

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

UNIVERSITY OF MACEDONIA

ΔΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

MASTER INFORMATION SYSTEMS

ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

COMPUTER NETWORKS

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Α. Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ

PROFESSOR: Α. Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ



HOSPITAL NETWORKING & PERSONAL HEALTH MONITORING

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013

ΦΥΣΣΑ ΕΥΤΕΡΠΗ

AM: 1220

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
3. ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ
 - 3.1 ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
 - 3.2 ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
4. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ
5. ΔΙΚΤΥΟ WBAN
 - 5.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΩ WBAN
6. ΔΙΚΤΥΟ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ (WSN)
 - 6.1 ΚΟΜΒΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ
7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ WBAN ΚΑΙ WNS
8. MOBILE INTELLIGENT MEDICAL SYSTEM (MIMS)
 - 8.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID
 - 8.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ MIMS
9. IN & ON BODY DEVICES
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ
12. ΣΧΗΜΑΤΑ

1. Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τις διάφορες τεχνολογίες δικτύων που χρησιμοποιούνται στον τομέα της Υγείας σήμερα. Αρχικά, γίνεται μια γρήγορα αναφορά στους όρους «τοπικά» (LAN) και «μητροπολιτικά» δίκτυα (MAN) με στόχο την εξασφάλιση της διαδικτύωσης μεταξύ των τμημάτων ενός νοσοκομείου αλλά και μεταξύ των νοσοκομείων μιας περιφέρειας. Στη συνέχεια, ασχολούμαστε με τον όρο προσωπική παρακολούθηση υγείας και με βάση ποιες τεχνολογίες δικτύωσης επιτυγχάνεται. Συγκεκριμένα, αναλύουμε την αρχιτεκτονική των δικτύων WBAN και WNS και τα συστήματα παρακολούθησης που ενσωματώνονται. Ακόμη, παρουσιάζουμε το σύστημα MIMS, το οποίο ενδείκνυται για την παροχή υπηρεσιών παρακολούθησης και ελέγχου σε ένα διασκορπισμένο ιατρικό περιβάλλον. Το τρίτο μέρος περιλαμβάνει τις πιο σημαντικές συσκευές που χρησιμοποιούνται σήμερα για την επίτευξη του In and On Body Monitoring. Τέλος, θα παραθέσουμε τα συμπεράσματα σχετικά με τις διαδικτυακές υποδομές του συγκεκριμένου τομέα και ποιες θα μπορούσαν να είναι οι βελτιώσεις του στο μέλλον.

Abstract

In the present study, we studied the several network technologies that are currently used on the Health field. Initially, some information about the local (LAN) and metropolitan (MAN) area networks were given, with a view to the securing of internetworking among the departments of a hospital or the hospitals of a region. Furthermore, the term of personal health monitor and how it can be achieved, based on the networking technologies were investigated. Specifically, an extensive description about the WBAN and WNS networks and the corporate monitor systems was referred. Moreover, we displayed a report related to the MIMS system, which is

recommended for the provision of monitor and control services in a dispersed medical environment. The third place of this study contains the most important devices, which are currently used for the achievement of “In and On Body Monitoring”. Lastly, a conclusion related to the networks infrastructure of this particular field and how it could be improved in the future was mentioned.

2. Εισαγωγή

Μέσα στην τελευταία εκατονταετία ο μέσος όρος ζωής αυξήθηκε κατά τριάντα περίπου χρόνια. Σύμφωνα με τον δόκτορ Δημήτρη Τσουκαλά (Τσουκαλάς, (n.d)) η συνεισφορά της ιατρικής σίγουρα υπήρξε σημαντική στη μείωση της θνησιμότητας και της βελτίωσης της ποιότητας ζωής κατά τη διάρκεια κάποιας νόσου. Ωστόσο, σε αυτό θα μπορούσαμε να προσθέσουμε και τη συμβολή των εξελίξεων στο χώρο της τεχνολογίας. Νέα ιατρικά συστήματα (π.χ. προσωπικό σύστημα παρακολούθησης) και βελτιώσεις στα ήδη υπάρχοντα συστήματα πληροφοριών υγείας (HIS) έχουν ωφελήσει και εκσυγχρονίσει κατά πολύ τη λειτουργία των νοσοκομείων σήμερα. Συγκεκριμένα, μπορούν και διεκπεραιώνουν παραγγελίες, διαχειρίζονται και ενημερώνουν το αρχείο των ασθενών και προμηθευτών, και κυρίως ενισχύουν την παροχή νοσηλευτικών υπηρεσιών και ιατρικών διαγνώσεων (Trappey, Trappey, 2009).

Ακόμη, για να μπορέσει να ανταπεξέλθει ένα σύγχρονο νοσοκομείο στο μεγάλο αριθμό ασθενών και να διατηρήσει σε υψηλό επίπεδο τις ιατρικές υπηρεσίες του είναι επιτακτική η εγκατάσταση δικτύων. Τα δίκτυα δίνουν τη δυνατότητα για καλύτερη εσωτερική οργάνωση, μεταφορά πληροφοριών, επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων και του προσωπικού με σκοπό την πρόληψη, την εγκυρότερη ανίχνευση μιας ασθένειας και τέλος την καταπολέμησή της.

Κατ' επέκταση, κάθε κέντρο υγειονομικής περίθαλψης μετατρέπεται πλέον σε κέντρο δεδομένων με αυξανόμενη εξάρτηση από τις ψηφιακές τεχνολογίες. Τέλος, η συμβολή των προσωπικών συστημάτων παρακολούθησης υγείας στον τομέα είναι εξίσου σημαντική, αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών και μειώνοντας το κόστος (Καβράκης, Κατσίμπας, 2011).

3. Τοπική και μητροπολιτική δικτύωση νοσοκομείων

Με τον όρο δικτύωση (networking) εννοούμε τη σύνδεση διάφορων συσκευών υλικού (υπολογιστών, εκτυπωτών, σκληρών δίσκων, δρομολογητών κτλ), έτσι ώστε να είναι εξίσου δυνατή η κατανομή και ο διαμοιρασμός όλων των διαθέσιμων πόρων ενός δικτύου (Ιτζάρης, 2008).

Τα δίκτυα ενός νοσοκομείου διακρίνονται σε δύο ομάδες:

- Τοπικά δίκτυα (LAN)
- Μητροπολιτικά δίκτυα (MAN)

3.1 Τοπικά δίκτυα περιοχής



Σχήμα 1. Απεικόνιση ενός LAN (Πηγή: Local area network,(n.d.))

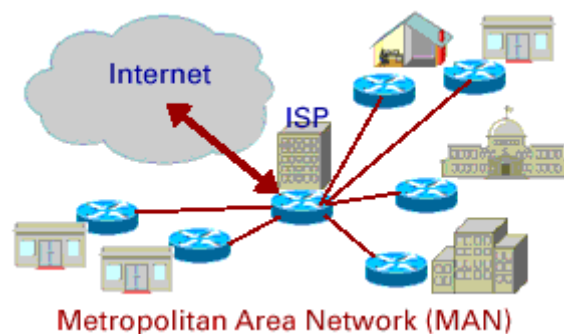
«Πρόκειται για ιδιωτικά δίκτυα, τα οποία βρίσκονται σε ένα μόνο κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα, ή σε μια έκταση μεγέθους λίγων χιλιομέτρων.

Χρησιμοποιούνται ευρέως για τη διασύνδεση προσωπικών υπολογιστών και σταθμών εργασίας σε γραφεία και εργοστάσια εταιρειών, με στόχο την κοινοχρησία πόρων (π.χ. εκτυπωτών) και την ανταλλαγή πληροφοριών» (Tanenbaum, 2003).

Στα πλαίσια ενός νοσοκομείου, ένα LAN εξυπηρετεί τους χώρους του, συνδέοντας τα τμήματα που το απαρτίζουν μεταξύ τους, δηλαδή το χειρουργείο, τα εξωτερικά ιατρεία, τη ρεσεψιόν, το μικροβιολογικό κ.α.

