

Body and Personal Area Networks



Μάθημα: Δίκτυα Υπολογιστών
Επιβλέπον: Αναπληρωτής Καθηγητής Αναστάσιος Οικονομίδης
Έρευνα & Συγγραφή: Τσαγκαράκης Μαρίνος - mis2208

Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2009

Σύνοψη

Σήμερα, ένα μεγάλο ποσοστό του κλάδου των τηλεπικοινωνιών στηρίζεται στην αναβάθμιση και τη μετατροπή των υπηρεσιών σε πιο προσωπικό και ανεξάρτητο επίπεδο. Σε αυτό το πλαίσιο αναπτύχθηκαν τα δίκτυα προσωπικής περιοχής (PAN) και τα δίκτυα σώματος (BAN). Τα δίκτυα PAN και BAN έχουν ως κύριο στόχο να καταστήσουν εφικτή την αποτελεσματική επικοινωνία των χρηστών με οποιοδήποτε άλλο χρήστη ή συσκευή του οικείου περιβάλλοντός τους.

Στην παρούσα μελέτη, παρουσιάζονται όλες οι πιθανές εναλλακτικές δικτυακές τεχνολογίες που μπορούν να υλοποιήσουν ένα PAN ή BAN, όπως είναι το Bluetooth, το ZigBee, το IrDA και το HomeRF. Επίσης, τεκμηριώνεται γιατί το Bluetooth και το Zigbee είναι τα πρωτόκολλα που κερδίζουν έδαφος στην πρακτική εφαρμογή των PAN και των BAN τα τελευταία χρόνια. Η πλειονότητα των βιομηχανικών εφαρμογών αυτών των δικτύων, σχετίζεται κυρίως με την τηλεϊατρική και γίνεται παρουσίαση των 10 πιο αντιπροσωπευτικών εμπορικών εφαρμογών του κλάδου.

Abstract

The telecommunication sector today is built on the transformation and improvement of the services to a personal and more independent level. This is the framework upon which the Personal Area Network (PAN) and the Basel Action Network (BAN) are developed. The PAN and BAN networks aim to create an effective communication between the users and every other external user or device of their familiar environment.

The current study presents all the feasible alternative network technologies which can further create a PAN or a BAN network, such as Bluetooth, ZigBee, IrDA and HomeRF. Moreover, the findings of the study support the argument that Bluetooth and ZigBee are the two main protocols, which have recently gained acceptance, with regards to the practical application of PAN and BAN networks. The majority of the industry applications of PAN and BAN networks are mainly related to teleiatrics sector. Last but not least, the study presents the 10 most representative commercial applications of the sector.

Λέξεις κλειδιά

Δίκτυα προσωπικής περιοχής (PAN), Δίκτυα σώματος (BAN), Bluetooth, ZigBee, IrDA, HomeRF, Τηλεϊατρική

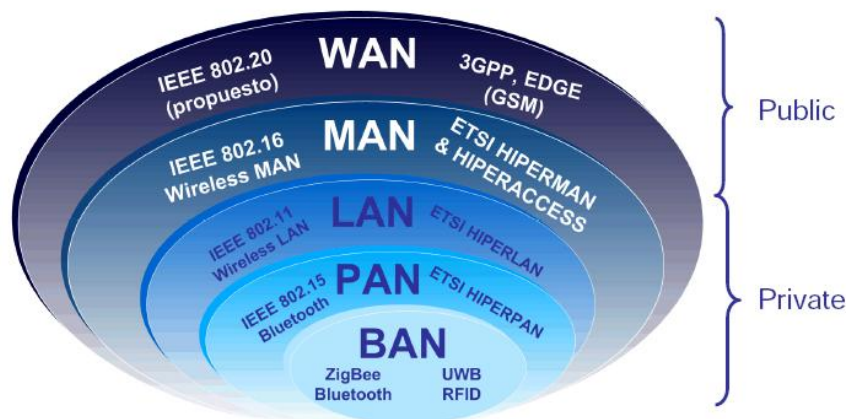
Περιεχόμενα

Κεφάλαια

1. Τα Ασύρματα Ad Hoc Δίκτυα	3
2. Συνοπτική παρουσίαση της ιδέας των PAN και BAN	3
2.1 Δίκτυα Σώματος – Body Area Networks	3
2.2 Δίκτυα Προσωπικής Περιοχής – Personal Area Networks	4
3. Γενικά Τεχνικά Χαρακτηριστικά των BAN και PAN	4
3.1 Ταχύτητες Μεταφοράς Δεδομένων	4
3.2 Κατανάλωση Ενέργειας	5
3.3 Ασφάλεια Δικτύων	5
4. Στοίβες Πρωτοκόλλων των BAN και PAN	6
5. Εναλλακτικές Τεχνολογίες εφαρμογής σε BAN και PAN	6
5.1 Bluetooth	7
5.2 Zigbee	7
5.3 Τεχνολογία Υπέρυθρων (IrDA)	8
5.4 HomeRF - Home Radio Frequency Working Group	9
6. Σύγκριση υφιστάμενων Τεχνολογιών – Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα	9
6.1 Η Συχνότητα λειτουργίας	10
6.2 Ο Ρυθμός Μετάδοσης	10
6.3 Δυνατότητες δικτύων	11
6.4 Ασφάλεια δικτύων	12
7. Οι 10 πιο επιτυχημένες εμπορικές εφαρμογές των PAN και BAN στην τηλεϊατρική	12
• CodeBlue	12
• TELEMEDICARE	12
• UbiMon (Ubiquitous Monitoring)	13
• Healthy Aims	14
• Healthmate	14
• Wealthy	14
• @Home	15
• Adicol	16
• Karma2	17
• EPI-MEDICS	17
8. Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα	18
Αρθρογραφία – Βιβλιογραφία	19

1. Τα Ασύρματα Ad Hoc Δίκτυα

Με τα μέχρι σήμερα δεδομένα της επιστήμης του Networking, θα μπορούσαμε να κατηγοριοποιήσουμε αναλυτικότερα τα ad hoc δίκτυα σε τέσσερις βασικές κατηγορίες λαμβάνοντας ως βασικό κριτήριο διαφοροποίησης, το εύρος της χωροταξικής τους κάλυψης και λειτουργίας. Καταγράφοντας αυτές τις κατηγορίες δικτύων ξεκινώντας από αυτή με μικρότερη εμβέλεια δικτύωσης και καταλήγοντας σε αυτή με τη μεγαλύτερη εμβέλεια, η πρώτη κατηγορία είναι τα δίκτυα προσωπικής περιοχής-PAN, η οποία περιλαμβάνει την υποκατηγορία των δικτύων σώματος-BAN, η δεύτερη κατηγορία είναι τα τοπικά δίκτυα-LAN, ακολουθούν τα μητροπολιτικά δίκτυα -MAN και τελευταία έρχονται τα δίκτυα ευρείας ζώνης-WAN (Tanenbaum, 2007). Τα δίκτυα WAN και MAN είναι δίκτυα δημόσια, αντίθετα τα BAN και PAN είναι ιδιωτικά δίκτυα, ενώ τα LAN διαδραματίζουν έναν ενδιάμεσο ρόλο (Zimmerman, 1995).



Σχήμα 1. Κατηγοριοποίηση Ασύρματων Ad Hoc Δικτύων

2. Συνοπτική παρουσίαση της ιδέας των PAN και BAN

Το Personal Information Architecture Group, χρειαζόταν άμεσα ένα τρόπο για να πραγματοποιήσει μια διασύνδεση μεταξύ συσκευών οι οποίες να μπορούν να μεταφερθούν με το ανθρώπινο σώμα. Παράλληλα, το ίδιο χρονικό διάστημα, το Physics and Media Group χρησιμοποιούσε τα ηλεκτρικά πεδία προκειμένου να καταφέρουν πραγματοποιήσουν μετρήσεις θέσεων. Οι δύο επιστημονικές ομάδες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το ηλεκτρικό πεδίο που χρησιμοποιήθηκε για δεδομένα ανίχνευσης θέσεων, μπορεί να μεταφερθεί μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Μέσα από αυτήν την έρευνα προέκυψαν τα Δίκτυα Προσωπικής Περιοχής (PAN) και τα Δίκτυα Σώματος (BAN).

