

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Applying of sensor networks for personal health & well being

Εφαρμογή αισθητήρων στην υγεία και στον
αθλητισμό

Αλέξανδρος Καραφυλλούδης Α.Μ:ΜΙΣ16027

Αθανάσιος Φαλάρας Α.Μ:ΜΙΣ16015

Μαριγκλέν Λιτσκολλάρι Α.Μ:ΜΙΣ16026

16/5/2016

ΜΑΘΗΜΑ:ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ:ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ

ΤΜΗΜΑ:ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΜΙΣ)

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ:2015-2016

Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει ως βασικό στόχο την παρουσίαση πραγματικών περιπτώσεων προϊόντων (real cases) που έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες, ρόλος των οποίων είναι η καταγραφή και αποστολή δεδομένων που αφορούν ζωτικά στοιχεία του ανθρώπινου σώματος. Οι κατηγορίες συσκευών που μελετώνται έχουν πρακτική εφαρμογή σε δύο βασικούς τομείς: την προσωπική υγεία και τη σωματική άσκηση. Τα δεδομένα που έχουν καταγραφεί καταλήγουν είτε στον χρήστη είτε αποθηκεύονται σε κεντρικό server, στον οποίο έχει πρόσβαση μόνο το εξουσιοδοτημένο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό, για επεξεργασία και υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων.

Στη συνέχεια γίνεται ταξινόμηση και ομαδοποίηση των συσκευών, με βάση την κατηγορία στην οποία περιλαμβάνονται, τα χαρακτηριστικά, τη χρήση και τη συνδεσιμότητα τους ώστε να είναι διακριτή και σαφής η λειτουργία της κάθε ομάδας. Επιπλέον πραγματοποιείται ανάλυση των πλεονεκτημάτων/μειονεκτημάτων των συσκευών με σκοπό τη δημιουργία μιας σφαιρικής εικόνας γύρω από τους αισθητήρες.

Τέλος αναφέρονται τα συμπεράσματα της μελέτης καθώς και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Abstract

This study's main objective is the presentation of real cases (real cases of products) that have built-in sensors, whose role is to record and send data on vital parts of the human body. The devices that have been studied have practical application in two key areas: personal health and physical exercise. The recorded data end up either to the user or are stored on a central server which is accessible only to authorized medical and nursing staff for processing and decision support.

Subsequently the devices are sorted and divided into groups based on the category that includes, the devices' features, usage, and their connectivity in order each group's function to be distinct and clear. Furthermore an analysis of the advantages / disadvantages of the devices is made in order to create a comprehensive picture about the sensors.

Finally the results of the study and suggestions for future research are mentioned.

Παρουσίαση θέματος

Πλέον το προσδόκιμο ζωής έχει αυξηθεί σημαντικά σε σχέση με το παρελθόν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση της ιατροφαρμακευτικής δαπάνης. Παράλληλα είναι αδήριτη ανάγκη των ανθρώπων να γνωρίζουν άμεσα και σε πραγματικό χρόνο δεδομένα που αφορούν την κατάσταση της υγείας τους. Καθώς η σωματική άσκηση είναι η προϋπόθεση για καλή υγεία η καταγραφή των ζωτικών στοιχείων του ανθρώπινου σώματος είναι επιβεβλημένη. Απάντηση σε αυτά τα ζητήματα μπορεί να προσφέρει η σημερινή τεχνολογία μέσω των αισθητήρων.

Πολλές εταιρίες υψηλής τεχνολογίας έχουν δημιουργήσει, λόγω και του χαμηλού κόστους, συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες με σκοπό την αποτελεσματικότερη παρακολούθηση της υγείας του ασθενούς καθώς και την άμεση επέμβαση σε περίπτωση ανάγκης. Χρησιμοποιώντας τις συσκευές αυτές άνθρωποι με χρόνιες παθήσεις δεν είναι υποχρεωμένοι πια να παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στα νοσοκομεία διότι είναι εφικτή η παρακολούθηση της υγείας τους από το σπίτι.

Σημαντική προϋπόθεση για την ορθή λειτουργία των συσκευών αυτών αποτελεί η προστασία του δικτύου μετάδοσης πληροφοριών ώστε η πρόσβαση στα δεδομένα να επιτρέπεται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες για τη διασφάλιση του απορρήτου των πληροφοριών.

Είναι αναγκαίο οι αισθητήρες στο μέλλον να μην έχουν άμεση επαφή με το σώμα ώστε να εξαλείφονται ορισμένοι περιορισμοί που υπάρχουν στην χρήση τους. Ένας τρόπος επίτευξης του στόχου αυτού είναι η τοποθέτηση μικροτσιπ με ενσωματωμένους αισθητήρες κάτω από το δέρμα. Επιπλέον χρειάζεται η ενέργεια που καταναλώνεται από τις συσκευές να είναι χαμηλότερη, για την αποφυγή της συχνής επαναφόρτισης τους, έτσι ώστε να καταστούν χρηστικότερες. Πρόκληση αποτελεί η αποδοχή και εφαρμογή της νέας τεχνολογίας τόσο από το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό όσο και από τους ίδιους τους χρήστες.