Ακόμη πολλά κέντρα υγειονομικής περίθαλψης έχουν παραπάνω από ένα LAN με σκοπό την εξασφάλιση της αυτονομία κάθε τμήματος, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με συσκευές, που ονομάζονται γέφυρες. Οι γέφυρες λειτουργούν στο επίπεδο συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων και εξυπηρετούν την αλληλεπίδραση μεταξύ των τμημάτων (Tanenbaum, 2003).

3.2 Μητροπολιτικά δίκτυα περιοχής



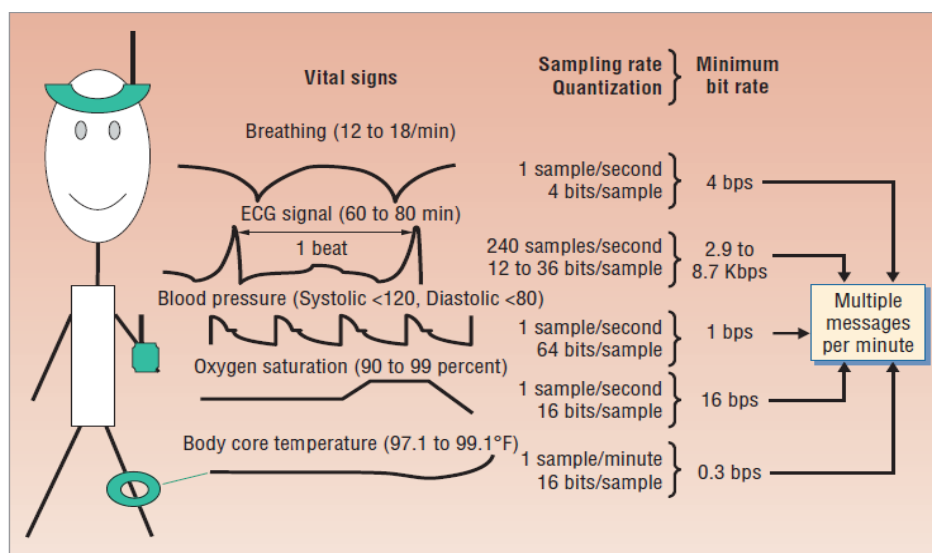
Σχήμα 2. Απεικόνιση ενός MAN (Πηγή: Man:-Metropolitan Area Network,(n.d.))

«Ένα δίκτυο MAN (metropolitan area network) εκτείνεται σε μια ευρύτερη περιοχή, όπως μία πόλη, συνδέοντας διάφορα LAN μεταξύ τους ή σταθμούς σε ένα μεγαλύτερο δίκτυο. Ένα παράδειγμα μητροπολιτικού δικτύου είναι η σύνδεση των παραρτημάτων μιας επιχείρησης σε μια πόλη» (Διακονικολάου, Αγιακάτσικα, & Μπούρας, 2007).

Στην περίπτωση ενός νοσοκομείου, ένα MAN προσφέρει επικοινωνία μεταξύ των νοσοκομείων μιας περιοχής και πιο συγκεκριμένα συμβάλλει στη διαδικασία της μεταφορά ενός ασθενή σε ένα άλλο κέντρο υγειονομικής περίθαλψης αποστέλλοντας άμεσα σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την κατάστασή της υγείας του.

4. Προσωπικό σύστημα παρακολούθησης υγείας

Ένα προσωπικό σύστημα παρακολούθησης υγείας περιλαμβάνει τη συστηματική διεξαγωγή περιοδικών εξετάσεων ρουτίνας των ασθενών σε σκοπό το συνεχή έλεγχο. Οι εξετάσεις αυτές αφορούν κυρίως τη ηλεκτροκαρδιακή δραστηριότητα, την πίεση του αίματος, το σφυγμό, τη θερμοκρασία του σώματος, και τον κορεσμό οξυγόνου. Εάν μια ή περισσότερες από τις παραπάνω μετρήσεις υπερβαίνει κάποιο προκαθορισμένο κατώτατο ή ανώτατο όριο, τότε σηματοδοτείται γεγονός έκτακτης ανάγκης. Το σύστημα μπορεί επίσης να ελέγξει άλλες παραμέτρους, όπως τις ιδιότητες του δέρματος, το βηματισμό και την ισορροπία, μια αναταραχή στην δραστηριότητα των μηχανών, την τρέχουσα θέση, την παρουσία καπνού, την απώλεια ή αύξηση βάρους, και την υγρασία στον ιδρωτισμό. Όπως παρουσιάζει παρακάτω το σχήμα 3, το προσωπικό σύστημα παρακολούθησης μπορεί να επιλέξει και να ψηφιοποιήσει κάθε λεπτό τα δεδομένα των εξετάσεων και να τα μεταδώσει πέρα από ένα δίκτυο (Varshney, 2008).



Σχήμα 3. Η μετάδοση των δεδομένων ενός προσωπικού συστήματος παρακολούθησης (Πηγή: Varshney, 2008)

Ωστόσο για υλοποιηθεί ένα τέτοιο σύστημα είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός δικτύου WBAN (Wireless Body Area Network), ή ενός δικτύου WSN (Wireless Sensor Network) ή και των δύο μαζί. Τα δίκτυα αυτά, σε συνδυασμό με τις συσκευές υλικού που ενσωματώνουν, δίνουν την δυνατότητα για αυτόματη παρακολούθηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων των εξετάσεων.

Ακόμη η εγκατάσταση του συστήματος MIMS (Mobile Intelligent Medical System) ενισχύσει εξίσου τη λειτουργία ενός προσωπικού συστήματος παρακολούθησης και συμβάλλει στην υποστήριξη αποφάσεων έκτακτης ανάγκης.

Ολά αυτά θα παρουσιαστούν στις ενότητες που ακολουθούν λεπτομερώς.

5. Δίκτυο WBAN

Πρόκειται για μια τεχνολογία δικτύου που προορίζεται πάνω ή μέσα στο ανθρώπινο σώμα (U.S. Department of Commerce, 2012). Είναι ιδιαίτερα δημοφιλές και έχει ενσωματωθεί πλέον σε κάθε σύγχρονο σύστημα τηλεϊατρικής με σκοπό τη διαχείριση της υγείας των ασθενών. Λειτουργεί κυρίως ως δίκτυο διαβίβασης σημαντικών πληροφοριών για τον ασθενή, διευκολύνοντας έτσι την αυτόματη συλλογή τους με στόχο την κατάταξη της κατάστασής του σε «σοβαρή» ή όχι χορηγώντας στη συνέχεια την αντίστοιχη αγωγή και θεραπεία. Υπάρχουν δύο τύποι συσκευών υλικού που απαιτούνται για ένα WBAN:

- Οι wearable (φορητές) συσκευές που χρησιμοποιούνται στην επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος.
- Οι εμφυτευμένες ιατρικές συσκευές που παρεμβάλλονται μέσα στο ανθρώπινο σώμα.

Οι λειτουργίες τους είναι τρεις (3): ο έλεγχος της κατάστασης του ασθενή, η συνεχής ανατροφοδότηση πληροφοριών για τη διατήρηση της βέλτιστης κατάστασης της

υγείας του και η παροχή της καλύτερης υγειονομικής περίθαλψης (Ahmad, Zafar, 2012).

5.1 Αρχιτεκτονική συστήματος τηλεϊατρικής μέσω WBAN

Ένα δίκτυο WBAN ενσωματώνεται σε ένα σύστημα τηλεϊατρικής, το οποίο αποτελείται από μεμονωμένα συστήματα παρακολούθησης υγείας που συνδέονται μέσω Διαδικτύου με διακομιστές (servers) ταξινομημένους ιεραρχικά. Στην πρώτη θέση τοποθετείται ο ιατρικός κεντρικός υπολογιστής. Ευθύνη του είναι να κρατά τις ηλεκτρονικές ιατρικές αναφορές των εγγραμμένων ασθενών και να παρέχει διάφορες υπηρεσίες στους χρήστες και το ιατρικό προσωπικό. Συγκεκριμένα επικυρώνει τους χρήστες, φορτώνει τα στοιχεία των ιατρικών αναφορών που ζητούνται κάθε φορά, τα αναλύει, και στη συνέχεια αναγνωρίζει τα σοβαρά περιστατικά προκειμένου να έρθουν σε επαφή οι υπεύθυνοι υγείας του ασθενούς έκτακτης ανάγκης και να διαβιβαστούν οι νέες οδηγίες στο προσωπικό.