2.1 Δίκτυα Σώματος – Body Area Networks

Τα Δίκτυα Σώματος συσχετίζονται με ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν κυρίως στο ανθρώπινο σώμα (Jovanov, Milenkovic, Otto, Groen, 2005). Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται σε ένα τέτοιο σύστημα, κατανέμονται σε διάφορα μέρη του ανθρώπινου

σώματος, και μέσω του BAN επιτυγχάνεται η σύνδεση μεταξύ αυτών των συσκευών (Yazdandoost, 2008). Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι μικρόφωνα, ακουστικά ή ακόμα και οθόνες (Shivers 1993). Ένα δίκτυο BAN για να μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά πρέπει να διέπεται από κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και απαιτήσεις, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

i. Το πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι να συνδεθούν ανομοιογενείς συσκευές μεταξύ τους μέσα σε ένα BAN.

ii. Η προσθήκη ή αφαίρεση μίας συσκευής από ένα BAN δεν πρέπει να γίνεται αισθητή από τον χρήστη.

iii. Απαιτείται η ενοποίηση των υπηρεσιών του BAN και πιο συγκεκριμένα ο συντονισμός της ασύγχρονης μετάδοσης δεδομένων ήχου και βίντεο με τη μετάδοση δεδομένων μη πραγματικού χρόνου.

iv. Η ικανότητα επικοινωνίας και σύνδεσης μεταξύ άλλων BAN, με στόχο την ανταλλαγή δεδομένων με άλλους ανθρώπους ή ακόμα και μεταξύ άλλων PANs.

Τα δίκτυα BAN είναι ιδιαίτερα μικρής εμβέλειας, καθώς η ακτίνα μετάδοσης τους, κατά μέσο όρο είναι ανάλογη προς το μέγεθος του εκάστοτε ανθρώπινου σώματος. Επομένως, θεωρητικά η ακτίνα αυτή μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 2 μέτρων.

2.2 Δίκτυα Προσωπικής Περιοχής – Personal Area Networks

Τα Δίκτυα Προσωπικής Περιοχής (PAN), καλύπτουν τυπικά μια περιοχή λίγων μέτρων που περιβάλλουν ένα χρήστη, παρέχοντας τη δυνατότητα συγχρονισμού υπολογιστών, τη μεταφορά δεδομένων και την πρόσβαση στις τοπικές περιφερειακές μονάδες οι οποίες μπορεί να υπάρχουν κοντά ή πάνω σε ένα άτομο (Zimmerman, 1995). Η επικοινωνία αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός κοντινού ηλεκτρικού πεδίου, η ακτίνα του οποίου θεωρητικά δεν υπερβαίνει τα 10 μέτρα.

Τα PAN, τα τελευταία χρόνια, με τη χρήση ασύρματων τεχνολογιών μέσα από τη συχνότητα των ISM (2,4GHz), εμφανίζουν ιδιαίτερη δυναμική (FCC, 1993). Η τεχνολογία των Ασύρματων Δικτύων Προσωπικής Περιοχής (WPAN), είναι ικανές να αποδώσουν νέες, καινοτομικές εφαρμογές, οι οποίες μελλοντικά να αλλάξουν σημαντικά την λειτουργία πολλών συσκευών που χρησιμοποιούμε σε καθημερινή βάση.

3. Γενικά Τεχνικά Χαρακτηριστικά των BAN και PAN

3.1 Ταχύτητες Μεταφοράς Δεδομένων

Οι συσκευές PAN σε θεωρητικό επίπεδο μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα με ένα ρυθμό της τάξης των 417 Kbits το δευτερόλεπτο. Τον ρόλο του

πομποδέκτη μέσα στο δίκτυο PAN, διαδραματίζει ένα modem. Η χρήση των modem μέσα στα δίκτυα PAN και BAN έχουν βελτιώσει σημαντικά τις ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων μεταξύ των συσκευών του δικτύου. Η εφαρμογή των modem στις συσκευές PAN, μπορεί να αποδώσει ταχύτητα μέσα στο δίκτυο που να αγγίζει τα 100 Kbits το δευτερόλεπτο, ενώ η συνεχής βελτίωση που προκύπτει στη διαδικασία συμπίεσης των δεδομένων μπορεί να αυξήσει επιπλέον την ταχύτητα ενός PAN καναλιού επικοινωνίας.

3.2 Κατανάλωση Ενέργειας

Η τεχνολογία τόσο των PAN, όσο και των BAN, βασίζεται κυρίως στη χρήση ηλεκτροστατικών πεδίων τα οποία δημιουργούνται από μπαταρίες. Ενδεικτικά, η ενέργεια που δαπανάται κατά μέσο όρο για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ δύο συσκευών PAN οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση 1 μέτρου, ανέρχεται περίπου σε 1 mW / Mbps.

Η ενέργεια βέβαια που απαιτείται κάθε φορά κυμαίνεται και εξαρτάται από πολλές διαφορετικές παραμέτρους. Όσο μεγαλύτερη είναι σε μέγεθος μία συσκευή PAN τόσο περισσότερη ενέργεια δαπανάται, καθώς η συχνότητα του πομπού είναι ανάλογη με την κατανάλωση ενέργειας (Ramo, Whinnery, Van Duzer, T., 1994). Επομένως, οποιαδήποτε αύξηση στην συχνότητα του πομπού πέρα από αυτήν που απαιτείται για να μεταφέρει την πληροφορία, αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας (Mills, 1993). Παρόλα αυτά, οι συσκευές που προορίζονται για να λειτουργούν μέσα σε δίκτυα PAN συνήθως κατασκευάζονται έτσι ώστε να λειτουργούν σε αρκετά χαμηλές συχνότητες οι οποίες κυμαίνονται από 0.1 έως 1 MHz και σε αποστάσεις που δεν ξεπερνούν τα 2 μέτρα (Weston, 1991).

3.3 Ασφάλεια Δικτύων

Ένα από τα βασικά ζητήματα που προκύπτει για τα δίκτυα μικρής εμβέλειας γενικότερα, είναι αυτό της ασφάλειας. Πλέον, οι υφιστάμενες τεχνολογίες συστημάτων PAN και BAN, έχουν καταστήσει τη μεταφορά δεδομένων και την επικοινωνία από την μια συσκευή σε μια πολύ απλή διαδικασία. Εναλλακτικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των PAN και BAN, όπως το Bluetooth και η Υπέρυθρη Ακτινοβολία (IrDA), βρίσκονται πλέον ενσωματωμένες σε ένα μεγάλο πλήθος συσκευών ευρείας καθημερινής χρήσης, όπως το κινητό τηλέφωνο, τα PDAs, τα Notebooks.

Η διάδοση αυτών των τεχνολογιών από τη μία λειτουργεί θετικά για την εξοικείωση με τα δίκτυα PAN και BAN, παράλληλα όμως δημιουργεί αδυναμία στο σύστημα, καθώς αυξάνεται ο κίνδυνος μεταφοράς δεδομένων κατά λάθος από μία συσκευή σε μία άλλη. Για την ασφαλέστερη επικοινωνία των συσκευών μέσα σε ένα δίκτυο μικρής εμβέλειας, απαιτείται η ελάχιστη δυνατή έκταση της εκπομπής.

