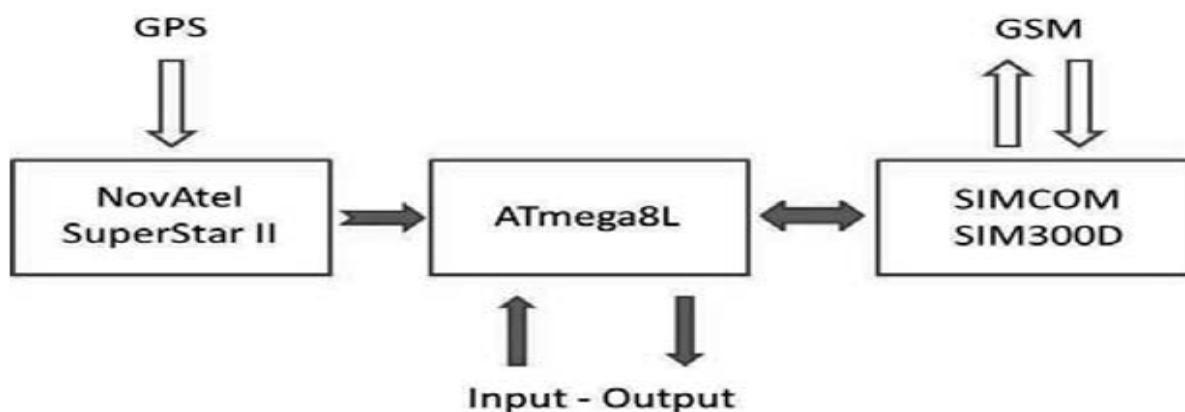
<i>Πρωτόκολλα</i>		
Media Access Control (MAC), IEEE 802.11 & .15 (Bluetooth, ZigBee, etc)	Routing πρωτόκολλα (θέματα επεκτασιμότητας, κινητικότητας, οργάνωσης)	Πρωτόκολλα μεταφοράς (τοπική επεξεργασία για μείωση όγκου μεταφοράς, multihop συνδέσεις)
<i>Περιορισμοί & Προκλήσεις</i>		
Περιορισμοί σε φυσικό επίπεδο(θέματα καναλιού, βλαβών, εύρους ζώνης)	Σχεδιασμός «μεσάζοντα» (Middleware, π.χ. APIs, Operating Systems, TinyOS)	Ζητήματα κατανάλωσης ενέργειας και ποιότητας (lightweight stack protocols)

Πίνακας 1: Πρωτόκολλα δικτύων αισθητήρων

Εφαρμογές

Συστήματα Συναγερμού: Μια πρακτική εφαρμογή των ασύρματων δικτύων αισθητήρων αποτελεί η χρήση τους σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες για την υλοποίηση συστημάτων συναγερμού, π.χ. αυτοκινήτων. Ένα τέτοιο σύστημα προτάθηκε στο (Boguta, 2012) βασισμένο σε συστήματα GPS, GSM και mobile WSN (Wireless Sensor Networks). Η βασική αρχιτεκτονική του εικονίζεται παρακάτω και αποτελείται από τρία κύρια μέρη: Ο δέκτης σήματος GPS (SuperStar II της NovAtel), ο μικροελεγκτής (ATmega8L) και το modem (SIM300D της SIMCOM). Ο δέκτης σήματος διαθέτει 12 κανάλια επικοινωνίας ώστε να δέχεται εικόνες (frames) GPS από διαφορετικούς δορυφόρους ταυτόχρονα, ενώ ο μικροελεγκτής

εντοπίζει εικόνες που είναι πιθανό να αφορούν τη θέση του αντικειμένου (π.χ. αυτοκινήτου) που αναζητείται. Αποτελεί ταυτόχρονα το μεσάζοντα ανάμεσα στο GPS σύστημα και το μόντεμ που πραγματοποιεί τις μεταφορές δεδομένων. Στην βάση του το SIM300D μόντεμ λειτουργεί σαν ένα κινητό τηλέφωνο και είναι αυτό που θα αποστείλει μήνυμα (SMS) στον ιδιοκτήτη του συστήματος μεταφέροντας σημαντικές πληροφορίες για την πιθανή θέση ενός αντικειμένου που έχει κλαπεί/χαθεί/κτλ.