Η τάση δείχνει πως όλο και μεγαλύτερα ποσά επενδύονται σε αυτό που ονομάζεται m-Health. Μελέτες δείχνουν πως σε μερικά χρόνια από σήμερα πρόκειται να εφαρμοστεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα ενσωματωμένων αισθητήρων των οποίων τα δεδομένα θα αποθηκεύονται εξ' ολοκλήρου σε αρχιτεκτονική cloud.

Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας μέχρι το έτος 2020, οι άνθρωποι ηλικίας άνω των 60 ετών θα ξεπερνούν σε πληθυσμό τα παιδιά κάτω των 5 ετών. Το έτος 2047 οι άνθρωποι άνω των 60 ετών θα αριθμούν περίπου 2 δις, σε σχέση με τα 841 εκατομμύρια που αριθμούν σήμερα. Περίπου το 80% του ηλικιωμένου πληθυσμού θα βρίσκεται σε χώρες με μικρομεσαίο εισόδημα. Στις ΗΠΑ αναμένεται οι άνθρωποι της τρίτης ηλικίας να διπλασιαστούν στα 70 εκατομμύρια μέχρι το 2025. Αποτέλεσμα των παραπάνω θα είναι ο τριπλασιασμός των δαπανών για υγειονομική περίθαλψη σε περίπου \$ 5,4 τρις σε σχέση με αυτά που είχαν δαπανηθεί το 2004. Αυτό αντιπροσωπεύει το 20% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος των ΗΠΑ. Οι χρόνιες ασθένειες αποτελούν το 78% των συνολικών δαπανών υγειονομικής περίθαλψης των ΗΠΑ. (Lan Gupta, 2014, p. 1-2) Το κόστος ανά ασθενή στις πέντε από τις πιο δαπανηρές χρόνιες παθήσεις στις ΗΠΑ είναι: \$39,6 δις (στεφανιαία νόσος), \$19,8 δις (καρδιακή ανεπάρκεια), \$ 11,4 δις (διαταραχές της ψυχικής υγείας), \$8,2 δις (χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια) και \$7,4 δις (διαβήτης). Είναι φανερό πως ένα κομμάτι του ποσού που δαπανάται μπορεί να εξοικονομηθεί. Περίπου το 95% των \$ 1,75 τρις που δαπανούν οι ΗΠΑ για την υγεία πηγαίνει για να κατευθύνει τις ιατρικές υπηρεσίες, ενώ περίπου το 5% διατίθεται για την πρόληψη ασθενειών. Η συντριπτική πλειοψηφία των δαπανών δίνεται στην διαμονή στο νοσοκομείο και στην επιβλεπόμενη περίθαλψη. Μόνο το 5% δαπανάται για την πρόληψη. Επομένως είναι επιτακτική η ανάγκη μιας ριζικής αλλαγής στον τρόπο με τον οποίο προσφέρεται η περίθαλψη. Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στις ασύρματες επικοινωνίες και στα δίκτυα ασύρματων αισθητήρων επέτρεψαν το σχεδιασμό χαμηλού κόστους, έξυπνων, μικρών και ελαφρών αισθητήρων που μπορούν να τοποθετηθούν στο ανθρώπινο σώμα, δημιουργώντας ένα ασύρματο δίκτυο που παρακολουθεί διάφορες ζωτικές ενδείξεις για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης παρέχει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο από το χρήστη στο ιατρικό προσωπικό μέσω SMS/e-mail. Έτσι αναπτύχθηκε ένας μεγάλος αριθμός αισθητήρων, οι οποίοι χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τη χρήση τους. (Wenyao Xu et al., 2015, p.2-3)

Οι κύριες απαιτήσεις για ασύρματα δίκτυα ιατρικών αισθητήρων (Wireless Medical Sensor Networks) είναι (Nusrat Fatema et al., 2014, p.7-8):

1. **Αξιοπιστία και Ευρωστία:** Οι αισθητήρες πρέπει να λειτουργούν αξιόπιστα όταν γίνονται ιατρικές διαγνώσεις ή κατά τη διάρκεια θεραπειών και πρέπει να είναι ικανοί να αποδώσουν δεδομένα υψηλού επιπέδου.
2. **Φορητότητα:** Για να μην επιβαρύνεται ο ασθενής κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης, οι αισθητήρες θα πρέπει να είναι ελαφριοί και μικροί.