Στην θέση δύο (2) της ιεραρχίας βρίσκεται ο προσωπικός κεντρικός υπολογιστής (PS) που αποτελεί και το κεντρικό μέρος του συστήματος. Μπορεί να εφαρμόζεται σε ένα PDA ή σε ένα κινητό τηλέφωνο, αλλά εναλλακτικά μπορεί να τρέχει και σε ένα προσωπικό Η/Υ. Τα PS είναι αρμόδια κυρίως για την παροχή διεπαφής με τις συσκευές υλικού του WBAN, με το χρήστη και με τον ιατρικό κεντρικό υπολογιστή.

Αρχικά, θα ορίσουμε την διεπαφή του PS με το WBAN, η οποία περιλαμβάνει τη διαμόρφωση και τη διαχείριση του δικτύου. Η διαμόρφωση καλύπτει τους ακόλουθους στόχους: την εγγραφή των wearable και μη wearable συσκευών (τύπος και αριθμός συσκευής), την έναρξη (π.χ., προσδιορισμός της συχνότητας δειγματοληψίας και του τρόπου λειτουργίας της κάθε συσκευής), την προσαρμογή (π.χ., συγκεκριμένη βαθμολόγηση των αποτελεσμάτων από το

χρήστη ή επεξεργασία βαθμολόγησης αφού φορτωθούν οι πληροφορίες), και την οργάνωση μιας ασφαλούς επικοινωνίας. Η εφαρμογή του PS, που διαχειρίζεται το δίκτυο, φροντίζει για το διαμοιρασμό του κανάλιου, το συγχρονισμό, την ανάκτηση, την επεξεργασία και την ασφάλεια των πληροφοριών. Στη συνέχεια, η παροχή διεπαφής με το χρήστη υλοποιείται μέσω ενός φιλικού προς το χρήστη γραφικού ή ακουστικού ενδιάμεσου, αφού συγκεντρωθούν οι πληροφορίες από τις συσκευές. (Milenkovic, Otto, & Jovanov, 2006).

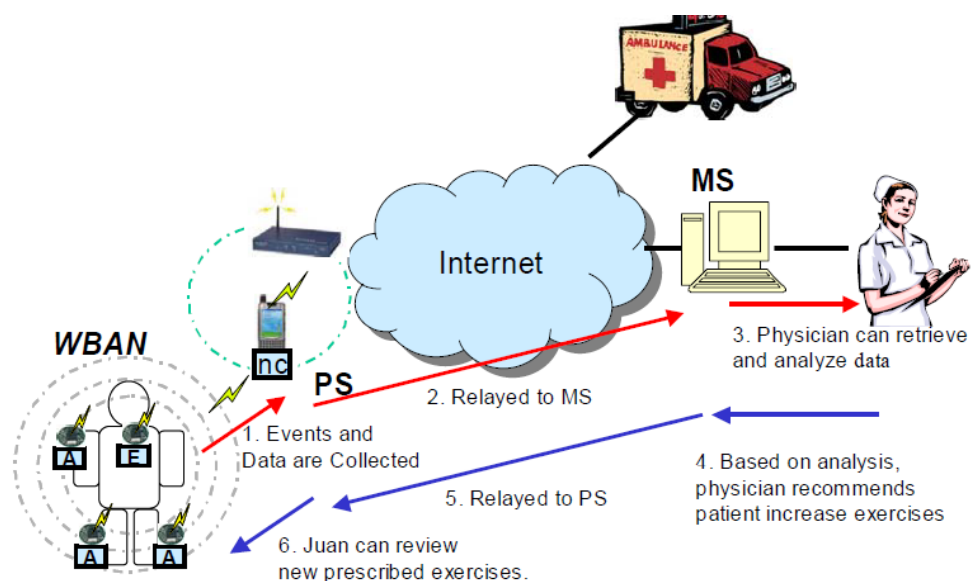
Ακόμη, η αλληλεπίδραση των προσωπικών κεντρικών υπολογιστών με τις wearable και μη wearable συσκευές του WBAN επιτυγχάνεται μέσω ενός συντονιστή δικτύου (nc) χρησιμοποιώντας σύνδεση με ZigBee ή Bluetooth. Ωστόσο για να επικοινωνήσει με τον ιατρικό κεντρικό υπολογιστή, ο προσωπικός κεντρικός υπολογιστής χρησιμοποιεί τα κινητά τηλεφωνικά δίκτυα (2G, GPRS, 3G) ή WLANs για να συνδεθεί με το Διαδίκτυο. Εάν στο κανάλι επικοινωνίας ο ιατρικός κεντρικός υπολογιστής είναι διαθέσιμος, τα PS καθιερώνουν μια ασφαλή επικοινωνία με τον ιατρικό κεντρικό υπολογιστή και στέλνουν εκθέσεις στοιχείων που μπορούν να ενσωματωθούν στη ιατρική αναφορά του ασθενή. Εντούτοις, εάν η σύνδεση μεταξύ των PS και του κεντρικού ιατρικού υπολογιστή δεν είναι διαθέσιμη, τα PS θα πρέπει να είναι σε θέση να αποθηκεύσουν τα στοιχεία τοπικά και να ξεκινήσουν να τα φορτώσουν, αφού επιτραπεί ξανά η σύνδεση. Αυτή η οργάνωση επιτρέπει την πλήρη διαβίβαση των στοιχείων με ασφάλεια και την φόρτωση πληροφοριών υγείας σε πραγματικό χρόνο .

Τέλος, στην τρίτη θέση έχουμε τις διάφορες συσκευές που τοποθετούνται στρατηγικά στο σώμα του ασθενή. Λαμβάνουν τις εντολές έναρξης και αποκρίνεται στις ερωτήσεις του προσωπικού κεντρικού υπολογιστή με τον οποίο διασυνδέονται. Υπάρχουν περιορισμοί για αυτές τις συσκευές, όπως για

παράδειγμα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις για ελάχιστο βάρος, μικροσκοπικό μέγεθος, χαμηλή ισχύ σε κατανάλωση με σκοπό την εξασφάλιση του συστηματικού έλεγχου και της συνεχούς σύνδεσης στο WBAN. Εφαρμόζονται ως μικροσκοπικά μπαλώματα ή ενσωματώνονται στα ενδύματα και τα παπούτσια. Συλλέγουν και επεξεργάζονται ακατέργαστες πληροφορίες σχετικά με την υγεία του ασθενή (π.χ. παλμός, μέτρηση σακχάρου, πίεση, θερμοκρασία σώματος κ.α.), τις αποθηκεύουν τοπικά, και τις στέλνουν επεξεργασμένες στον προσωπικό κεντρικό υπολογιστή.

Όταν η τοπική ανάλυση των στοιχείων είναι αναποτελεσματική ή δείχνει επείγουσα κατάσταση, το ανώτερο επίπεδο στην ιεραρχία μπορεί να εκδώσει αίτημα για μεταφορά των ακατέργαστων πληροφοριών στο επόμενο επίπεδο του συστήματος ώστε να κινητοποιηθεί κατάλληλα το προσωπικό (Otto et al.,2006).