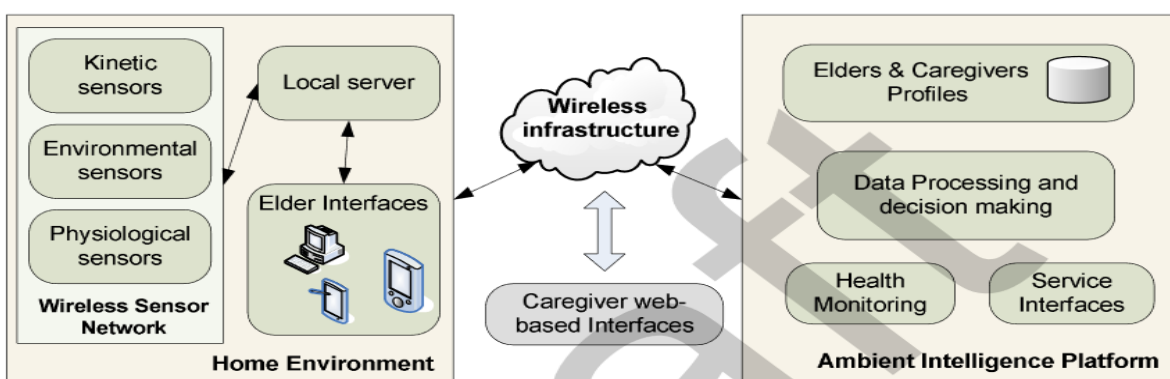
Εικόνα 1: Διάγραμμα του πίνακα ελέγχου συναγερμού

Ένας συνδυασμός GPS και GSM συστημάτων για τον εντοπισμό καταστάσεων επικινδυνότητας και δημιουργία συναγερμού χρησιμοποιείται επίσης για την αποτροπή ατυχημάτων στα αυτοκίνητα. Ένα τέτοιο σύστημα υλοποιήθηκε στο (Nazir, Tariq, Murawwat, & Rabbani, 2014) και αποτελείται από ραντάρ τύπου SONAR τοποθετημένα περιμετρικά ενός αυτοκινήτου και ένα σύστημα GPS δέκτη (NMEA) καθώς και ένα μικροελεγκτή (AT89552) και ένα GSM μόντεμ (SIM 900D).

Οι αισθητήρες (SONAR) εντοπίζουν επικίνδυνες καταστάσεις στο όχημα, όπως π.χ. εγγύτητα σε εμπόδιο ή άλλο όχημα, και ο μικρό-ελεγκτής δέχεται τα μηνύματα των αισθητήρων και καταδεικνύει πιθανές ενέργειες στον οδηγό σε μια ψηφιακή οθόνη (π.χ. αλλαγή

κατεύθυνσης, φρενάρισμα, κτλ.). Ταυτόχρονα το GPS σύστημα συγκεντρώνει πληροφορίες για τον περίγυρο και την ευρύτερη θέση του οχήματος με αποτέλεσμα να εντοπίζονται και άλλες επικίνδυνες καταστάσεις, όπως εγγύτητα σε αδιέξοδο, αποβάθρα, κτλ., καθώς και οι συντεταγμένες του οχήματος ώστε σε περίπτωση που δεν αποφευχθεί το ατύχημα να μπορούν μέσω του μόντεμ (SIM 900) να μεταδοθεί η πληροφορία για την θέση και την κατάσταση του οχήματος. Η πληροφορία αυτή ανάλογα με την κατάσταση που θα έχει ανιχνευθεί (ατύχημα) θα μεταδίδεται σε κατάλληλες ομάδες διάσωσης όπως επίσης μέσω κινητού τηλεφώνου σε οικεία πρόσωπα του οδηγού του οχήματος. Το πλεονέκτημα της χρήσης του GSM μόντεμ, το οποίο λειτουργεί σαν ένα κινητό τηλέφωνο ουσιαστικά χωρίς οθόνη και πληκτρολόγιο, είναι ότι μπορεί να αξιοποιήσει το παγκόσμιο GSM δίκτυο υψηλών ταχυτήτων και να ελέγχεται αποτελεσματικά από τον μικροελεγκτή, ενώ τα συμβατικά «έξυπνα» κινητά τηλέφωνα παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό σφαλμάτων και αργής απόκρισης.