3. **Διαλειτουργικότητα:** Όλες οι συσκευές πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους και να υπάρχουν μοναδικές σχέσεις μεταξύ αυτών.
4. **Πραγματικός χρόνος απόκτησης και ανάλυσης δεδομένων:** Η αποτελεσματική επικοινωνία, η κτήση των δεδομένων και η εξέτασή τους είναι απαραίτητα στοιχεία. Η αποστολή των δεδομένων, η χρονοσήμανση, ο συγχρονισμός και η ταχεία αντίδραση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης είναι προαπαιτούμενα.
5. **Αξιόπιστη επικοινωνία:** Μια προσέγγιση είναι να προχωρήσει η δυνατότητα του αισθητήρα έτσι ώστε πέρα από την τηλεμετρία να μπορεί να επεξεργάζεται ο ίδιος ο αισθητήρας δεδομένα και να τα παρουσιάζει στον χρήστη.
6. **Νέες αρχιτεκτονικές κόμβου:** Η Συγχώνευση των διαφορετικών αισθητήρων, οι ετικέτες RFID (Radio- frequency identification) και τα on-line συνδεδεμένα δίκτυα μεγάλων αποστάσεων απαιτούν νέες και με διαστρωμάτωση αρχιτεκτονικές κόμβου.

Παρουσίαση Αισθητήρων

Αισθητήρες με εφαρμογή στον κλάδο της υγείας-περίθαλψης

Η πλατφόρμα VITALITI της DX (Εικόνα 1) στο cloud περιλαμβάνει μια φορητή εκπομπή σήματος που μεταδίδει την πίεση του αίματος, τον καρδιακό παλμό, τον ρυθμό αναπνοής και τη θερμοκρασία του σώματος με δυνατότητες αποθήκευσης μέχρι 72 ώρες. Η συσκευή φοριέται στο λαιμό και μπορεί να ανιχνεύσει πάνω από 15 περιστατικά, από πνευμονία μέχρι εγκεφαλικό. (Vitality, n.d.)

Η συσκευή της εταιρίας Biovotion (Εικόνα 1) παρακολουθεί συνεχώς τους ασθενείς, τόσο στο νοσοκομείο όσο και στο σπίτι. Το σύστημα αποτελείται από τη συσκευή, την οθόνη και το cloud (σύννεφο). Η συσκευή μπορεί να μετρήσει αρκετές λειτουργίες όλες στο ίδιο σημείο ,που είναι το άνω τμήμα του βραχίονα, όπως τον καρδιακό ρυθμό, τον αναπνευστικό ρυθμό, την κατανάλωση ενέργειας, το άγχος, την περιεκτικότητα νερού / ιδρώτα στο δέρμα και τη μέτρηση της γλυκόζης του αίματος. (Crucius,2015)

Το σύστημα AdvancedMedicalMonitor (Εικόνα 1) είναι ένα ρολόι με ενσωματωμένο αισθητήρα πολλαπλών μεταβλητών. Περιλαμβάνει ένα επιταχυνσιόμετρο που συνεχώς μετράει τη φυσική δραστηριότητα καθώς και άλλους αισθητήρες για να μετρήσει την πίεση του αίματος, την περιεκτικότητα του οξυγόνου στο αίμα, τη θερμοκρασία του σώματος και μπορεί να δώσει ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα. Άλλοι

αισθητήρες μπορούν να παρακολουθήσουν τον ρυθμό αναπνοής, το βήχα και άλλα μεγέθη σχετικά με την αναπνοή. (Geoff Appelboom et al, 2014)

Και στις τρεις περιπτώσεις οι τεχνολογίες ασύρματης μετάδοσης που χρησιμοποιούνται είναι 1) Bluetooth και 2) Wifi.

Εικόνα 1



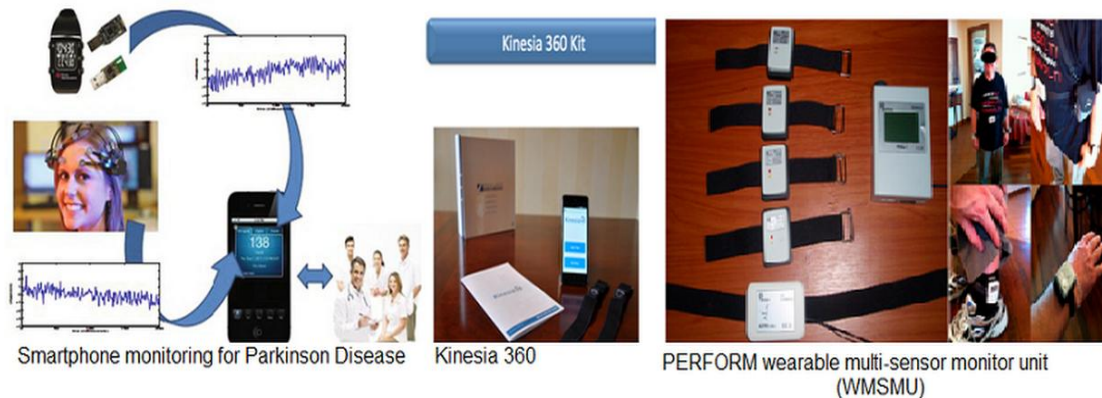
Έχει αναπτυχθεί ένα φορητό σύστημα για την παρακολούθηση της ασθένειας του Πάρκινσον (Εικόνα 2) με βάση τα χαρακτηριστικά του σήματος EEG (Electroencephalography) καθώς και προηγμένων τεχνικών για την παρακολούθηση των ανθρώπινων κινήσεων από γυροσκόπια και τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν μέσα από μια συναρμολογούμενη ασύρματη, χαμηλού κόστους, συσκευή με ένα ενσωματωμένο τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο η οποία σχεδιάστηκε για τη λειτουργία στο περιβάλλον του ασθενή. Η αποστολή δεδομένων γίνεται μέσω δικτύου ασύρματων επικοινωνιών. Αρχικά η μετάδοση των αδρανειακών δεδομένων γίνεται σε έναν host. Εκεί αποθηκεύονται και φιλτράρονται. Με αυτό τον τρόπο χαρτογραφείται το πρόβλημα και βοηθούν την διάγνωση και την παρακολούθηση της ασθένειας. (WenyaoXu et al. ,2015, p.14)