4. Στοιβες Πρωτοκόλλων των BAN και PAN

Τα Ασύρματα δίκτυα προσωπικής περιοχής (WPAN), όπως είδαμε, είναι δίκτυα μικρής εμβέλειας, ενώ παράλληλα χαρακτηρίζονται από τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Τα πρότυπα τα οποία χρησιμοποιούνται και προσδιορίζουν τις προδιαγραφές λειτουργίας για τα WPAN και τα WBAN είναι τα εξής:

- **802.15.1:** Το πρωτόκολλο αυτό, το πρώτο της σειράς 802.15, δημιουργήθηκε το 2002 από την Bluetooth Special Interest Group (Bray, Sturman, 2001). Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο, συνηθίζεται να ταυτίζεται με την τεχνολογία Bluetooth, όμως να σημειωθεί ότι οι εκδόσεις της επιτροπής του Bluetooth και του IEEE (802.15.1) δεν είναι πανομοιότυπες.
- **802.15.2:** Το πρωτόκολλο αυτό βοηθάει στη συνύπαρξη συσκευών WPAN και WLAN.
- **802.15.3:** Το πρωτόκολλο αυτό αναπτύχθηκε με στόχο τη δημιουργία ασύρματων δικτύων υψηλής ταχύτητας για εφαρμογές πολυμέσων.
- **802.15.3a:** Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο, παρέχει ένα εναλλακτικό φυσικό υπόστρωμα PHY, το οποίο είναι συμβατό με το IEEE 802.15.3 MAC και είναι γνωστό ως Ultra Wide Band (UWB). Ωστόσο, μέχρι στιγμής η συγκεκριμένη τεχνολογία δε φαίνεται να προχωράει.
- **802.15.4:** Το πρωτόκολλο αυτό το οποίο είναι γνωστό και ως Zigbee, έχει δημιουργήσει η ZigBee Alliance και χαρακτηριστικό του είναι ότι προσφέρει μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας, σε χαμηλές ταχύτητες δεδομένων (Zigbee Organization, 2008).
- **SWAP 1.0 & HomeRF 2.01:** Το πρωτόκολλο SWAP 1.0 (Shared Wireless Application Protocol) δημιουργήθηκε στα τέλη του 1998. Το 2002, το πρωτόκολλο αυτό μετονομάστηκε σε HomeRF και τον ίδιο χρόνο δημοσιεύτηκαν οι προδιαγραφές για το HomeRF 2.01.
- **IrDA:** Το 1993 δημιουργήθηκε ο Infrared Data Association (IrDA), ο οποίος επεδίωξε να ορίσει τις προδιαγραφές για την ασύρματη επικοινωνία συσκευών μέσω της υπέρυθρης ακτινοβολίας (Millar, Beale, Donoghue, Lindstrom, Williams, 1998).

5. Εναλλακτικές Τεχνολογίες εφαρμογής σε BAN και PAN

Στη συνέχεια, θα αναλύσουμε εκτενέστερα τις εναλλακτικές δικτυακές τεχνολογίες που μπορούν να εφαρμοστούν για τα WPAN και τα WBAN. Πιο συγκεκριμένα, οι τεχνολογίες αυτές είναι το Bluetooth, το Zigbee, το HomeRF και το IrDA.

5.1 Bluetooth

Το Bluetooth είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο για ασύρματα δίκτυα προσωπικής περιοχής το οποίο επιτρέπει τη σύνδεση και τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ διάφορων περιφερειακών συσκευών, μέσω μιας ασφαλούς ραδιοσυχνότητας. Το πρότυπο για την τεχνολογία Bluetooth δημιουργήθηκε από την ομάδα εργασίας 802.15 του IEEE. Γεννήθηκε το 1994 από την Ericsson, όταν η εταιρία επεχείρησε να δημιουργήσει ένα ασύρματο PAN με ακτίνα μετάδοσης μέχρι 10 μέτρα. Τέσσερα χρόνια αργότερα (1998), η Ericsson, σε συνεργασία με τη Nokia, την IBM, την Toshiba και την Intel, διαμόρφωσαν το Bluetooth SIG. Η επικοινωνία Bluetooth τοποθετείτε στην ζώνη συχνοτήτων ISM, δηλαδή στα 2.4GHz, συχνότητα που χρησιμοποιούν και το 802.11, αλλά και το HomeRF. Ο πομποδέκτης χρησιμοποιεί τεχνολογία frequency hopping για να μειώσει την παρεμβολή και την εξασθένιση της εκπομπής.

Το πλέον σύγχρονο πρότυπο Bluetooth παραμένει το 2.0 το οποίο επιτρέπει ταχύτητες μέχρι 2.1 mbps. Σε επίπεδο προστασίας, το πρότυπο 2.0 ενσωματώνει δυνατές κρυπτογραφικές μεθόδους καθώς και δυναμική δημιουργία κλειδιών για την προστασία των δεδομένων.

Η στοίβα πρωτοκόλλων της τεχνολογίας Bluetooth, περιλαμβάνει 4 επίπεδα, τα οποία είναι τα εξής: Ραδιοκυμάτων (Radio layer), Βασικής Ζώνης (Baseband layer), Διαχειριστή Συνδέσμου (Link Manager layer), Ελέγχου και Προσαρμογής Λογικών Συνδέσεων (L2CAP layer). Τα 3 χαμηλότερα από αυτά τα επίπεδα ομαδοποιούνται σε ένα υποσύστημα που ονομάζεται Bluetooth Controller (Bluetooth SIG, 2004).

5.2 Zigbee

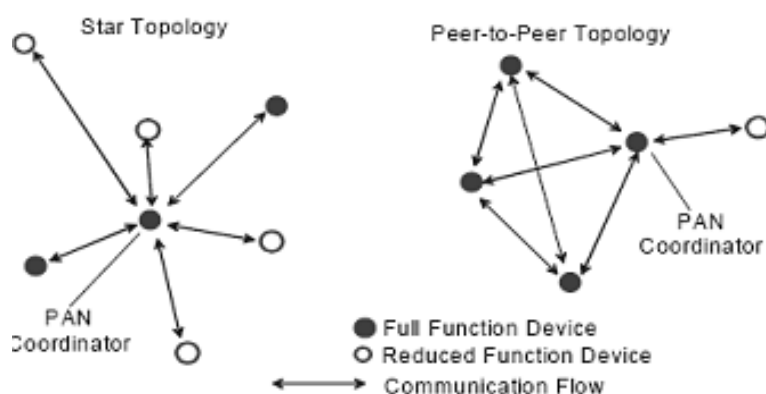
Το ZigBee εφαρμόζεται στα WPAN και WBAN τα τελευταία χρόνια. Τις προδιαγραφές λειτουργίας της τεχνολογίας Zigbee, την ορίζει το πρότυπο IEEE 802.15.4. Το πρότυπο αυτό παρέχει τη δυνατότητα για συνδέσεις συσκευών με χαμηλό κόστος, χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων και κατ' επέκταση χαμηλή κατανάλωσης ενέργειας (Zimmerman, 1995). Η νέα αυτή τεχνολογία ήρθε για να φέρει ώθηση στη χρήση των WPAN και σταδιακά να υποκαταστήσει το Bluetooth, αν και οι τεχνολογίες λειτουργούν στις ίδιες συχνότητες. Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα του Zigbee έναντι του Bluetooth, έγκειται στο σχετικά χαμηλότερο κόστος κατασκευής, αλλά και στις ελάχιστες απαιτήσεις σε μνήμη που είναι ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό για τις μικροσυσκευές.

Η στοίβα πρωτοκόλλων του ZigBee, όπως και στην περίπτωση του Bluetooth αποτελείται από 4 επίπεδα. Τα πρώτο επίπεδο του προτύπου ZigBee είναι το φυσικό επίπεδο (Physical layer), το οποίο είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του πομποδέκτη, αλλά και για τη μετάδοση και λήψη δεδομένων. Δεύτερο είναι το επίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (Medium access control layer - MAC), το οποίο παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς δεδομένων και διαχείρισης και ακολουθεί το επίπεδο δικτύου (Network layer), το οποίο με τη σειρά του είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία του δικτύου, για την είσοδο και την έξοδο μία συσκευής

από ένα δίκτυο, για την ασφάλεια και για τη δρομολόγηση των μεταδιδόμενων πακέτων. Τέλος, έρχεται το επίπεδο εφαρμογών (Application layer) (Zigbee Alliance, 2004), το οποίο περιλαμβάνει το υποεπίπεδο υποστήριξης εφαρμογών (Application support sublayer), το πλαίσιο εφαρμογών (Application framework), τα αντικείμενα συσκευής ZigBee (ZigBee Device Objects) και τις καθορισμένες από τον κατασκευαστή εφαρμογές.

Το ZigBee μπορεί να υποστηρίξει δύο διαφορετικές τοπολογίες δικτύων, είτε τοπολογία αστέρα (Star Topology), είτε τοπολογία σημείο προς σημείο (peer-to-peer), τοπολογίες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω (Tanenbaum, 2007). Και στα δύο είδη τοπολογίας, η κάθε συσκευή λαμβάνει μία μοναδική διεύθυνση των 64 bits. Για κάθε δίκτυο WPAN που δημιουργείται, αυτός ο οποίος διαχειρίζεται το δίκτυο επιλέγει μία ταυτότητα μεγέθους 16 bits, η οποία είναι μοναδική για το συγκεκριμένο δίκτυο. Ο συνδυασμός της ταυτότητας δικτύου και της διεύθυνσης συσκευής είναι αυτή που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών Zigbee του δικτύου, ενώ ο μέγιστος αριθμός συσκευών που μπορεί να διαθέτει ένα δίκτυο είναι 255 συσκευές.