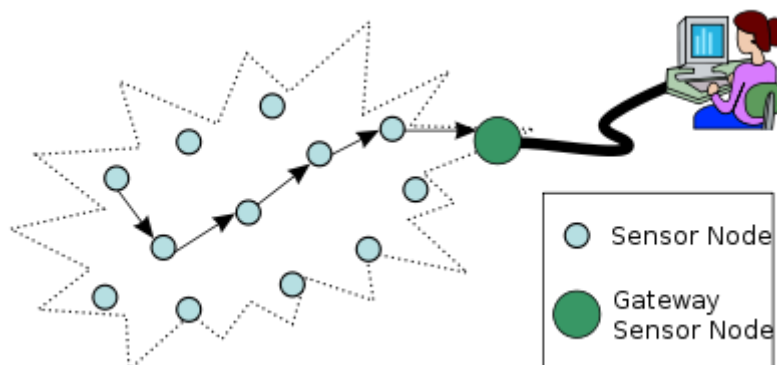
Στο παρακάτω σχήμα διαφαίνεται ξεκάθαρα η λειτουργία ενός συστήματος παρακολούθησης υγείας μέσω WBAN.



Σχήμα 4. Η ροή δεδομένων ενός συστήματος παρακολούθησης υγείας μέσω WBAN (Otto et all, 2006)

6. Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (WSN)

«Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (WSNs) αποτελούνται από ένα ή περισσότερα sink (ή base station) και από μερικές δεκάδες ή χιλιάδες κόμβους αισθητήρων (sensor nodes), οι οποίοι είναι διασκοπρισμένοι σε ένα χώρο. Οι κόμβοι αυτοί συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον και ανάλογα με την εφαρμογή, είτε επεξεργάζονται τις πληροφορίες και τις στέλνουν, είτε τις στέλνουν χωρίς καμιά επεξεργασία. Συνήθως αισθάνονται τη θερμοκρασία, το φως, τη δόνηση, τον ήχο, την ακτινοβολία κ.α. Οι πληροφορίες αυτές ταξιδεύουν μέσα στο δίκτυο, έχοντας σαν τελικό προορισμό τους τα sink. Ανάλογα με την εφαρμογή, τα sink ενδέχεται να αποστείλουν κάποια επερωτήματα (queries) προς τους κόμβους, με σκοπό να μαζέψουν χρήσιμες πληροφορίες» (Κούλλουρου, 2007) . Ο κάθε κόμβος-αισθητήρας υποστηρίζει έναν αλγόριθμο δρομολόγησης multi-hop διευκολύνοντας έτσι τη μεταφορά και διαβίβαση των πακέτων δεδομένων στη βάση (Μυλωνάς, 2009).

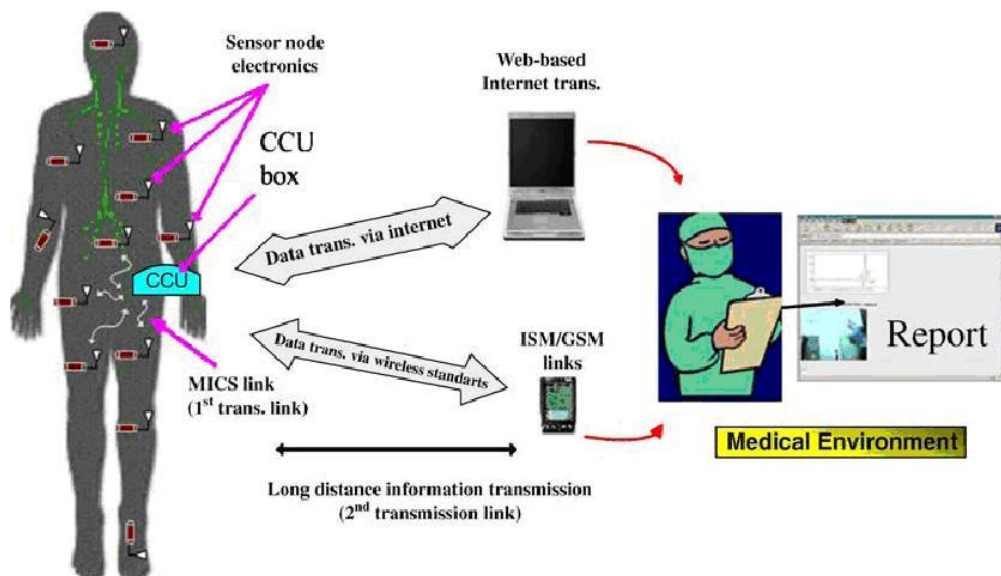


Σχήμα 5. Αρχιτεκτονική ασύρματου δικτύου αισθητήρων (Πηγή: Wireless Sensor Network, (n.d.))

Όσον αφορά το χώρο της υγείας, σήμερα η χρήση ενός εξελιγμένου δικτύου αισθητήρων με σκοπό την παροχή υγεινομικών υπηρεσιών δημιουργεί εξίσου νέες ευκαιρίες. Έχει την ικανότητα να διαχειρίζεται και να συντηρεί ένα συνεχές ιατρικό ιστορικό. Με βάση αυτό, το νοσηλευτικό προσωπικό μπορεί να ελέγξει την υγεία και τις δραστηριότητες των ασθενών και είναι σε θέση να παρακολουθεί πιο ενταντικά τις

χρόνιες παθήσεις και τους ανάπηρους. Ακόμη, οι δαπάνες εγκατάστασης του είναι αρκετά χαμηλές γεγονός που συμβάλλει στην επέκταση του παροδοσιακού κλινικού νοσοκομείου σε τηλε-νοσοκομείο.

Πιο συγκεκριμένα, ένα ιατρικό σύστημα παρακολούθησης υλοποιείται μέσω πολλοπλών δικτύων αισθητήρων, τα οποία ενσωματώνουν ετερογενείς συσκευές, μερικές πάνω στο σώμα του ασθενή και άλλες που τοποθετούνται μέσα στο σώμα του (βλ. σχήμα 7). Μαζί ενημερώνουν τον πάροχο της υγειονομικής περίθαλψης για την κατάσταση της υγείας του ασθενή. Τα στοιχεία συλλέγονται, αθροίζονται, προεπεξεργάζονται, αποθηκεύονται με τη βοήθεια ποικίλων αισθητήρων, όπως αισθητήρας μέτρησης πίεσης, αισθητήρας πατωμάτων, περιβαλλοντικός αισθητήρας, αισθητήρας σκόνης, κ.λ.π.. Τα πολλαπλά δίκτυα WSNs ενός νοσοκομείου μπορούν να συνδεθούν με το κυρίως σύστημα από μια πύλη (gateway), ή άμεσα στη βάση δεδομένων του συστήματος (Virone et all, 2006).



Σχήμα 6. Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων σε ιατρικό περιβάλλον (Mehmet et all, 2007)

6.1 Κόμβοι αισθητήρων (Sensor Nodes)

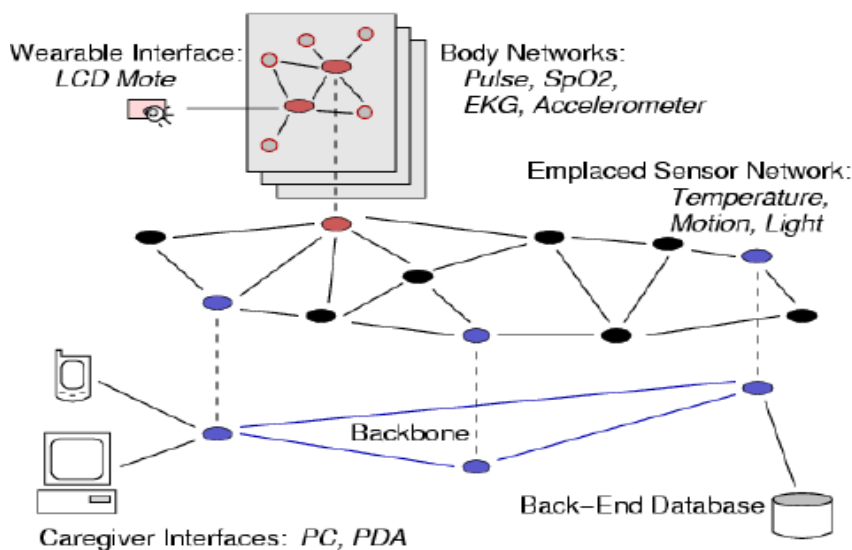
Ανάλογα με το σκοπό εγκατάστασης ενός δικτύου αισθητήρων, οι κόμβοι εμφανίζουν και διαφορετική δομή, ώστε να ανταπεξέλθουν καλύτερα στις προβλεπόμενες απαιτήσεις. Ωστόσο τα βασικά συστατικά μέρη τους μπορούμε να πούμε είναι τα εξής:

- Το υποσύστημα αίσθησης: Αποτελείται από δύο υποενότητες τους αισθητήρες και τους μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό σήμα (analog-to-digital converter -ADCs). Παρέχει τη διεπαφή όπου μετατρέπονται οι υπό μέτρηση ποσότητες (μη ηλεκτρικές ή χημικές ποσότητες) σε ηλεκτρικά σήματα.
- Το υποσύστημα επεξεργασίας: Παίζει κύριο ρόλο στη διαχείριση της συνεργασίας με τους υπόλοιπους αισθητήρες, με την εκτέλεση καθορισμένων απλών υπολογισμών για την συνάθροιση των δεδομένων και την αποθήκευσή τους.
- Το υποσύστημα επικοινωνίας και μετάδοσης δεδομένων: Είναι το πιο σημαντικό τμήμα μιας και ενώνει τον κόμβο με το υπόλοιπο δίκτυο μέσω της αποστολής και λήψης πληροφοριών. Αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας, επηρεάζοντας έτσι την απόδοση του κόμβου αλλά και τη συνολική απόδοση του δικτύου.

(Παπαδιά, Χονδρονασίου, 2009)

7. Σύστημα Παρακολούθησης σε συνδυασμό με WBAN & WNS

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τη δομή ενός προσωπικού συστήματος συστήματος, αποτελούμενο από δίκτυα αισθητήρων και δίκτυα περιοχής σώματος. Όπως αναφέρουν λοιπόν στο βιβλίο τους οι Virone, Wood και Selavo (Virone et all, 2006), τα συστατικά μέρη, που αποτελείται, είναι το body network, sensor network, backbone network, μια βάση δεδομένων Back-End και τα interfaces. Το παρακάτω σχήμα (σχήμα 3) καταδεικνύει την αρχιτεκτονική του και στη συνέχεια περιγράφονται τα μέρη με βάση τη λειτουργία και τη φυσική τους διασύνδεση.



Σχήμα 7. Πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική ιατρικού συστήματος παρακολούθησης μέσω WSN και WBAN (Virone et all, 2006)

Body network:

Το δίκτυο περιοχής σωμάτων εκτός από τις συσκευές υλικού του ενσωματώνει στο συγκεκριμένο σύστημα συσκευές που ονομάζονται ενεργοποιητές. Βασικό τους καθήκον είναι να ειδοποιούν τις διεπαφές (interfaces) του προσωπικού ή των ασθενών για κάποιο σημαντικό μήνυμα από τις συσκευές του BAN. Παραδείγματος χάριν, ένας ενεργοποιητής μπορεί να υπενθυμίσει στον υπεύθυνο για την αποστύρωση των

εργαλείων να ελέγξει τον κλίβανο-φούρνο, διότι ανιχνεύτηκε απότομα υψηλή θερμοκρασία. Ή, ένας ηχος μπορεί να δείξει ότι είναι ο κατάλληλος χρόνος χορήγησης φαρμάκου στον ασθενή. Οι wearable και μη wearable συσκευές και οι ενεργοποιητές επικοινωνούν μεταξύ τους. Αντίστοιχα το κάθε δίκτυο περιοχής σωμάτων επικοινωνεί με το δίκτυο αισθητήρων μέσω ενός κόμβου. Λόγω του μεγέθους και των ενεργειακών περιορισμών, οι κόμβοι δεν έχουν πολλές ικανότητες επεξεργασίας και αποθήκευσης.

Sensor network:

Περιλαμβάνει συσκευές αισθητήρων που επεκτείνονται στο χώρο (δωμάτια, διάδρομοι, έπιπλα) και υποστηρίζουν την ανίχνευση, επεξεργασία και συλλογή πληροφοριών σχετικά με την θερμοκρασία, υγρασία, κίνηση, ήχος κ.λπ. Παρέχει επίσης ένα χωρικό πλαίσιο για την συνένωση των στοιχείων και την ανάλυση τους. Όλες οι συσκευές του δικτύου συνδέονται με το κυρίως δίκτυο (βλ. Backbone network). Οι αισθητήρες επικοινωνούν χρησιμοποιώντας τη δρομολόγηση multi-hop είτε ενσύρματα είτε ασύρματα. Οι λειτουργίες τους μπορούν να ποικίλουν, αλλά γενικά δεν ενδείκνυται για εκτέλεση εκτενών υπολογισμών ή αποθήκευση πολλών στοιχείων. Τα δίκτυα αισθητήρων μπορούν και αλληλεπιδρούν με τα body networks με σκοπό τη διαχείριση και τη συντήρηση των σημαντικών πληροφοριών των ασθενών.

Backbone network:

Το Backbone network συνδέει τις διεπαφές, όπως PDAs, PC (βλ. human interfaces), και τις βάσεις δεδομένων με το sensor network. Συνδέει επίσης τα δίκτυα αισθητήρων μεταξύ τους με υψηλή ταχύτητα αναμετάδοσης για αποδοτικότερη δρομολόγηση.

Back-end Databases:

Ενας ή περισσότεροι κόμβοι που συνδέονται με το δίκτυο Backbone χρησιμοποιούνται ως βάσεις δεδομένων για τη μακροπρόθεσμη αρχειοθέτηση και ανάσυρση δεδομένων.

Human Interfaces:

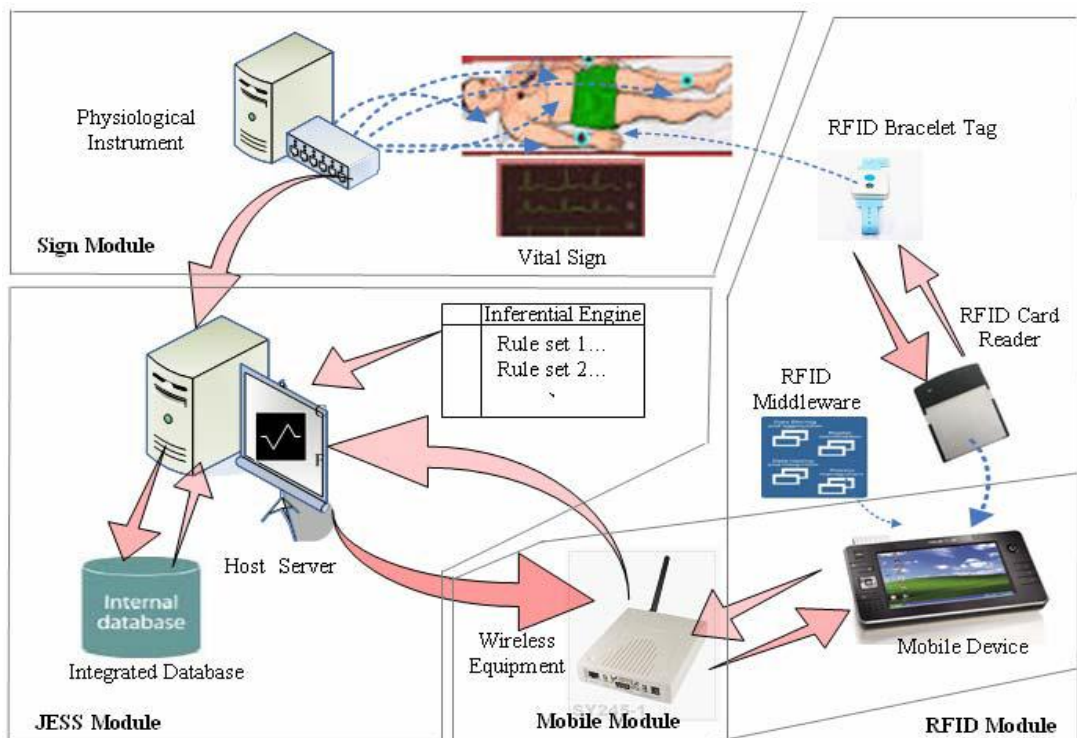
Οι ασθενείς και το νοσηλευτικό προσωπικό αλληλεπιδρούν με το κυρίως δίκτυο χρησιμοποιώντας PDAs, τα PC, ή τις wearable συσκευές. Η λειτουργία τους αφορά τη διαχείριση δεδομένων, τη δημιουργία ερωτημάτων, τη θέση του ασθενή, την ενίσχυση μνήμης, και τη διαμόρφωση ανάλογα με το ποιος έχει πρόσβαση στο σύστημα και για ποιο σκοπό. Περιορισμένες διεπαφές υποστηρίζονται από τους αισθητήρες σωμάτων. Αυτοί μπορούν να παρέχουν κυρίως υπηρεσίες στους ασθενείς, ενίσχυση μνήμης, ειδοποιήσεις, και ένα κανάλι επικοινωνίας έκτακτης ανάγκης. Τα PDAs και τα PC παρέχουν τις πλουσιότερες διεπαφές σε πραγματικό χρόνο και ιστορικά στοιχεία. Οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιούν τις συσκευές αυτές για να καθορίσουν τα καθήκοντά τους και να ενημερωθούν για τα σημαντικά στοιχεία των ασθενών τους.