Η Kinesia360 (Εικόνα 2) χρησιμοποιεί ασύρματους ευκολοφόρετους αισθητήρες οι οποίοι λειτουργούν μέσω μιας εφαρμογής στο κινητό τηλέφωνο, με σκοπό την παρακολούθηση ατόμων με σύνδρομο Parkinson. Τα δεδομένα και οι αναφορές μεταδίδονται σε μια ασφαλή διαδικτυακή πύλη και πρόσβαση σε αυτή έχουν το ιατρικό προσωπικό και οι ερευνητές. Η τεχνολογία GreatLakesNeuroTechnologies (GLNT) της Kinesia είναι μια ιατρική συσκευή με πάνω από εξήντα εγχώριες και διεθνείς πιστοποιήσεις, βασισμένη σε αισθητήρες για την ασύρματη μετάδοση των συμπτωμάτων της νόσου Parkinson. (Kinesia 360™ Product Overview, n.d)

Η συσκευή WMSMU (Εικόνα 2) περιλαμβάνει ένα φορητό πολυαισθητήρα, τέσσερα επιταχυνσιόμετρα ALA-6g, μια συσκευή AGYRO (επιταχυνσιόμετρο/γυροσκόπιο) και ένα συλλέκτη ημερησίων δεδομένων για το σύνδρομο Parkinson. (Alexandros T. et. al, 2014)

Οι τεχνολογίες ασύρματης μετάδοσης που χρησιμοποιούνται είναι 1) Wifi και 2) Wifi 3) Zigbee αντίστοιχα

Εικόνα 2

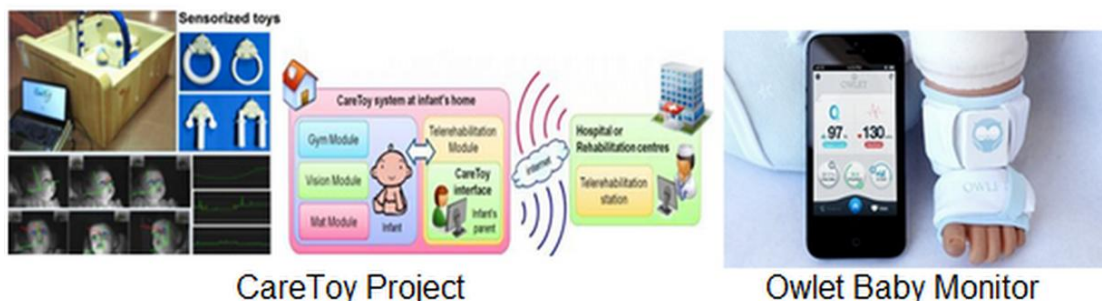


Το CareToyProject είναι ένα παιχνίδι για παιδιά έως τριών ετών που έχει αναπτυχθεί με ενσωματωμένους ασύρματους αισθητήρες πίεσης, ήχου και οπτικής ανάδρασης. Κάθε ενότητα περιλαμβάνει έναν ενσωματωμένο επεξεργαστή σήματος, τη μνήμη και την ασύρματη επικοινωνία. Μια τέταρτη ενότητα, η «telerehabilitation» ολοκληρώνει το σύστημα και επιτρέπει στο σύστημα να επικοινωνεί εξ αποστάσεως με το προσωπικό που είναι αρμόδιο για την αποκατάσταση, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση των τεχνικών αποκατάστασης. Το σύστημα αυτό σκοπεύει στην έγκαιρη παρέμβαση σε περίπτωση ανάγκης. (Gastone Ciuti et al. ,2015, p. 6-7)

Το OwletBabyMonitor είναι σχεδιασμένο να ανιχνεύει τον καρδιακό παλμό των βρεφών, τα επίπεδα οξυγόνου, την θερμοκρασία της επιδερμίδας και την ποιότητα του ύπνου. Η συσκευή αυτή φοριέται στον αστράγαλο του μωρού. Είναι ασύρματη και συμβατή με τα smartphones, επιτρέποντας το χρήστη να παρακολουθεί ζωτικής σημασίας πληροφορίες. Το λογισμικό για τη συσκευή αυτή διαθέτει έναν αλγόριθμο που δημιουργεί μια ευπαρουσίαστη γραφική παράσταση για τα δεδομένα της υγείας του μωρού. (Owlet Baby Monitor, n.d)

Οι τεχνολογίες ασύρματης μετάδοσης που χρησιμοποιούνται είναι 1) Wifi και 2) Bluetooth αντίστοιχα.