Σε ένα PAN που λειτουργεί με τη χρήση των πρωτοκόλλων του ZigBee, οι συσκευές που μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Οι συσκευές του WPAN μπορούν να είναι είτε συσκευές πλήρους λειτουργίας (full-function device - FFD), είτε μειωμένης λειτουργίας (reduced-function device- RFD) (Craig, 2007). Πάντα όμως σε κάθε WPAN υπάρχει υποχρεωτικά έστω μία συσκευή πλήρους λειτουργίας, η οποία επιφορτίζεται με το ρόλο του συντονιστή του δικτύου, ο οποίος καλείται ως PAN coordinator.



Σχήμα 2. Τοπολογία Αστέρα και Σημείο-προς-Σημείο

5.3 Τεχνολογία Υπέρυθρων (IrDA)

Το 1993 ιδρύθηκε ο Infrared Data Association (IrDA) στόχος του οποίου ήταν να διατυπώσει τις προδιαγραφές για την ασύρματη επικοινωνία συσκευών μικρής εμβέλειας με τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας (Millar, Beale, Donoghue, Lindstrom, Williams, 1998). Ο IrDA στόχευε στη δημιουργία μίας εύχρηστης τεχνολογίας χαμηλού κόστους η οποία θα

μπορούσε να συνδέει συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών, αφού μέχρι τότε ο κάθε κατασκευαστής είχε τις δικές του προδιαγραφές.

Η στοίβα πρωτοκόλλων του IrDA αποτελείται από ένα σύνολο πρωτοκόλλων που ορίζονται από τον Infrared Data Association και αποτελείται από ένα σύνολο υποχρεωτικών επιπέδων και από ένα σύνολο προαιρετικών. Πρώτο είναι το φυσικό επίπεδο IrDA (IrPHY), δεύτερο είναι το πρωτόκολλο πρόσβασης σύνδεσης (IrLAP, Link Access Protocol) και τελευταίο είναι το επίπεδο διαχείρισης σύνδεσης (Link Management Layer), το οποίο αποτελείται από το πρωτόκολλο διαχείρισης σύνδεσης (Link Management Protocol- IrLMP) και από την υπηρεσία πρόσβασης στις πληροφορίες (Information Access Service-IAS).

5.4 HomeRF - Home Radio Frequency Working Group

Η ομάδα εργασίας Home Radio Frequency Working Group ιδρύθηκε το 1998 έπειτα από συνεργασία των εταιριών Compaq, Ericsson, HP, IBM, Intel, Microsoft, Motorola, Philips, Proxim και Symbionics. Η HomeRF επεδίωξε να αναπτύξει ένα φθινό ασύρματο πρότυπο το οποίο θα κάλυπτε όλες τις ανάγκες δικτύων προσωπικής περιοχής σε επίπεδο επικοινωνίας. Το πρωτόκολλο HomeRF υποστηρίζει την ασύρματη μετάδοση δεδομένων και φωνής.

Οι προδιαγραφές του HomeRF 2.01 ορίζουν το φυσικό επίπεδο και το επίπεδο έλεγχου πρόσβασης στο μέσο, ενώ δεν ορίζονται πρωτόκολλα ανωτέρων επιπέδων, αλλά χρησιμοποιούνται κάποια από τα ήδη υπάρχοντα πρωτόκολλα, όπως είναι το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (TCP), το πρωτόκολλο αυτοδύναμων πακέτων χρήστη (UDP) και το πρότυπο ψηφιακής βελτιωμένης ασύρματης τηλεπικοινωνίας (DECT).

Το HomeRF υποστηρίζει 4 τύπων δεδομένα, ασύγχρονα, ασύγχρονα με προτεραιότητα, ισόχρονα και ισόχρονα με εκπομπή και χωρίς σύνδεση (HomeRF T.C, 2002). Τα ισόχρονα δεδομένα χρησιμοποιούνται από εφαρμογές με αυστηρές απαιτήσεις καθυστέρησης και διακύμανσης καθυστέρησης, τα ασύγχρονα δεδομένα με προτεραιότητα χρησιμοποιούνται από εφαρμογές συρμού δεδομένων, τα ασύγχρονα δεδομένα χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία υπολογιστών, ενώ τα ισόχρονα δεδομένα με εκπομπή και χωρίς σύνδεση χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία εγκατάστασης μίας τηλεφωνικής κλήσης.

6. Σύγκριση υφιστάμενων Τεχνολογιών – Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Όπως είδαμε παραπάνω, οι δυνατές εναλλακτικές τεχνολογίες για εφαρμογή σε δίκτυα μικρής εμβέλειας, τύπου PAN και BAN, είναι το Bluetooth, το ZigBee, το IrDA και το HomeRF. Κάθε μία από τις παραπάνω τεχνολογίες έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, υπερτερώντας στην κάλυψη διαφορετικών δικτυακών ανάγκες σε ένα PAN ή BAN. Παρόλα αυτά, η ιδιαίτερη βαρύτητα κάποιων χαρακτηριστικών δίνει προβάδισμα σε κάποιες από αυτές τις τεχνολογίες.

6.1 Η Συχνότητα Λειτουργίας

Οι συσκευές που χρησιμοποιούν είτε την τεχνολογία του Bluetooth, είτε του ZigBee, είτε του HomeRF, λειτουργούν στην παγκοσμίως ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων ISM, η οποία εκπέμπει στο εύρος των 2,4 με 2,4835 GHz. Ωστόσο, οι συσκευές ZigBee, παρέχουν τη δυνατότητα λειτουργίας σε ακόμα δύο ζώνες συχνοτήτων, αρκετά χαμηλότερες, οι οποίες κυμαίνονται στο εύρος 868-868,6 MHz και στο εύρος 902-928 MHz. Σε αυτές τις δύο χαμηλότερες ζώνες, το πλεονέκτημα είναι η μειωμένη δαπάνη ενέργειας, ενώ μειονέκτημα αποτελεί ο χαμηλότερος ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι όλες οι παραπάνω ζώνες συχνοτήτων δεν απαιτούν κάποια άδεια, επομένως το κόστος λειτουργίας των παραπάνω δικτύων ελαχιστοποιείται. Η τέταρτη εναλλακτική τεχνολογία, αυτή της IrDA χρησιμοποιεί για τη μετάδοση των δεδομένων την υπέρυθρη ακτινοβολία με μήκη κύματος από 850-900 μm. Το IrDA, παρά τη χαμηλή συχνότητα εκπομπής, εμφανίζει κάποιους απαγορευτικούς περιορισμούς για την εφαρμογή του σε συσκευές PAN και BAN. Συγκεκριμένα, για να πραγματοποιηθεί η σύνδεση δύο συσκευών σε ένα PAN μέσω της υπέρυθρης ακτινοβολίας, θα πρέπει ο πομπός και ο δέκτης να είναι απαραίτητα ευθυγραμμισμένοι. Ακόμα ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι το IrDA δε μπορεί να διαπεράσει συμπαγή αντικείμενα, ενώ παράλληλα η εκπομπή εξασθενεί γρήγορα και σε μικρή απόσταση από τον πομπό (Zimmerman, Smith, Paradiso, Allport, Gershenfeld, 1995).

6.2 Ο Ρυθμός Μετάδοσης

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό για την επιλογή μίας τεχνολογίας σε ένα δίκτυο μικρής εμβέλειας όπως τα PAN και τα BAN είναι αυτό του ρυθμού μετάδοσης των δεδομένων. Ειδικά στις ιατρικές εφαρμογές των δικτύων PAN και BAN που δείχνουν να αναπτύσσονται έντονα τα τελευταία χρόνια, ο παράγοντας της ταχύτητας είναι κρίσιμος.