Σύστημα ADVENT : Μια από τις χαρακτηριστικές περιπτώσεις εφαρμογής δικτύου αισθητήρων σε συνδυασμό με «έξυπνες» τεχνολογίες , όπως Artificial Intelligence, αποτελούν τα δίκτυα αισθητήρων για την προστασία και υποστήριξη των ηλικιωμένων. Το σύστημα ADVENT που παρουσιάζεται στο (Panagiotakopoulos, Antonopoulos, Alefragis, Kameas, & Koubias, 2014) αποτελεί παράδειγμα μιας τέτοιας εφαρμογής όπου συνδυάζεται ένα σύνολο αισθητήρων με ένα σύστημα υψηλής νοημοσύνης (AIP-Ambient Intelligence System) μέσω ενός ασύρματο δικτύου



Εικόνα 2: ADVENT σύστημα διάγραμμα αρχιτεκτονικής

Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, το σύστημα το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από τρεις κατηγορίες αισθητήρων: κινητικούς, περιβαλλοντικούς και ανατομικούς. Οι κινητικοί και ανατομικοί αισθητήρες παίρνουν μετρήσεις από το σώμα των ηλικιωμένων (παλμούς, πίεση, εύρος κίνησης, κτλ) από τις πιο απλές έως πιο σύνθετες όπως ηλεκτροκαρδιογραφήματα και επάρκεια οξυγόνου. Οι περιβαλλοντικοί μεταφέρουν πληροφορίες για τις συνθήκες του χώρου (θερμοκρασία, υγρασία, κτλ) όπου βρίσκονται οι ηλικιωμένοι αλλά και για τον έξω χώρο (καιρός, ηλιοφάνεια, κτλ). Η πληθώρα αυτών των δεδομένων μεταδίδεται σε ένα τοπικό server για μια προ-επεξεργασία και από εκεί μέσω ενός

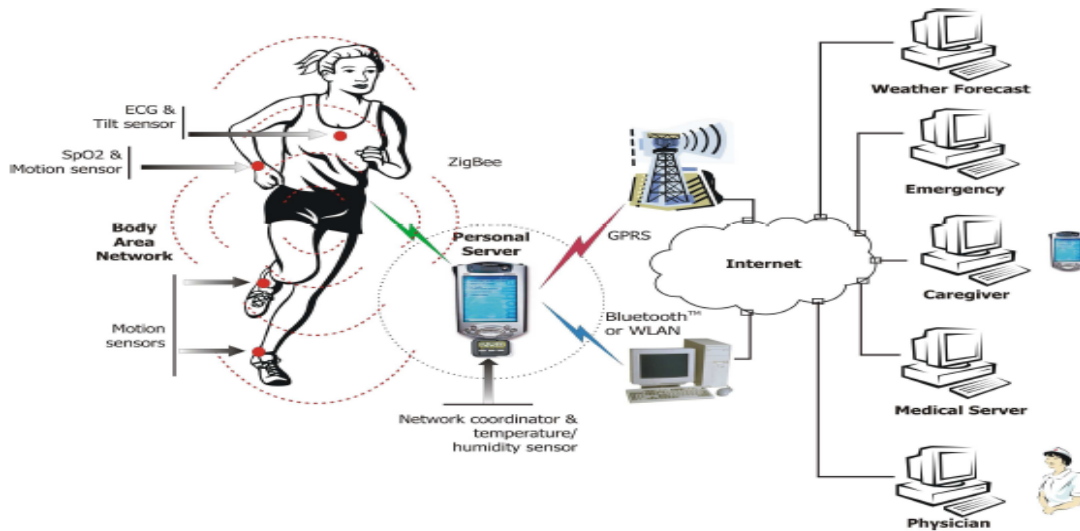
ασύρματου δικτύου αποστέλλονται στην πλατφόρμα Ambient Intelligence όπου βρίσκονται τα interfaces που θα