Εικόνα 3



Η έξυπνη σόλα InSolex (Εικόνα 4α και 4β) στοχεύει στην καταγραφή δεδομένων κατά τη βόλτα και τη συνεχή παρακολούθηση της ισορροπίας του ανθρώπου. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει επιταχυνσιόμετρα, πυξίδα και σαράντα οχτώ αισθητήρες

πίεσης, τοποθετημένους μέσα στη σόλα του παπουτσιού, οι οποίοι έχουν ενσωματωμένη Bluetooth επικοινωνία με τα smartphones. Αυτό το σύστημα παρακολουθεί το περπάτημα χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο εκτιμά την αστάθειας και την ταξινόμηση των διαφόρων δραστηριοτήτων. Το έξυπνο σύστημα πέλματος μπορεί να χρησιμοποιείται καθημερινά χωρίς διακοπή και χωρίς να χρειάζεται να φορτιστεί η μπαταρία. Παράλληλα έχει αναπτυχθεί λογισμικό για Smartphone ώστε να αποθηκεύονται και αναλύονται τα πρωτογενή (raw data) δεδομένα που λαμβάνονται. Για την ανάλυση, το Smartphone μπορεί να ρυθμίσει τα πρωτογενή δεδομένα του αισθητήρα, να τα συγχωνεύσει, να αφαιρέσει το θόρυβο και να υπολογίσει τα χαρακτηριστικά της βάρδισης. Σύμφωνα με το φορτίο υπολογισμού, το έξυπνο τηλέφωνο θα μπορούσε επίσης να γυρίσει σε λειτουργία δρομολογητή (router) και να ανεβάσει τα δεδομένα σε ένα κέντρο δεδομένων (data center) με πιο ισχυρές υπολογιστικές δυνατότητες. Τα υπολογιζόμενα αποτελέσματα μπορούν να απεικονιστούν στην οθόνη. (Wenyao Xu et al. ,2015, p.13-14)

Ένα ακόμα σύστημα ανίχνευσης των πτώσεων (Εικόνα 4γ) βασισμένο σε ένα smartphone, για την παρακολούθηση των κινήσεων των ασθενών, ικανό να αναγνωρίσει μια πτώση και να στείλει αίτημα για βοήθεια. Το σύστημα περιλαμβάνει καινοτόμες και αποτελεσματικές τεχνικές για την αναγνώριση των ημερήσιων δραστηριοτήτων που θα μπορούσαν εσφαλμένα να αναγνωριστούν σαν πτώσεις (π.χ. να καθίσει κάποιος σε ένα καναπέ ή να ξαπλώσει στο κρεβάτι) με σκοπό τη μείωση της συχνότητας των εσφαλμένων συναγερμών. Ως μέτρο σε περίπτωση αστοχίας (failsafe), ο αισθητήρας ανίχνευσης πτώσης είναι εξοπλισμένος με ένα κουμπί έκτακτης ανάγκης το οποίο ο ασθενής μπορεί να πατήσει για να ζητήσει βοήθεια εφόσον είναι σε κοντινή απόσταση με το κινητό του που συνδέεται με τον αισθητήρα. Η Ιατρική Υπηρεσία χρησιμοποιώντας κάποια πλατφόρμα όπως την AutoAlert Option14 της Philips ανιχνεύει περισσότερο από το 95% των πτώσεων και αυτόματα καλεί για βοήθεια εάν γίνει πτώση. (Fabio Casati , 2014 , p.16 & Philips Lifeline Reviews,n.d)

Οι τεχνολογίες ασύρματης μετάδοσης που χρησιμοποιούνται είναι 1) Wifi και 2) Bluetooth και Wifi.

Εικόνα 4



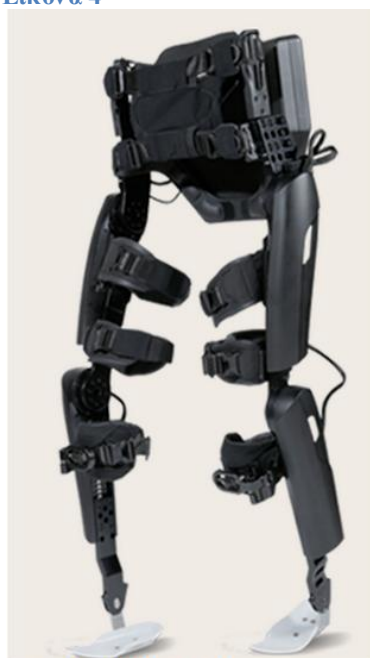
Το ReWalk Rehabilitation (Εικόνα 5) έχει σχεδιαστεί για χρήση σε κλινικές αποκατάστασης. Έχει ενσωματωμένους αισθητήρες κίνησης και αισθητήρες για τον εντοπισμό των εμποδίων. Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω Wifi καταλήγουν στον κεντρικό σέρβερ της κλινικής ώστε να αποθηκευτούν και να είναι προσβάσιμα από το ιατρικό προσωπικό. (ReWalk ,n.d)