Αναλυτικότερα, το πρότυπο Bluetooth μπορεί να επιτύχει ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων 1Mbps, 2Mbps και 3Mbps. Αντίστοιχα το πρότυπο ZigBee αποδίδει ταχύτητες αισθητά μικρότερες από αυτές του Bluetooth. Συγκεκριμένα οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων για τις συσκευές ZigBee ανέρχονται σε 20 kbps, σε 40 kbps και σε 250 kbps, ανάλογα με τη συχνότητα εκπομπής (DiLouie, Craig, 2005). Αναφορικά με τους ρυθμούς μετάδοσης του προτύπου HomeRF σε ένα PAN ή ένα BAN δίκτυο, υπάρχει ένα εύρος 4 διαφορετικών ταχυτήτων οι οποίες είναι τα 0,8 Mbps, τα 1,6 Mbps, τα 5 Mbps και τα 10 Mbps. Τέλος, οι ρυθμοί μετάδοσης που προσφέρουν οι συσκευές υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι 9600 bps με 115,2 kbps, σε δεύτερο επίπεδο 1,152 Mbps και τέλος 4 Mbps (Amit Dhir, 2001).

	Συχνότητα	Ρυθμός μετάδοσης	
Bluetooth	2,4-2,4835 GHz	1 Mbps	
		2 Mbps	
		3 Mbps	
ZigBee	2,4-2,4835 GHz	250 kbps	
		902-928 MHz	40 kbps
		868-868,6 MHz	20 kbps
HomeRF	2,4-2,4835 GHz	0,8 Mbps	
		1,6 Mbps	
		5 Mbps	
		10 Mbps	
IrDA	υπέρυθρη ακτινοβολία με μήκος κύματος 850-900 μm	9600 bps-115,2 kbps	
		1,152 Mbps	
		4 Mbps	

6.3 Δυνατότητες δικτύων

Σε ένα δίκτυο PAN όπου λειτουργεί με τη βοήθεια του προτύπου του Bluetooth, είναι εφικτό να υπάρχουν μέχρι και 8 ενεργές συσκευές ταυτόχρονα και πιο συγκεκριμένα μία master και 7 slave. Τα δεδομένα που μεταφέρονται μπορούν να έχουν μέγεθος μέχρι και 1021 bytes.

Στην περίπτωση που σε ένα PAN οι συσκευές είναι τύπου ZigBee, τότε υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας μεγαλύτερων δικτύων. Συγκεκριμένα, κάθε δίκτυο PAN ή BAN μπορεί να περιέχει ταυτόχρονα μέχρι και 65.536 συσκευές, όπου μία από αυτές θα είναι ο συντονιστής του δικτύου. Επίσης, δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται όλες οι συσκευές μέσα στην ακτίνα δράσης του συντονιστή. Τα δεδομένα που μεταφέρονται μπορούν να έχουν μέγεθος μέχρι και 127 bytes (Upadhyay, 2007).

Στην περίπτωση χρήσης της τεχνολογίας HomeRF σε ένα δίκτυο PAN ή BAN, οι συσκευές που μπορούν να ανταλλάξουν ασύγχρονα δεδομένα μπορούν να είναι μέχρι και 2^{48} συσκευές, αριθμός όμως που πρακτικά είναι αδύνατος καθώς δημιουργείται πρόβλημα λόγω του μεγάλου αριθμού συγκρούσεων.

Τέλος, περίπτωση της τεχνολογία IrDA δεν ενδείκνυται στην εφαρμογή τους σε PAN και BAN, σε θεωρητικό επίπεδο μπορεί να υποστηρίξει μέχρι 128 συσκευές μέσα σε ένα δίκτυο, όμως στην πράξη κάτι τέτοιο είναι αδύνατο, γιατί θα πρέπει όλες οι δευτερεύουσες συσκευές να βρίσκονται μέσα στο οπτικό πεδίο της κύριας συσκευής.

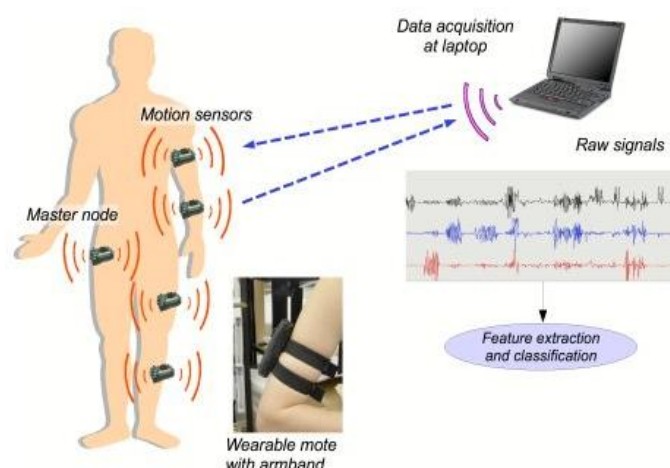
6.4 Ασφάλεια δικτύων

Η ασφάλεια είναι ένα από τα μείζονα θέματα των ασύρματων δικτύων, πόσο μάλλον για δίκτυα αυστηρά προσωπικής περιοχής όπως είναι τα PAN και BAN. Συγκρίνοντας τις 4 εφικτές τεχνολογικές λύσεις που προτείνονται για τη λειτουργία των PAN και των BAN, παρατηρείται ότι οι συσκευές Bluetooth, ZigBee και HomeRF μπορούν να κρυπτογραφήσουν τα δεδομένα πριν να τα μεταδώσουν (Shikora, 2007). Επιπλέον υποστηρίζουν τεχνικές για την πιστοποίηση της ταυτότητας των συσκευών με τις οποίες επικοινωνούν. Αντίθετα, η τεχνολογία IrDA δεν χρησιμοποιεί την κρυπτογράφηση ή κάποιον άλλο μηχανισμό για την παροχή ασφάλειας στα μεταδιδόμενα πλαίσια.

7. Οι 10 πιο επιτυχημένες εμπορικές εφαρμογές των PAN και BAN στην τηλεϊατρική

CodeBlue

Το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε από το τμήμα Εφαρμοσμένης Μηχανικής και Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου του Harvard και ερευνά το πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων σε ιατρικές εφαρμογές, όπως στη προ-νοσοκομειακή φροντίδα, στην ιατρική περίθαλψη εντός του νοσοκομείου και στην αποκατάσταση της υγείας των ασθενών. Έχουν κατασκευαστεί μικροί ασύρματοι αισθητήρες που μπορούν να καταγράψουν το ηλεκτροκαρδιογράφημα, το ηλεκτρομυογράφημα, τον καρδιακό ρυθμό, τον κορεσμό του αίματος σε οξυγόνο και την κίνηση του σώματος. Οι αισθητήρες αυτοί διαθέτουν πομποδέκτη ZigBee για την ασύρματη μετάδοση των δεδομένων σε υπολογιστές, PDAs ή τερματικά που βρίσκονται σε ασθενοφόρα (CodeBlue Organization, 2008).



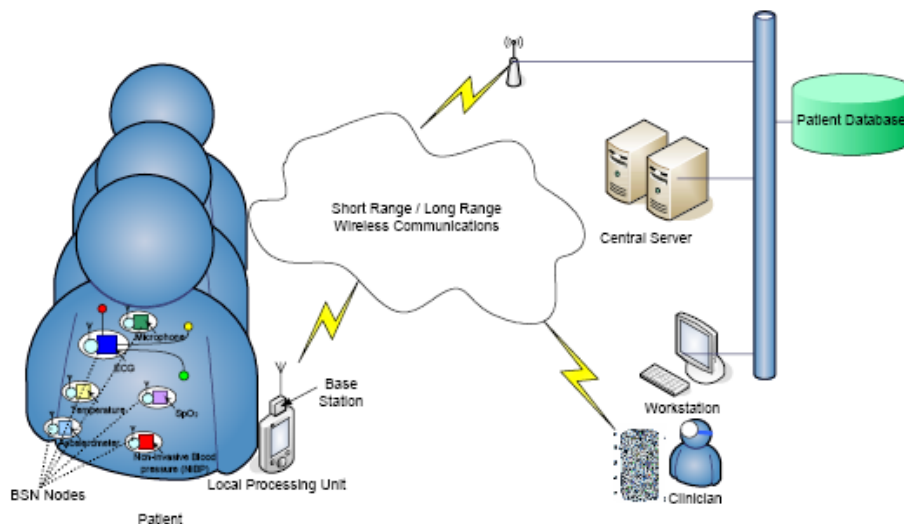
Σχήμα 3. Λειτουργία του Συστήματος CodeBlue