8. Mobile Intelligent Medical System (MIMS)

Η κινητή τεχνολογία έχει αναπτυχθεί επίσης και εφαρμόζεται σήμερα στα νοσοκομεία με βασικούς στόχους την προσωπική παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και την παροχή νοσηλευτικής φροντίδας με τη χρήση κινητών και ασύρματων δικτύων επικοινωνίας (Jen et al, 2007). Παλαιότερα, το ιατρικό προσωπικό δεν ήταν σε θέση από μόνο του αυτόματα να ανιχνεύσει τυχόν ανωμαλίες κατά τη διάρκεια νοσηλείας των ασθενών και κατ' επέκταση να τηρήσει άμεσα και με συνέπεια τα καθήκοντά του. Εντούτοις, στα περισσότερα ιατρικά πληροφορικά συστήματα καταγράφονταν με το χέρι οι πληροφορίες για την φροντίδα και τον έλεγχο του ασθενούς. Γι' αυτό το λόγο, ήταν επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας ενός έξυπνου ιατρικού συστήματος για τη συστηματική παρακολούθηση-έλεγχο και την υποστήριξη αποφάσεων έκτακτης ανάγκης, όταν το προσωπικό δεν είναι διαθέσιμο.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τους Trappey (Trappey, C., V., Trappey, A., J., C., 2009) ένα σύστημα MIMS μπορεί και ενισχύει τις νοσοκομειακές υπηρεσίες και την επικοινωνία σε

πραγματικό χρόνο μεταξύ ασθενών και ιατρικού προσωπικού. Αποτελείται από τα εξής (υπο)συστήματα: το κινητό ιατρικό σύστημα, ένα σύστημα τεχνολογίας RFID, ένα σύστημα JESS, και ένα σύστημα συγκέντρωσης και μεταφοράς δεδομένων (Sign Module) (βλ. σχήμα 8). Είναι προγραμματισμένο σε Java και ενσωματώνει μια βάση συλλογής δεδομένων από συσκευές RFID και μια βάση δεδομένων που εκδίδει ειδοποιήσεις και στέλνει διαγνωστικά μηνύματα. Συγκεκριμένα, οι συσκευές RFID (βλ. τεχνολογία RFID) ταυτοποιούν τους ασθενείς και συλλέγουν τις βιο-πληροφορίες τους. Αφού συγκεκρωθούν οι πληροφορίες από τις ειδικές αυτές συσκευές παρακολούθησης, τροφοδοτούνται σε ένα σύστημα συμπερασμάτων με τελικό στάδιο την υποστήριξη αποφάσεων. Έτσι, το MIMS καταδεικνύει πώς να παρέχει περισσότερες αποδοτικές υπηρεσίες στους ασθενείς, ενώ αυξάνει την ασφάλεια και την ποιότητα σε ένα διασκορπισμένο ιατρικό περιβάλλον.



Σχήμα 8. Αναπαράσταση συστήματος MIMS (Trappey, Trappey, 2009)

Επιπρόσθετα, με βάση τις ανάγκες του κάθε νοσοκομείου μπορούμε να πούμε ότι ένα MIMS είναι υπεύθυνο για την έκδοση και την ανίχνευση συναγερμών (γεγονότα έκτακτης ανάγκης), την ενοποίηση των πληροφοριών, την αποστολή μηνυμάτων στο νοσηλευτικό

προσωπικό, το χειρισμό των ετικετών RFID (tags), το συγχρονισμός της μετάδοσης των δεδομένων-βιοπληροφοριών, το χειρισμό του λογισμικού και της διεπαφής με το χρήστη, τον έλεγχο της βάσης δεδομένων και της αυθεντίας των χρηστών, την κρυπτογράφηση των επικοινωνιών μέσω κώδικα EPC, και την επικοινωνία με τον κεντρικό διακομιστή του συστήματος.

8.1 Τεχνολογία RFID

Τα αρχικά RFID σημαίνουν αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων. Το ακρόνυμο αναφέρεται σε μικρές ηλεκτρονικές συσκευές που αποτελούνται από ένα μικρό τσιπ και μια κεραία. Το τσιπ είναι τυπικά ικανό να μεταφέρει περίπου δεδομένα των 2.000 bytes (What is RFID?, (n.d.)). Η τεχνολογία αυτή αναπτύσσει ένα ασύρματο σύστημα που χρησιμοποιεί τη ραδιοσυχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων για να μεταφέρει δεδομένα από μια ετικέτα (tag), η οποία είναι προσκολλημένη σε ένα αντικείμενο (π.χ. σώμα, κρεβάτι). Μερικές ετικέτες δεν απαιτούν μπαταρία και τροφοδοτούνται από ηλεκτρομαγνητικά πεδία, ενώ άλλες χρησιμοποιούν μια τοπική πηγή ισχύος και εκπέμπουν ραδιοκύματα. Η ετικέτα περιέχει τις ηλεκτρονικά αποθηκευμένες πληροφορίες που μπορούν να διαβαστούν από διάφορους μετρητές μακριά (Radio-frequency identification, (n.d.)).

Στην περίπτωση του τομέα της υγείας, η τεχνολογία RFID επιτρέπει την μετάδοση των πληροφοριών μέσω ενός σήματος (εμβλήματος) αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (IF Identification badge). Τα στοιχεία που είναι αποθηκευμένα στα badges μπορούν να διαβαστούν από μεγάλες αποστάσεις. Άλλες λειτουργίες των badges είναι η διαβίβαση και η αποθήκευση των πληροφοριών. Επιπλέον, τα RFID badges μπορούν να ενσωματωθούν με αισθητήρες (π.χ., μέτρησης θερμοκρασίας και πίεσης του αίματος) και να τοποθετηθούν στον ιματισμό σαν βραχιόλια ή ακόμα και ως εμφυτεύματα στο σώμα ώστε να επιτρέπουν τον έλεγχο

και την τήρηση αρχείων σχετικά με τις πληροφορίες των ασθενών σε διαφορετικές τοποθεσίες οποιαδήποτε στιγμή (Park, Seol, & Oh, 2005). Κατά συνέπεια, η τεχνολογία RFID βοηθά το χώρο της υγείας στην αυτοματοποίηση και ενεργό συλλογή δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα εξαλείφονται τα ανθρώπινα λάθη. Ωστόσο, όσον αφορά το σύστημα MIMS απαιτείται μοναδικός αριθμός αναγνώρισης (UID) για κάθε RFID βραχιόλι ασθενή. Το βραχιόλι, στη συνέχεια, συνδέεται με το αρχείο του ασθενή και έπειτα με έναν υπολογιστή- διακομιστή. Οι γιατροί, οι νοσοκόμες, και το εξουσιοδοτημένο ιατρικό προσωπικό φέρει ασύρματες κινητές συσκευές που μπορούν επίσης να συνδέσουν με τα RFID χρησιμοποιώντας συνδετήρες USB (Trappey, Trappey, 2009).