Το GlorehaPro (Εικόνα 5) είναι ένα άνετο και ελαφρύ γάντι που εκτελεί όλες τις κινήσεις του χεριού. Εάν ο ασθενής έχει ορισμένες δυνατότητες ως προς την κίνηση του χεριού, το γάντι με τους αισθητήρες που διαθέτει μπορεί να βοηθήσει τον ασθενή να ολοκληρώσει ενεργά τις κινήσεις του. Τα δεδομένα που συλλέγονται αποθηκεύονται στο ενσωματωμένο USB (GlorehaPro ,n.d)

Αρχιτεκτονική κόμβου (Εικόνα 5): Αυτή η εικόνα δείχνει ένα πρωτότυπο WSN σύστημα για την αποκατάσταση. Αποτελείται από ένα σύνολο κόμβων και αισθητήρες κίνησης που μετρούν την επιτάχυνση και τη γωνιακή ταχύτητα κάθε τμήματος του εποπτευόμενου βραχίονα. Τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί στη συνέχεια αποστέλλονται σε ένα κεντρικό σταθμό μέσω Wifi ώστε να αποθηκευτούν και να επεξεργαστούν. (Abdelkrim Hadjidj et al. ,2012,p.2-3)

Η συσκευή Riablo (Εικόνα 5) περιέχει πέντε αισθητήρες αδράνειας, μία πλακέτα πίεσης και παρέχει ακριβείς μετρήσεις κατά την εκτέλεση των ασκήσεων. Τα δεδομένα παρουσιάζονται στο μόνιτορ (τηλεόραση) μέσω σύνδεσης Bluetooth. (Riablo,n.d)