επεξεργαστούν το σύνολο της πληροφορίας και το προφίλ που έχει δημιουργηθεί για τις ανάγκες του ηλικιωμένου και θα πάρουν τις απαιτούμενες αποφάσεις. Ένα παράδειγμα τέτοιας διαδικασίας είναι για ηλικιωμένους με καρδιακά προβλήματα, οι οποίοι σε περίπτωση που διαπιστωθεί από τους αισθητήρες αυξημένη πίεση αίματος ή έντονη ζέστη και υγρασία στο χώρο που μπορεί να επιβαρύνει την καρδιακή τους λειτουργία, το AIP μέσω ενός κινητού τηλεφώνου ή υπολογιστή θα τους ειδοποιήσει για πιθανή φαρμακευτική υποστήριξη ή μπορεί ακόμα και να ρυθμίσει αυτόματα τις συνθήκες στο χώρο προκειμένου να ελαφρυνθεί ο ηλικιωμένος.

Στα πλαίσια της χρήσης των δικτύων αισθητήρων για βελτίωση της ανθρώπινης ζωής, η εταιρεία Vodafone¹ έχει διαθέσει στο κοινό το πρόγραμμα τηλεϊατρικής σύμφωνα με το οποίο ηλικιωμένοι ακόμα και από απομακρυσμένα μέρη της Ελλάδος ή γενικότερα άνθρωποι κάθε ηλικίας που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση σε εξειδικευμένα ιατρικά κέντρα θα μπορούν να πραγματοποιούν μέσω φορητών συσκευών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα αποστέλλονται σε εξειδικευμένα ιατρικά κέντρα από όπου έπειτα οι γιατροί θα αποστέλλουν μέσω του ασύρματου δικτύου της διαγνώσεις και τις πιθανές αγωγές που πρέπει να ακολουθηθούν και οι ασθενείς θα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτές με το κινητό τους τηλέφωνο ή το τάμπλετ.

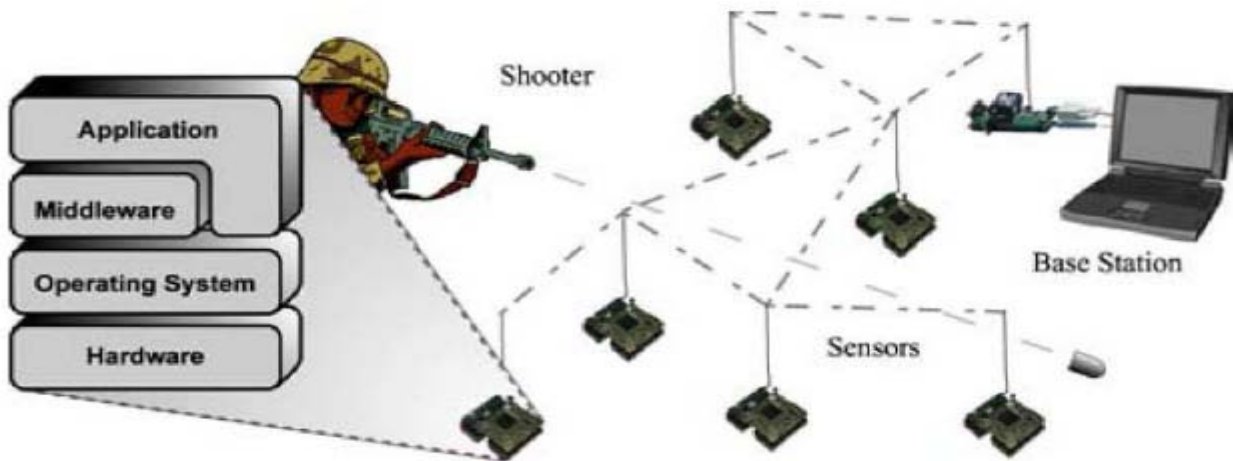
Τέτοιοι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε αθλητικές και φυσικοκινητικές δραστηριότητες.