TELEMEDICARE

Το πρόγραμμα αυτό υλοποιήθηκε από τη SINTEF το 2003 σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση. Για την υλοποίησή του συνεργάστηκαν επιστήμονες από τη Νορβηγία, τη Σουηδία, την Ελλάδα και τη Λιθουανία. Στόχος του ήταν η ανάπτυξη τεχνολογικών υποδομών για την παροχή ιατρικής περίθαλψης στο σπίτι (Telemedicine Organization, 2008). Κατασκευάστηκαν μικροί και άνετοι ασύρματοι αισθητήρες για την συνεχόμενη καταγραφή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος, του κορεσμού του αίματος σε οξυγόνο, της πίεσης του αίματος, της θερμοκρασίας του σώματος και του ρυθμού αναπνοής. Ο ασθενής μπορεί να κινείται μέσα στο σπίτι, ενώ οι αισθητήρες συλλέγουν τα δεδομένα. Κάθε αισθητήρας περιλαμβάνει έναν πομποδέκτη Bluetooth για τη μετάδοση των δεδομένων προς έναν υπολογιστή που βρίσκεται στο σπίτι. Ο υπολογιστής είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο και ανά τακτά χρονικά διαστήματα στέλνει τα δεδομένα σε κάποιο νοσοκομείο. Σε περίπτωση κάποιου προβλήματος, τα δεδομένα αποστέλλονται άμεσα στο νοσοκομείο και αυτό στέλνει κάποιο ασθενοφόρο στο σπίτι του ασθενούς για την παροχή εξειδικευμένης ιατρικής φροντίδας ή για τη μεταφορά του στο νοσοκομείο.

UbiMon (Ubiquitous Monitoring)

Το πρόγραμμα αυτό διεξάχθηκε από το τμήμα πληροφορικής του Imperial και χρηματοδοτήθηκε από το DTI. Στόχος του ήταν η συνεχής παρακολούθηση της κατάστασης ασθενών που βρισκόταν στο φυσικό τους περιβάλλον για την ανίχνευση και αποσόβηση επικίνδυνων για τη ζωή ανωμαλιών.



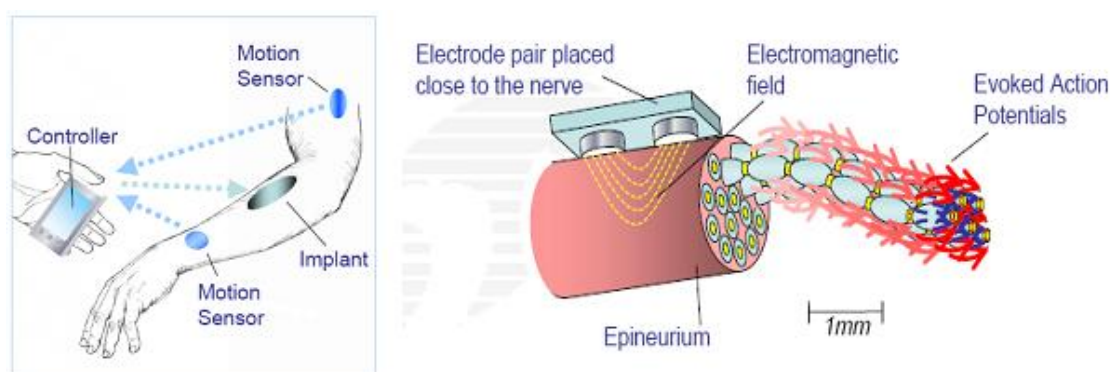
Σχήμα 4. Αρχιτεκτονική συστήματος UbiMon.

Το UbiMon αποτελείται από τους κόμβους του δικτύου αισθητήρων σώματος (BSN nodes), από την τοπική μονάδα επεξεργασίας (LPU), από τον κεντρικό εξυπηρετητή (central server, CS), τη βάση δεδομένων του ασθενή (PD) και το σταθμό εργασίας (WS). Κάθε κόμβος BSN αποτελείται από ένα βιοαισθητήρα για την καταγραφή των βιοσημάτων και από ένα πομποδέκτη ZigBee για την αποστολή τους στην LPU. Η LPU είναι ένα PDA

που μπορεί να συλλέγει τα δεδομένα από τους αισθητήρες, να ελέγχει τη λειτουργία των κόμβων, να απεικονίζει τις μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο και να σημαίνει συναγερμό σε περίπτωση μη φυσιολογικών τιμών. Μέσω ασύρματων τοπικών δικτύων ή του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, η LPU στέλνει τις μετρήσεις στον κεντρικό εξυπηρετητή (CS) κάποιου νοσοκομείου (UbiMon Organization, 2008).

Healthy Aims

Το πρόγραμμα αυτό έχει 28 συνεργάτες από 10 Ευρωπαϊκές χώρες και χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελβετία. Στόχος του προγράμματος είναι να βοηθήσει τους ανθρώπους με σωματικές αναπηρίες. Έχουν κατασκευασθεί διάφοροι αισθητήρες και εμφυτεύματα, τα οποία είναι ηλεκτρόδια που τοποθετούνται κοντά στα νεύρα. Οι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα και τα στέλνουν ασύρματα σε έναν ελεγκτή, όπου γίνεται η επεξεργασία τους. Στη συνέχεια ο ελεγκτής δίνει κατάλληλες εντολές στα εμφυτεύματα για τη δημιουργία των κατάλληλων ερεθισμάτων. Η επικοινωνία των αισθητήρων που βρίσκονται πάνω στο σώμα με τον ελεγκτή γίνεται με τις τεχνολογίες Bluetooth και ZigBee (Hodgins 2007).



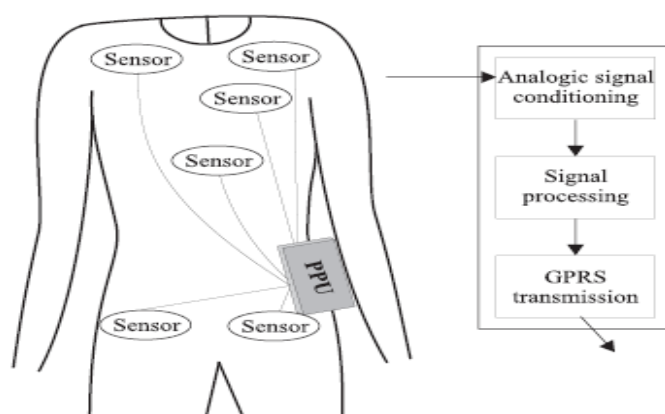
Σχήμα 5. Χρησιμοποίηση αισθητήρων και εμφυτευμάτων (HealthyAims Organization, 2008)

Healthmate

Στο πρόγραμμα αυτό το οποίο ολοκληρώθηκε το 2003, συμμετείχαν οι FAM, UPM, BULL, SIEMENS, APLITEC, KNOSOS και UPV. Στόχος του ήταν η παροχή ασυρμάτων λύσεων σε μία ποικιλία προβλημάτων υγείας, όπως είναι η υποστήριξη ασθενών με χρόνια και οξεία προβλήματα υγείας και η τηλεβοήθεια ασθενών. Το σύστημα Healthmate χρησιμοποιεί μέχρι και 7 ασύρματους αισθητήρες για την καταγραφή των βιοϊατρικών δεδομένων. Με το Bluetooth, τα δεδομένα μεταφέρονται σε ένα φορητό τερματικό που έχει πάντα μαζί του ο ασθενής. Το τερματικό αυτό μπορεί να είναι ένα κινητό τηλέφωνο ή ένα PDA στο οποίο έχει εγκατασταθεί το απαραίτητο λογισμικό. Στη συνέχεια τα δεδομένα μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας μεταφέρονται στο κατάλληλο νοσοκομείο (Van Halteren, Konstantas, Bults, Dokovsky, Koprikov, Jones, Widya, 2004).