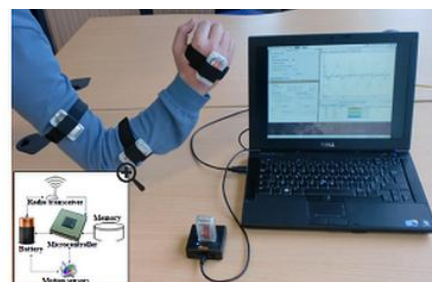
Εικόνα 4



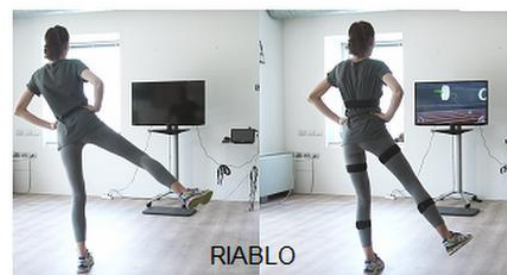
ReWalk™ Rehabilitation



Gloreha Pro



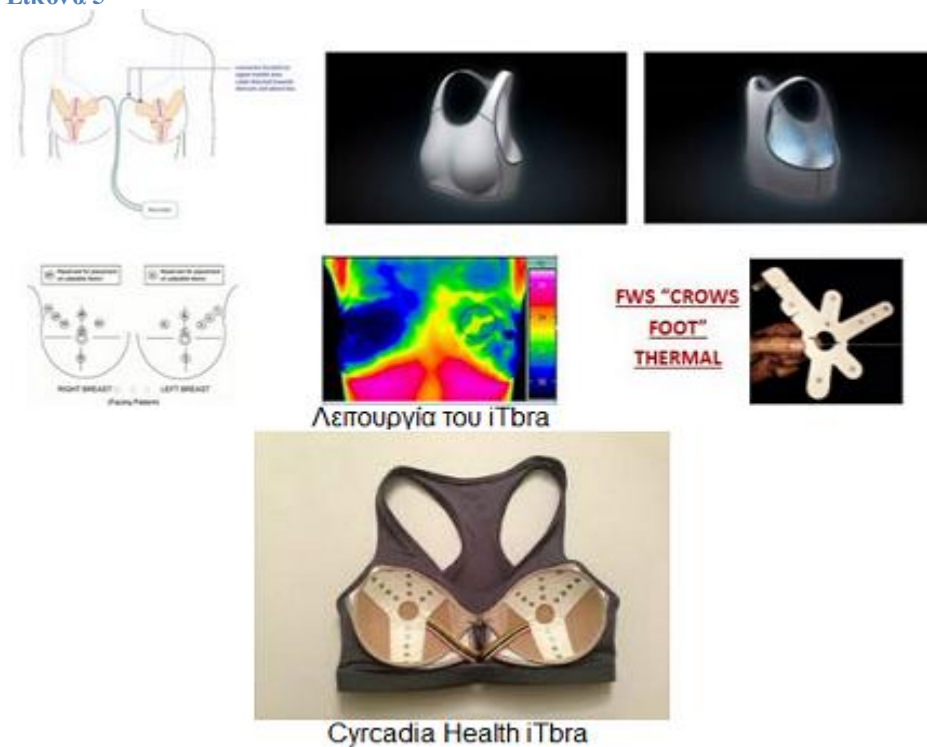
Rehabilitation Sensor network



RIABLO

Το προϊόν iTbra (Εικόνα 6) μοιάζει με ένα αθλητικό σουτιέν και περιλαμβάνει ένα πλέγμα αισθητήρων, που κατασκευάζεται από την εταιρία Flextronics, στο εσωτερικό του υφάσματος. Οι αισθητήρες παρακολουθούν τις αλλαγές της θερμοκρασίας για την παρακολούθηση της αυξημένης ροής του αίματος που συσχετίζεται με την ανάπτυξη καρκινικών όγκων. Όπως και με κάθε συνδεδεμένη συσκευή, το σύνολο είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των επιμέρους τμημάτων της. Η ασύρματη συνδεσιμότητα που συνδέει το σουτιέν με το γιατρό ή το τηλέφωνο του ασθενή το καθιστά πιο χρήσιμο από το παλαιότερο αναλογικό πακέτο δεδομένων. Οι φθηνότεροι και μικρότεροι αισθητήρες μπορούν να κάνουν δυνατή την τοποθέτηση των συσκευών μέσα από το στήθος. Παίρνοντας δεδομένα από τους αισθητήρες και αναλύοντάς τα, από ένα σύνολο ασθενών, είναι δυνατή η προετοιμασία απέναντι στον καρκίνο, ώστε εφαρμόζοντας τα δεδομένα σε ένα μεμονωμένο ασθενή, να μπορεί έγκαιρα να διαγνωστούν οι καρκινικοί όγκοι. (Cycardia Health, 2015)

Εικόνα 5



Το Vital Jacket (Εικόνα 7) είναι ένα είδος φορητού ενδύματος που είναι σε θέση να παρακολουθεί αδιάκοπα τους καρδιακούς παλμούς και τα ηλεκτροκαρδιογραφικά (ECG) κύματα για διάφορες ιατρικές και αθλητικές εφαρμογές. Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω Bluetooth σε ένα PDA (Personal Digital Assistant) και αποθηκεύονται στη μνήμη. Το προϊόν χρησιμοποιεί ένα ad-hoc δίκτυο για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που προκύπτουν αφού τα δεδομένα έχουν αποθηκευτεί. (Nusrat Fatema et al., 2014, p.3)

Το έξυπνο γιλέκο SmartVest (Εικόνα 7) είναι ένα φορητό σύστημα παρακολούθησης παραμέτρων, όπως ο καρδιακός ρυθμός, η αρτηριακή πίεση, η θερμοκρασία του

σώματος, οι γαλβανικές αντιδράσεις του δέρματος. Μπορεί ακόμα να εκτελέσει και ηλεκτροκαρδιογραφήματα. (Smartvest, n.d)