¹ http://www.mwc.gr/presentations-2015/paralliles/zevgoli-VODAFONE-GREECE-TELEMEDICINE-PROGRAM_v1.pdf



Εικόνα 3: Απεικόνιση αισθητήρων σε ανθρώπινο σώμα

Pin Ptr : Ένα σύστημα ελεύθερων σκοπευτών. Το συγκεκριμένο δίκτυο αισθητήρων ανιχνεύει τον ήχο του πυροβολισμού και στέλνει τις μετρήσεις στο σταθμό βάσης ώστε να καθοριστεί η τροχιά της σφαίρας και να υπολογίσουν τη θέση των σκοπευτών.



Εικόνα 4: Απεικόνιση εφαρμογής ελεύθερων σκοπευτών

Σύστημα έξυπνων κάδων: Τοποθέτηση αισθητήρων, οι οποίοι μέσα από τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, που μεταφέρουν διαδικτυακά δεδομένα, θα ειδοποιούν τους υπευθύνους στις κεντρικές εγκαταστάσεις αλλά και τους οδηγούς των απορριμμάτων, όποτε ένας κάδος είναι γεμάτος. Η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει ως παράδειγμα εκτέλεσης της τα

Χανιά στην Κρήτη μέσω του προγράμματος «Αποδοτικές και βιώσιμες μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων με τη χρήση εργαλείων ICT ή ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας)».