8.2 Αρχιτεκτονική Συστήματος MIMS

Ένα MIMS είναι σχεδιασμένο σε πέντε επίπεδα, όπως περιγράφεται στο paper των Trappey (Trappey, Trappey, (2009)), και αναλυτικότερα παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- 1. Επίπεδο δεδομένων:** Περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία σχετικά με τον ασθενή, δηλαδή πληροφορίες (όνομα, ηλικία κ.α.), ασφαλιστικά στοιχεία, ιατρική διάγνωση, και στοιχεία ιατρικής περίθαλψης. Το επίπεδο δεδομένων ενσωματώνεται με το σύστημα πληροφοριών υγείας (HIS).
- 2. Επίπεδο πρόσβασης:** Περιλαμβάνει λογικές διαδικασίες που επεξεργάζονται και ενοποιούν τα δεδομένα περίθαλψης (δεδομένα πρώτου επιπέδου) με τα στοιχεία που μεταδίδονται από τα RFID. Το επίπεδο αυτό αποτελεί τη γέφυρα μεταξύ του επιπέδου δεδομένων και του επόμενου επιπέδου (επίπεδο μετατροπής).
- 3. Επίπεδο μετατροπής:** Περιλαμβάνει την παράδοση μηνυμάτων, τη μονάδα γραφικών, τη μονάδα ψηφιοποίησης στοιχείων, και τη μονάδα μορφοποίησης στοιχείων.

4. Επίπεδο χειρισμού: Αυτό το στρώμα περιλαμβάνει τη μονάδα μηνύματος, τη μονάδα εικόνας, τη μονάδα φωνής και τη μονάδα XML για την ανταλλαγή και τον μοιρασμό των στοιχείων σε διάφορα σχήματα.

5. Επίπεδο παρουσίασης: Περιλαμβάνει τους τύπους παρουσίασης, φορητές συσκευές, συσκευές φωνής, και οι διεπαφές με το σύστημα πληροφοριών υγείας (HIS). Οι κινητές συσκευές (PDA, κινητό τηλέφωνο, κ.λπ.) είναι σημαντικές για την κινητικότητα των νοσοκόμων, παθολόγων, και άλλων πάροχων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης.

9. Body Motoring Device

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιάσουμε συσκευές που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία σήμερα με σκοπό την ενίσχυση της προσωπικής παρακολούθησης και ελέγχου των ασθενών. Οι συγκεκριμένες συσκευές εφαρμόζονται πάνω στο σώμα ή τοποθετούνται ως εμφυτεύματα και συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός ασύρματου δικτύου BAN («Boby Area Network», (n.d.)).

Ασύρματη συσκευή μέτρησης σακχάρου: «Ερευνητές από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Σαν Ντιέγκο και την εταιρεία GlySens δημιούργησαν έναν εμφυτεύσιμο αισθητήρα ο οποίος μετράει αδιάκοπα το σάκχαρο του αίματος και μεταδίδει ασύρματα τις πληροφορίες, γεγονός άκρως σημαντικό σε ό,τι αφορά την αντιμετώπιση του διαβήτη. Το σύστημα βασίζεται σε έναν αισθητήρα ο οποίος ανιχνεύει το οξυγόνο στους ιστούς όπου εμφυτεύεται και με τον τρόπο αυτόν μετράει τη γλυκόζη» («Ασύρματη συσκευή μετράει το σάκχαρο», 2010).

Ασύρματη συσκευή Holter: Καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Αυτό το όργανο ελέγχου χρησιμοποιεί

ασύρματη κυψελοειδή τεχνολογία για να στείλει αυτόματα τα καταγραμμένα στοιχεία στο γραφείο του γιατρού ή στην επιχείρηση που ελέγχει τα στοιχεία («Types of Holter and Event Monitors», (n.d.)). Αποτελούνται από καλώδια που συνδέουν τη συσκευή με τους αισθητήρες, οι οποίοι προσκολλώνται στο στήθος. Συνήθως, χρησιμοποιούνται για την ανιχνεύση προβλημάτων καρδιάς που δεν εμφανίζονται συχνά.

Electromyogram (EMG) Sensor: Συσκευή μέτρησης της αντίδρασης των μυών στα νευρικά ερεθίσματα. Πιο συγκεκριμένα, ανιχνεύει την ηλεκτρική δραστηριότητα που παράγεται από τα κύτταρα των μυών, όταν αυτά συστέλλονται. Το EMG χρησιμοποιεί ηλεκτρόδια βελόνων προκειμένου να μελετηθούν μικρές περιοχές μυών, ή ηλεκτρόδια επιφάνειας για μεγαλύτερες συστολές μυών («Electromyography (EMG)», (n.d.)). Τα σήματα που εκπέμπουν οι αισθητήρες, που είναι ενσωματωμένοι στο ηλεκτρομυογράφημα, ενδείκνυνται για διαγνώσεις νευρομυϊκών παθήσεων («Electromyography», (n.d.))

Αισθητήρας μέτρησης αρτηριακής πίεσης: Συσκευή μέτρησης πίεσης του αίματος. Συγκεκριμένα, μετρά τη συστολική, διαστολική και μέση αρτηριακή πίεση. Αποτελείται από μια διεπαφή και ένα λογισμικό για την συλλογή των δεδομένων (Blood pressure sensor, (n.d.)).

Respiratory Inductive Plethystmography (RIP): Όργανο μέτρησης της αλλαγής στον όγκο κάθε αναπνευστικού κύκλου. Λειτουργεί με αισθητήρες που τοποθετούνται στο στήθος ή στην κοιλιακή χώρα. Παρέχει πληροφορίες σχετικά με την συχνότητα της αναπνοής και το αναπνευστικό σύστημα (Frigola, Amat, & Pagès, 2002).

Ασύρματος οφθαμικός αισθητήρας τηλεμετρίας (WOTS): Πρόκειται για έναν ασύρματο, μίας χρήσης, μαλακό, υδροφιλικό φακό επαφής. Περιέχει μετρητές πίεσης με σκοπό να ελέγξουν την ταλάντευση του κερατοειδούς αδένος, κάτι που σχετίζεται

άμεσα με την διακύμανση της ενδοφθάλμιας πίεσης (IOP). Τα αποτελέσματα στέλνονται ασύρματα σε μια κεραία που φοριέται γύρω από το μάτι και συνδέεται με ένα φορητό όργανο καταγραφής μέσω ενός λεπτού εύκαμπτου καλωδίου στοιχείων («New implantable device for continuous IOP monitoring», 2009).

10. Συμπεράσματα

Η εγκατάσταση δικτύων, και κυρίως των ασύρματων, σε ένα νοσοκομείο προσφέρει σίγουρα πολλές ευκολίες. Ευκολίες στη δικτύωση των τμημάτων, στη διάγνωση των ασθενειών, στη επικοινωνία μεταξύ νοσηλευτικού, ιατρικού και παραϊατρικού προσωπικού αλλά και με τους πάσχοντες, στη πρόσβαση σε δικτυακές ιατρικές συσκευές (όπως Holter, μετρητής αρτηριακής πίεσης κ.α.) και στην τακτική προσωπική παρακολούθηση της υγείας.