Wealthy

Το πρόγραμμα αυτό χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και για την ολοκλήρωσή του συνεργάστηκαν οι εταιρίες ATKOSoft η οποία είναι ελληνική εταιρία, η CSEM SA, η GmbH, η Milior SPA, το πανεπιστήμιο της Πίζας, το Εθνικό Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Επιστημών της Λυών, το Επιστημονικό Ινστιτούτο San Raffaele και το Εθνικό Κέντρο Επιστημονικής Έρευνας της Γαλλίας (Paradiso, Loriga, Taccini, Gemignani, Ghelarducci, 2004). Πρόκειται για ένα εφαρμοστέο ρούχο, στο οποίο έχουν προσαρμοσθεί διάφοροι μικροσκοπικοί αισθητήρες. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να καταγράψουν το ηλεκτροκαρδιογράφημα, το ηλεκτρομυογράφημα, το ρυθμό αναπνοής και τη θερμοκρασία του σώματος. Οι αισθητήρες επικοινωνούν ενσύρματα με μία φορητή συσκευή τηλεϊατρικής που αποκαλείται PPU (portable patient unit). Στην PPU γίνεται η μετατροπή των αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά, με βάση ένα ρυθμό δειγματοληψίας που εξαρτάται από το κάθε σήμα. Στη συνέχεια τα βιοσήματα μεταδίδονται σε κάποιο κεντρικό σύστημα παρακολούθησης, όπου γίνεται και η επεξεργασία τους.

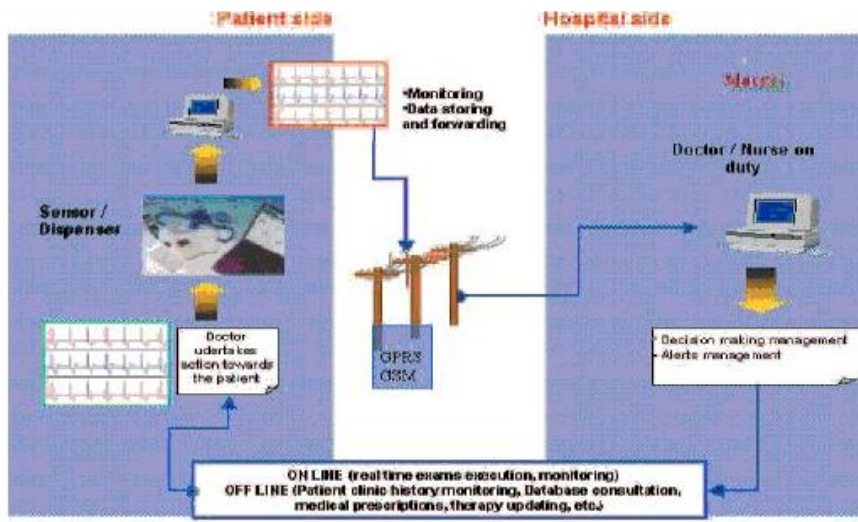


Σχήμα 6. Σύστημα WEALTHY.

@Home

Για την ολοκλήρωσή του @Home συνεργάστηκαν οι εταιρίες ATB, HITECH, EBIT SANITA S.P.A., NEW VALUE, το κολέγιο KING του Λονδίνου, το ινστιτούτο DO CORACAO και ο οργανισμός FHG. Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία ενός εμπορικού προϊόντος για την παρακολούθηση ασθενών από το σπίτι.

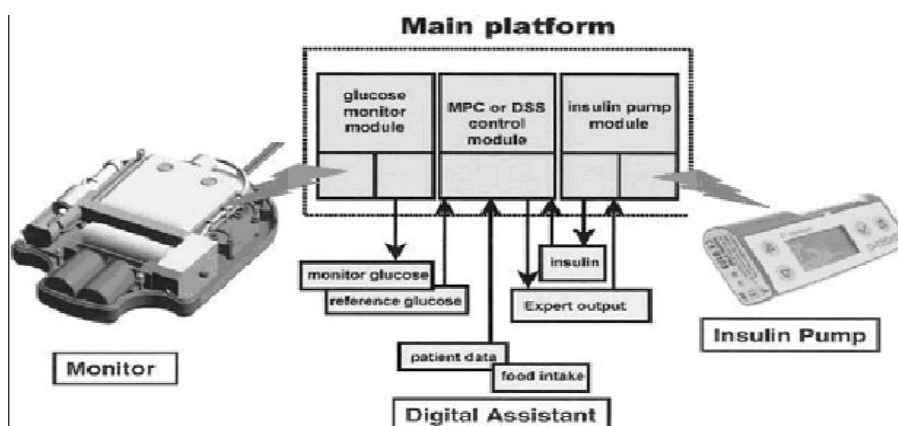
Το σύστημα @HOME χρησιμοποιεί ασύρματους αισθητήρες για την καταγραφή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος, της πίεσης του αίματος και του κορεσμού του αίματος σε οξυγόνο. Στη συνέχεια τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω συνδέσεων Bluetooth σε ένα υπολογιστή που βρίσκεται στο σπίτι. Τα καταγεγραμμένα δεδομένα μεταδίδονται από τον υπολογιστή προς το νοσοκομείο με τη βοήθεια των δικτύων κινητής τηλεφωνίας.



Σχήμα 7.2.7: Αρχιτεκτονική συστήματος @HOME

Adicol

Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2000 και είχε διάρκεια 36 μήνες. Για την ολοκλήρωσή του συνεργάστηκαν τα πανεπιστήμια City του Λονδίνου, του Graz και της Περούτζια, ο οργανισμός FHG, το Γερμανικό ινστιτούτο ICB, οι εταιρίες JUDEX DATASYSTEMS A/S, SENSLAB GMBH και DISETRONIC MEDICAL SYSTEMS. Στόχος του ήταν η βελτίωση της θεραπείας των ατόμων που πάσχουν από διαβήτη. Το σύστημα ADICOL αποτελείται από 3 ανεξάρτητες φορητές συσκευές που επικοινωνούν μεταξύ τους με το Bluetooth. Οι συσκευές αυτές είναι μία συσκευή συνεχούς παρακολούθησης των επιπέδων της γλυκόζης (monitor), ένας προσωπικός ψηφιακός βοηθός (PDA) ο οποίος δέχεται τις μετρήσεις από το monitor και υπολογίζει με τη βοήθεια ενός ειδικού αλγορίθμου (MPC), την ποσότητα της ινσουλίνης που απαιτείται και τέλος μία αντλία ινσουλίνης η οποία δέχεται εντολές από το PDA και εγχέει στον ασθενή την ποσότητα ινσουλίνης που υπολογίζει το PDA (Dudde, Vering, 2003).

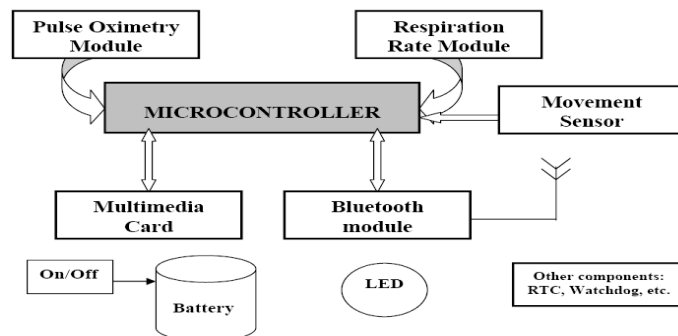


Σχήμα 7. Συσκευές συστήματος ADICOL.

Karma2

Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχαν το πανεπιστήμιο JOSEPH FOURIER της Γαλλίας, το ινστιτούτο για ανεξάρτητη ζωή STIFTELSEN, το ινστιτούτο για παιδιά με διανοητικά προβλήματα της Ιταλίας και οι εταιρίες AIR LIQUIDE SANITA S.P.A., FRANCE TELECOM SA, QUBISOFT S.R.L και TOSINVEST SANITÁ SOCIETÁ A RESPONSABILITÁ LIMITATA. Στόχος του ήταν η παροχή ιατρικής φροντίδας στο σπίτι σε παιδιά με διανοητικά προβλήματα.

Μία συσκευή καταγράφει τον κορεσμό του αίματος σε οξυγόνο και το ρυθμό της καρδιακής λειτουργίας, τον ρυθμό αναπνοής και την κίνηση του ασθενούς. Τα δεδομένα αυτά μεταδίδονται ενσύρματα προς ένα μικροελεγκτή, όπου και αποθηκεύονται στην κάρτα πολυμέσων του. Ο μικροελεγκτής διαθέτει και έναν πομποδέκτη Bluetooth για την ασύρματη αποστολή των δεδομένων προς έναν υπολογιστή που βρίσκεται το σπίτι του ασθενούς. Τελικά τα δεδομένα μεταδίδονται προς κάποιο ιατρικό κέντρο μέσω του διαδικτύου (Tura, Badanai, Longo, Quareni, 2003).