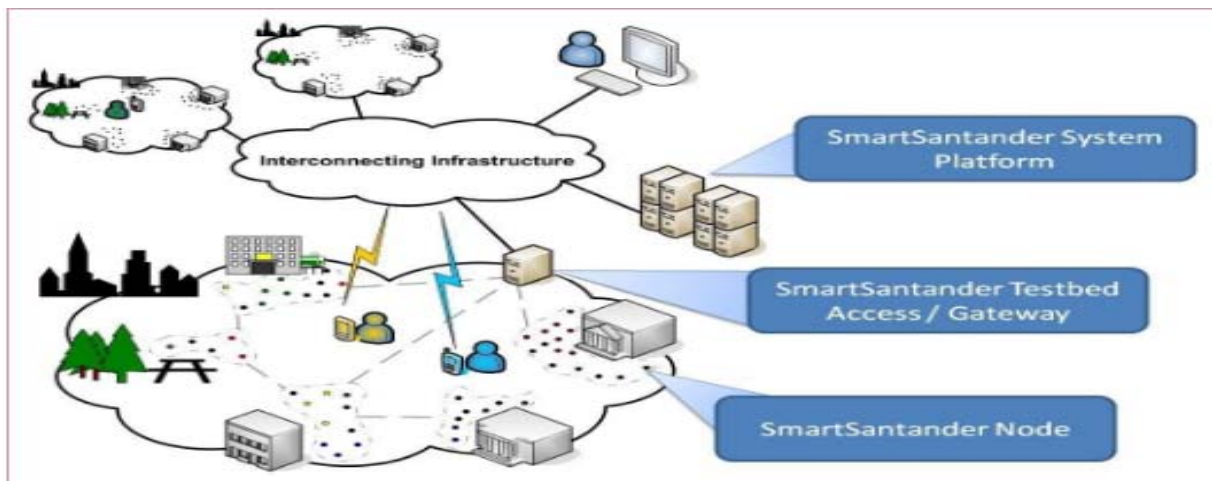


Εικόνα 5: Απεικόνιση αισθητήρων σε σύστημα έξυπνων κάδων

Έξυπνες μετρήσεις: Με την χρήση αυτής της εφαρμογής τοποθετούνται αισθητήρες σε αρκετά σημεία ώστε να επιτευχθεί η σωστή-αναγκαία παροχή (νερού, ενέργειας, κ.α.) από τις εταιρείες στους καταναλωτές. Μετά την αποστολή των δεδομένων στους σταθμούς βάσης από τους αισθητήρες ενημερώνονται καταναλωτές και προμηθευτές, μέσω εφαρμογών επικοινωνίας και internet, για το ποσό κατανάλωσης, αν έχει πραγματοποιηθεί υπερκατανάλωση, σωστή διαχείριση ενέργειας. Πολλές κυβερνήσεις προωθούν την εφαρμογή για να εξετάσουν την ενεργειακή ανεξαρτησία και την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου .

Επίσης η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προωθήσει την οδηγία ηλεκτρικής ενέργειας του 2009 για να εξασφαλίσει κάθε οικογένεια με τους έξυπνους μετρητές ως το 2022.

Πρόγραμμα Smart Santander : Είναι ένα πρόγραμμα κατά το οποίο τοποθετούνται αισθητήρες μέσα σε μια πόλη ώστε να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με θόρυβο, θερμοκρασία, ελεύθερα πάρκινγκ, κ.α. και στέλνει τις πληροφορίες σε σταθμούς βάσης ώστε μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας και internet να ενημερώνονται οι πολίτες για τις σχετικές πληροφορίες που τους αφορούν όπως οι διαδρομές λεωφορείων, πληροφορίες αγορών.



Εικόνα 6: Απεικόνιση αισθητήρων σε πόλεις

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο συνεχώς εξελισσόμενο χώρο των τηλεπικοινωνιών οι απαιτήσεις για νέες πιο αξιόπιστες αλλά και αυτοματοποιημένες υπηρεσίες δικτύων, οι ανταγωνιστικές επιχειρήσεις καλούνται να ενσωματώσουν νέα είδη συσκευών (κόμβων) στα δίκτυα τους και να προσφέρουν δυνατότητες μεταφοράς μεγαλύτερου και πιο σύνθετου όγκου πληροφοριών. Επιπλέον, οι πάροχοι δικτύων καλούνται να προσφέρουν ολοκληρωμένες εφαρμογές στον τελικό χρήστη και να καταστήσουν την ενσωμάτωση νέων κόμβων σε παγκόσμιο επίπεδο εύχρηστη και ευέλικτη.

Το ενδιαφέρον πλέον των τηλεπικοινωνιακών εταιρειών στρέφεται στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας πέμπτης γενιάς 5G, όπου παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για μελλοντική έρευνα. Όσο και αν ακόμη προσπαθούν τα προσαρμοστούν στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 4G αποβλέπουν ολιστικές αλλαγές και αύξηση των κερδών μέσω των 5G δικτύων. Τα δίκτυα πέμπτης γενιάς (**5G**) αναμένεται να επιφέρουν ριζικές αλλαγές σε όλους τους τομείς (ιατρική, ρομποτική, 3D βίντεο).



Εικόνα 7: Απεικόνιση δικτύου πέμπτης γενιάς (5G)

Με βάση τα δημοσιεύματα έχουν αρχίσει ήδη οι δοκιμές των δικτύων 5G από την Ericsson και την T-mobile. Με την πρώτη να ανακοινώνει ότι ήδη επιτυγχάνουν ταχύτητες άνω