Ακόμη, η ασύρματη δικτύωση σε συνδυασμό με έξυπνα ιατρικά συστήματα παρακολούθησης (MIMS) βοηθούν στην καλύτερη εσωτερική οργάνωση και μεταφορά των βιο-πληροφοριών ενός διασκορπισμένου ιατρικού περιβάλλοντος. Έτσι, το νοσοκομείο αποκτά ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλα που υστερούν σε τεχνολογική υποδομή.

Ωστόσο, είναι επιτακτικό το προσωπικό των κέντρων υγείας να ειδικευτεί στη χρήση των διάφορων ιατρικών συστημάτων και συσκευών διότι τα περισσότερα προβλήματα εντοπίζονται στη λανθασμένη χρήση τους. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη παρακολούθηση αντίστοιχων σεμιναρίων ή εκπαιδευτικών προγραμμάτων.

Τέλος, ένα επιπλέον ζήτημα που θα πρέπει να εξεταστεί περαιτέρω είναι η ασφάλεια. Ένα σύγχρονο νοσοκομείο είναι σημαντικό να έχει μεριμνήσει για την προστασία των αρχείων των ασθενών του και την ασφαλή μεταφορά τους όχι μόνο με κώδικα κρυπτογράφησης EPC, όπως αναγράφεται παραπάνω, αλλά και μέσω

firewall, φιλτράρισματος των χρηστών με βάση το MAC address τους και συνεχής αναβάθμισης των αντιβιοτικών προγραμμάτων (antivirus).

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ahmad, J., Zafar, F., (2012). «Review of Body Area Network Technology & Wireless Medical Monitoring», International Journal of Information and Communication Technology Research, Vo 2, διαθέσιμο στο <http://www.esjournals.org>

«Ασύρματη συσκευή μετράει το σάκχαρο», (2010, Ιούλιος), Το Βήμα, διαθέσιμο στο <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=346089>

«Blood pressure sensor», (n.d.), διαθέσιμο στο <http://www.vernier.com/products/sensors/bps-bta/>

Body Area Network, (n.d.), διαθέσιμο στο http://en.wikipedia.org/wiki/Body_area_network

Διακονικολάου, Γ., Αγιακάτσικα, Α., Μπούρας, Η., (2007). «Επιχειρησιακή Διαδικτύωση», 2η έκδοση, Κλειδάριθμος

Electromyography (EMG), (n.d.) διαθέσιμο στο [http://sensorwiki.org/doku.php/sensors/electromyography?s\[\]=electromyogram](http://sensorwiki.org/doku.php/sensors/electromyography?s[]=electromyogram)

Electromyography, (n.d.), διαθέσιμο στο <http://en.wikipedia.org/wiki/Electromyography>

Frigola, M., Amat, J., Pagès, J., (2002). «Vision Based Respiratory Monitoring System», Proceedings of the 10th Mediterranean Conference on Control and Automation – MED2002

Ιτζάρης, Θ., (2008). «Networking Feasibility and Viability of a Hospital», Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

- Jen, W., Y., Chao, C., C., Hung, M., C., Li, Y., C, Chi, Y., P., (2007). «Mobile information and communication in the hospital outpatient service», *International Journal of Medical Informatics* Vol. 76, pp. 565-574
- Καβράκης, Π., Κατσίμπας, Θ., (2011). «Networks for Health: Personal Health Monitoring, Hospital networking – Case Studies», Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Κούλλουρου, Π., (2007). «Έλεγχος Συμφόρησης στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων», Πανεπιστήμιο Κύπρου
- Milenkovic, A., Otto, C., Jovanov, E., (2006). «Wireless Sensor Networks for Personal Health Monitoring: Issues and an Implementation Electrical and Computer Engineering Department», The University of Alabama in Huntsville
- Μυλωνάς, Π., (2009). «Sensor networks», Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- «New implantable device for continuous IOP monitoring», (2009, Απρίλης) διαθέσιμο στο <http://www.eurotimes.org/09April/NewsinBrief.pdf>
- Otto, C., Milenkovic, A., Sanders, C., Jovanov, E., (2006, January). «System Architecture of a Wireless Body Area Sensor Network for Ubiquitous Health Monitoring». *Journal of Mobile Multimedia*, Vol. 1, No.4, 2006, pp. 307-326
- Παπαδιά, Π., Χονδρονασίου, Μ., (2009). «Μελέτη Ασύγχρονου Πρωτοκόλλου Μη Θυριδωτής Πρόσβασης για Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων», Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Αριστοτελειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Park, JI., Seol, DJ., A., Oh, Y., H., (2005). «Design and implementation of an effective mobile healthcare system using mobile and RFID technology», pp. 263-266, *Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry*
- «Radio-frequency identification», (n.d.) διαθέσιμο στο http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification
- Tanenbaum, S., A., (2003). «Δίκτυα Υπολογιστών», Κλειδάριθμος, 4η έκδοση, Prentice Hall

Trappey, C., V., Trappey, A., J., C., (2009, October). «Develop Patient Monitoring and Support System Using Mobile Communication and Intelligent Reasoning», pp. 1226-1230. Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics

Τσουκαλάς, Δ., (n.d), «Υγεία για όλους», διαθέσιμο στο <http://www.drtsoukalas.com/subject.php?id=107>

Types of Holter and Event Monitors, (n.d.), διαθέσιμο στο http://www.nhlbi.nih.gov/health//dci/Diseases/holt/holt_types.html

U.S. Department of Commerce, (n.d.), «Implant Communications in Body Area Networks», διαθέσιμο στο <http://www.nist.gov/itl/antd/emntg/ban.cfm>

Varshney, U., (2008, May). «Improving Wireless Health Monitoring Using Incentive-Based Router Cooperation», pp.56-61, IEEE Computer Society

Virone, G., Wood, A., Selavo, L., Cao, Q., Fang, L., Doan, T., He, Z., Stoleru, R., Lin, S., Stankovic, J., A., (2006), «An Advanced Wireless Sensor Network for Health Monitoring», In Proceedings of the 1st Transdisciplinary Conference on Distributed Diagnosis and Home Healthcare.

«What is RFID?», (n.d.), διαθέσιμο στο <http://www.technovelgy.com/ct/technology-article.asp>

12. ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1 : «Local Area Network», (n.d), διαθέσιμο στο

http://www.hill2dot0.com/wiki/index.php?title=Local_area_network

Σχήμα 2 : «Man: - Metropolitan Area Network», (n.d.), διαθέσιμο στο

<http://mynetworksource.blogspot.gr/p/lan-local-area-network-lan-network.html>

Σχήμα 3 : «Improving Wireless Health Monitoring Using Incentive-Based Router

Cooperation» by Varshney, U., (2008, May). pp. 57. IEEE Computer Society

Σχήμα 4 : «System Architecture of a Wireless Body Area Sensor Network for Ubiquitous

Health Monitoring» by Otto, C., Milenkovic, A., Sanders, C., and Jovanov, E., Journal of Mobile Multimedia, Vol. 1, No.4, 2006 January.

Σχήμα 5 : «Wireless Body Sensor Network Using Medical Implant Band» by Mehmet,

R., Y., Steven, W., P., Ng., Naung, L., M., Jamil Y. K., and Wentai, L., Springer Science and Business Media, Vol. 31, No. 6, pp. 468, 2007 December.

Σχήμα 6: Wireless Sensor Networks, διαθέσιμο στο

http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network

Σχήμα 7: «An Advanced Wireless Sensor Network for Health Monitoring» by Virone, G.,

Wood, A., Selavo, L., Cao, Q., Fang, L., Doan, T., He, Z., Stoleru, R., Lin, S., and Stankovic, J., A., In Proceedings of the 1st Transdisciplinary Conference on Distributed Diagnosis and Home Healthcare, 2006

Σχήμα 8: «Develop Patient Monitoring and Support System Using Mobile

Communication and Intelligent Reasoning» by Trappey, C., V., and Trappey, A., J., C., Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, San Antonio, TX, USA, pp. 1197, October 2009

ΕΞΩΦΥΛΛΟ

- «Health of networks», (n.d.), διαθέσιμο στο <http://www.healthcareglobal.com/>