Σχήμα 8. Λειτουργία της φορητής συσκευής Karma2.

EPI-MEDICS

Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχαν το πανεπιστήμιο της Μπρέσια, το Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Επιστημών της Λυών, το Ινστιτούτο Ιατρικής Έρευνας DE LA SANTE, το πανεπιστήμιο της Κατάνια, το πανεπιστήμιο LUNDS και οι εταιρίες STMICROELECTRONICS S.R.L., ELETTRONICA TRENINA S.P.A. και CONSORZIO MARIO NEGRI SUD. Στόχος του προγράμματος ήταν ο σχεδιασμός μίας οικονομικά προσιτής και αξιόπιστης φορητής τηλεϊατρικής συσκευής για την καταγραφή και αποθήκευση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος (Epi-Medics Organization, 2008).

Ασύρματοι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την καταγραφή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων του ατόμου. Μέσω συνδέσεων Bluetooth, τα δεδομένα μεταφέρονται στην προσωπική συσκευή καταγραφής ηλεκτροκαρδιογραφήματος (PEM) και εκεί αποθηκεύονται και επεξεργάζονται. Στην PEM είναι αποθηκευμένος και ο ηλεκτρονικός ιατρικός φάκελος του ασθενούς. Σε περίπτωση που ανιχνευτεί κάποια

ανωμαλία στην καρδιακή λειτουργία, η PEM στέλνει αυτόματα ένα σήμα συναγερμού (SMS) μέσω του κινητού τηλεφώνου του ασθενούς στο πλησιέστερο κέντρο πρώτων βοηθειών. Η σύνδεση της PEM με το κινητό τηλέφωνο γίνεται με το Bluetooth.

8. Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Με την ανάπτυξη των δικτύων μικρής εμβέλειας και πιο συγκεκριμένα των PAN και των BAN, έχει επιτευχθεί η διασύνδεση φορητών συσκευών που βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις με ευκολία, μικρό κόστος και το σημαντικότερο χωρίς τη χρήση των ενοχλητικών καλωδίων που περιορίζουν τις κινήσεις μας. Ο συνδυασμός τους με άλλες περιφερειακές συσκευές και δίκτυα μεγαλύτερης εμβέλειας προσφέρει στους χρήστες τη δυνατότητα αξιοποίησης δικτυακών υπηρεσιών από οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί και η χρησιμοποίηση των Bluetooth και ZigBee στην τηλεϊατρική. Ο ασθενής δεν είναι πλέον υποχρεωμένος να βρίσκεται ξαπλωμένος σε ένα κρεβάτι νοσοκομείου και με αρκετά καλώδια στο σώμα του. Ασύρματοι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την καταγραφή σημαντικών βιολογικών λειτουργιών οποιοδήποτε ώρα της ημέρας και σε οποιοδήποτε περιβάλλον.

Τα δίκτυα PAN και BAN, εκτός από τις ασύρματες και ενσύρματες τεχνολογίες μετάδοσης βιοσημάτων, μπορούν μελλοντικά να επεκταθούν σε ένα ευρύ φάσμα καθημερινών δραστηριοτήτων, με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας. Μία εναλλακτική εκδοχή της εφαρμογής των PAN και των BAN, είναι η χρήση τέτοιων συσκευών στη βιομηχανία. Θα ήταν δυνατό, σε μία μεγάλη βιομηχανική μονάδα παραγωγής όπου επικρατεί θόρυβος και ένας υπάλληλος μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο της παραγωγικής διαδικασίας, μέσω μίας συσκευής PAN να δίνει πληροφορίες σχετικά με το σημείο το οποίο βρίσκεται ανά πάσα στιγμή.

Επίσης, μέσω της χρήσης των RF, θα ήταν δυνατή η χρήση μίας συσκευής όπου θα σκανάρει το barcode των προϊόντων που επεξεργάζεται ο κάθε εργαζόμενος και μέσα μίας κεντρικής μονάδας θα αποστέλλονται τα συλλεγόμενα στοιχεία στη διοίκηση παραγωγής, με σκοπό να προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για τις επιδόσεις του κάθε εργαζομένου.

Αρθρογραφία - Βιβλιογραφία

- ✚ Bray J., Sturman C.F. (2001), Bluetooth Connect Without Cables
- ✚ Dudde R., Vering T. (2003), Advanced Insulin Infusion using a Control Loop (ADICOL) Concept and Realization of a Control-Loop Application for the Automated Delivery of Insulin
- ✚ Dhir A. (2001), Wireless Home Networks — DECT, Bluetooth, HomeRF, and Wireless LANs
- ✚ DiLouie C., (2007), New Technologies Set the Stage for Dramatic Expansion of Wireless Control, *Lighting Controls Association*
- ✚ Federal Communications Commission, (1993), D.C. Part 15 Radio Frequency Devices, Washington
- ✚ Hodgins D. (2007), Healthy Aims Overview
- ✚ HomeRF Specification Revision 2.01, (2002) HomeRF Technical Committee
- ✚ Jovanov E., Milenkovic A., Otto C., Groen P. (2005), A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation, *Journal of Neuroengineering Rehabilitation*
- ✚ Kärpät A. (2005), Case Study in Wireless Personal Area Networking, *MediaTeam Oulu*, University of Oulu
- ✚ Kostantas D., Van Halteren A., Bults R., Wac K., Dokovsky N., Koprnikov G., Jones V., Widya I. (2004), MobiHealth: Ambulant Patient Monitoring Over Next Generation Public Wireless Networks, *University of Twente Publications*
- ✚ Millar I., Beale M., Donoghue B.J., Lindstrom K.W., Williams S. (1998), The IrDA standards for High-Speed Infrared Communications
- ✚ Mills J.P. (1993), Electromagnetic Interference, Prentice Hall, New Jersey
- ✚ Paradiso R., Loriga G., Taccini N., Gemignani A., Ghelarducci B. (2004), WEALTHY – a wearable healthcare system: new frontier on e-textile
- ✚ Ramo S., Whinnery J.R., Van Duzer T. (1994), Fields And Waves in Communication Electronics, Third Edition, John Wiley and Sons, New York, pp. 254-256

- ✚ Shikora A., (2007), Zigbee Competitive Technology Analysis, *Zigbee Alliance*
- ✚ Shivers O. (1993), BodyTalk and the BodyNet: A Personal Information Infrastructure, Personal Information Architecture Note 1, *MIT Laboratory for Computer Science*
- ✚ Specification of the Bluetooth System, (2004), Version 2.0 + EDR, Bluetooth SIG
- ✚ Tanenbaum A.S. (2007), Computer Networks
- ✚ Tura A., Badanai M., Longo D., Quareni L. (2003), A Medical Wearable Device with Wireless Bluetooth-based Data Transmission, 3(2),
- ✚ Upadhyay A. (2007), Future of Zigbee in Wireless Communication
- ✚ Weston, D.A., (1991), Electromagnetic Compatibility, Marcel Dekker Publishers, New York
- ✚ William C., (2007), ZigBee: Wireless Control That Simply Works, *ZigBee Alliance*
- ✚ Yazdandoost K.Y. (2008), Channel Model for Body Area Network (BAN), *Medical ICT Institute*
- ✚ ZigBee Specification, (2004), ZigBee Document 053474r06, version 1.0, *ZigBee Alliance*
- ✚ Zimmerman T.G. (1995), Near-Field Intra-Body Communication, *Personal Area Networks*, pp.8
- ✚ Zimmerman T.G., Smith J.R., Paradiso J.A., Allport D., Gershenfeld N. (1995), Applying Electric Field Sensing to Human-Computer Interfaces, *Human Factors in Computing Systems*, ACM Press

Ιστοσελίδες

- ✚ www.zigbee.org
- ✚ <http://www.codeblue.com/>
- ✚ <http://www.telemedicare.net>
- ✚ www.hoise.com/vmw/01/articles/vmw/LV-VM-05-01-27.html
- ✚ www.doc.ic.ac.uk/vip/ubimon/home/index.html
- ✚ www.healthyaims.org
- ✚ <http://epi-medics.univ-lyon1.fr>