των 25 Gbps. Ως συνέχεια του 5G, το Internet of Things, τα «έξυπνα» δίκτυα (smart grids) και ένα εύρος έξυπνων συσκευών προϋποθέτουν στις μέρες μας επικοινωνία Μηχανής-με-Μηχανή (M2M) μεταξύ ενός ολοένα αυξανόμενου αριθμού από κόμβους και την επίτευξη της χρυσής τομής μεταξύ χρόνου και κόστους, υψηλής αλγοριθμικής απόδοσης και επεκτασιμότητας καθώς και μεταξύ ανοχής σφαλμάτων και αξιοπιστίας. Όπως αναφέρει ο καθηγητής Οικονομίδης Αναστάσιος με σχετικό κείμενο στο Open thoughts-University Oberta de Catalunya αναμένεται ότι περίπου 30 δισεκατομμύρια συσκευές θα συνδέονται μεταξύ τους αναπτύσσοντας την αγορά περίπου \$ 2.000 δισεκατομμύρια μέχρι το 2020.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AT&T. (2013). Embedding Global Connectivity. *White paper*.
- Gondha, A. V., & Bavarva, A. A. (2014). A Review on Mobility and Mobility Aware MAC Protocols in Wireless Sensor Network. *International Journal of Computer Applications*, 91(2).
- Khan, J. A., Qureshi, H. K., & Iqbal, A. (2015). Energy management in wireless sensor networks: a survey. *Computers & Electrical Engineering*, 41, 159-176.
- Li, M., Li, Z., & Vasilakos, A. V. (2013). A survey on topology control in wireless sensor networks: Taxonomy, comparative study, and open issues. *Proceedings of the IEEE*, 101(12), 2538-2557.
- Philip Wilson, M. E. R. (2013). Beyond the dumb pipe, The IoT and the new role for network service providers. *Deloitte University Press*.
- Sara, G. S., & Sridharan, D. (2014). Routing in mobile wireless sensor network: A survey. *Telecommunication Systems*, 57(1), 51-79.
- ‘Οι προοπτικές από τα μελλοντικά πέμπτης γενιάς δίκτυα’, «Εφημερίδα των Συντακτών», Συντάκτης: Χρήστος Προυκάκης Δημοσιεύτηκε: 24.02.2016 στην στήλη: Επιστημονικά νέα
- Jonathan Rodriguez (First published 2015) , ‘Fundamentals of 5G mobile networks’, Registered office 2015 John Wiley & Sons, Ltd.
- Security and privacy in a smarter world, Open thoughts-University Oberta de Catalunya, Anastasios A. Economides professor University of Macedonia, 3/32015
- Wireless sensor networks: a survey on recent developments and potential synergies, 2014 ‘The journal of Supercomputing’, Inria Lille, Kamal Deep Singh, Hakima Chaouchi, Jean Marie Bonnin, Volume 68 Issue 1 pp 1-48
- Παρουσίαση του καθηγητή Οικονομίδη Αναστάσιος, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Internet of Things and Sensor Network Security

Smart Trash Cans Improve Waste Management, 2014 Forbes PTCVoice, Michael O'Dwyer

IoT-Based Smart Garbage System for Efficient Food Waste Management, 2014 The Scientific World Journal, Zhongmei Zhou

The Best Heart Rate Monitor Apps, 2015 'Live Science Contributor', Stephanie Pappas
Boguta, A. (2012). The wireless notification systems used in car alarm systems. *Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa*, 12(1).

Nazir, R., Tariq, A., Murawwat, S., & Rabbani, S. (2014). Accident Prevention and Reporting System Using GSM (SIM 900D) and GPS (NMEA 0183). *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, 7(8), 286.

Panagiotakopoulos, T. C., Antonopoulos, C. P., Alefragis, P., Kameas, A., & Koubias, S. A. (2014). *Taking Care of Elderly People with Chronic Conditions Using Ambient Assisted Living Technology: The ADVENT Perspective*. Paper presented at the HCI (21).

Ιστότοποι

<http://www.econews.gr/2014/08/25/exyprnoi-kadoi-xania-117085/> (Έξυπνοι κάδοι)

<http://www.slideshare.net/economides/internet-of-thingsbyeconomideskeynotespeechatccit2014final>

Smart Santander: <http://www.smartsantander.eu/>

<https://el.wikipedia.org> (Ορισμοί Βικιπέδεια)

'5G Standardization: The Enabler of the Networked Society', Δημοσιεύθηκε: 29/4/2016, στο επίσημο site: <http://www.ericsson.com/>

<http://www.vodafone.gr/>