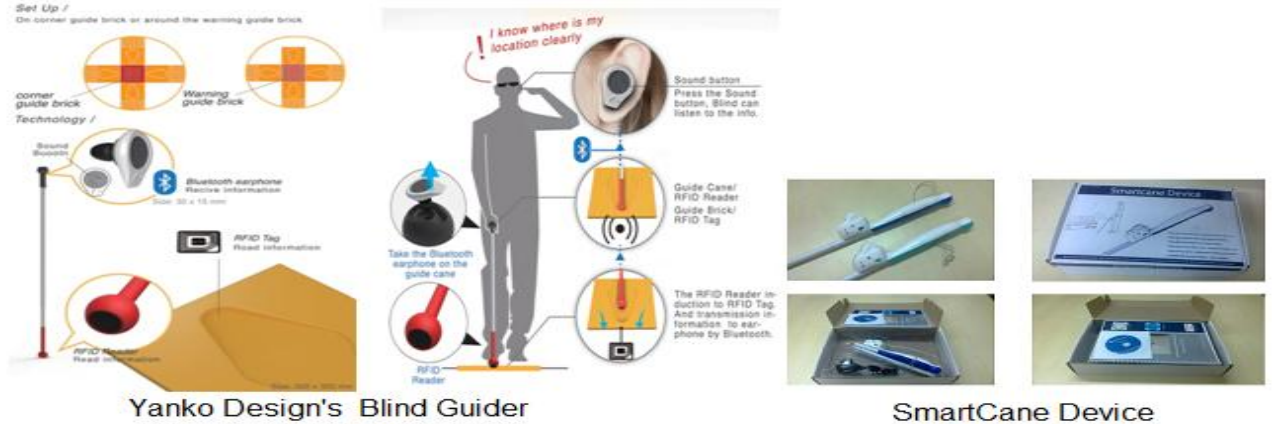
Εικόνα 6



Το Blind Guider concept (Εικόνα 8) σχεδιάστηκε από την εταιρία Yanko Design's για τα άτομα που έχουν προβλήματα όρασης. Το σύστημα αποτελείται από ενσωματωμένο τσιπ RFID που επικοινωνεί με αισθητήρες στο κάτω μέρος του μπαστουιού. Όταν ένα άτομο με προβλήματα όρασης περπατάει κατά μήκος του πεζοδρομίου και πλησιάζει κάποιο εμπόδιο, η συσκευή στέλνει την τοποθεσία στον κεντρικό server και ενημερώνεται για την τοποθεσία του χρήστη. Από τα δεδομένα που λαμβάνει στέλνει ειδοποίηση στο χρήστη για κάθε σημείο στο οποίο βρίσκεται αν μπορεί να περάσει ή όχι. Όταν το μπαστούνι δεν χρησιμοποιείται, το ακουστικό Bluetooth μπορεί να τοποθετηθεί στην κορυφή του μπαστουιού. (Blind Guider, n.d)

Η συσκευή Smartcane (Εικόνα 8) είναι ένα έξυπνο ηλεκτρονικό μπαστούνι. Το έξυπνο αυτό μπαστούνι είναι σε θέση να ανιχνεύσει τα εμπόδια από το έδαφος μέχρι και το κεφάλι χρησιμοποιώντας ηχητικά κύματα και ο χρήστης ειδοποιείται για τα εμπόδια μέσω δονήσεων από ένα ασύρματο σύστημα. Τροφοδοτείται χρησιμοποιώντας επαναφορτιζόμενη μπαταρία Li-ion, όπως και τα κινητά τηλέφωνα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους. Έχει σχεδιαστεί για να ενσωματώνει διάφορους τύπων χειρολαβών που χρησιμοποιούνται από άτομα με προβλήματα όρασης. Οι χρήστες του Smartcane διαπίστωσαν ότι αποτελεί μια χρήσιμη συσκευή στον εντοπισμό διαφόρων τύπων εμποδίων όπως δέντρα, οχήματα, έπιπλα ή εντοιχιζόμενες συσκευές. Τους βοηθάει να κινηθούν ανεξάρτητα ώστε να αποφύγουν εμπόδια, να βρискουν το δρόμο τους σε στενά μονοπάτια και να ανιχνεύουν την κίνηση ανθρώπων ή ζώων. (WenyaoXu et al. ,2015,p.13)

Εικόνα 7



Εφαρμογή αισθητήρων στην άσκηση και τον αθλητισμό

Case	Χρήση/Λειτουργία
<p>Moto360 Sport, Huawei Watch, Epson Pullsense Watch, LG Watch Urbane, AddidasMinicoach Smart run, Fenix 3 Sapphire HR</p> 	<p>Εμπεριέχουν μια οθόνη τεχνολογίας OLED αφής, αισθητήρα για την μέτρηση των καρδιακών παλμών , GPS μαζί με χάρτη που δείχνει την διανυόμενη απόσταση σε χιλιόμετρα, ένα επιταχυνσιόμετρο, ένα μαγνητόμετρο και ένα γυροσκόπιο. Ένας αισθητήρας φωτισμού είναι ενσωματωμένος.</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Bluetooth & WiFi</p> <p>ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ Android iOS</p>
<p>Sensoria Fitness socks (The socks that care sensoria smart socks ,2015)</p> 	<p>Αυτή η συσκευή έχει προγραμματιστεί ώστε να είναι ικανή να βοηθήσει κάποιον να βελτιώσει τις πτώσεις, την επαφή του ποδιού με το έδαφος και τον τύπο του παπουτσιού που φοράει όταν τρέχει. Η κάλτσα είναι ενσωματωμένη με αισθητήρες πίεσης που θα ενημερώνουν άμεσα τον χρήστη αν χρησιμοποιεί τη φτέρνα ή το μπροστινό μέρος του ποδιού. Παράλληλα για έναν αθλητή θα μπορεί να ενημερώνεται και ο προπονητής του για το αν τρέχει σωστά, εφόσον τα</p>

	<p>δεδομένα μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο.</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Bluetooth & WiFi</p> <p>ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ Android iOS</p>
<p>RunScribe, Kinematic tune, Surrosense RX System, Lechal shoe, Digitsolesmartshoe</p>  <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Bluetooth</p> <p>ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ Android, iOS, Windows</p>	<p>Αποτελούνται από μικρούς αισθητήρες που είναι ενσωματωμένοι στο πίσω μέρος του παπουτσιού. Είναι κατασκευασμένα να μπορούν να καταγράψουν μέχρι και 13 διαφορετικές μετρήσεις κινήσεων και δίνουν στο χρήστη 3D ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, όταν πρόκειται για τρέξιμο. Τα δεδομένα τα οποία μπορούν αυτά τα προϊόντα να μετρήσουν είναι βήματα, ρυθμό βάδισης, τον αντίκτυπο της δύναμης G,τρόπο βάδισης</p>
<p>MoticonOpenGoScience</p> 	<p>Περιέχει αισθητήρα πίεσης και επιταχυνσιόμετρο</p> <p>Η MoticonOpenGoScience είναι μια φορητή συσκευή που μετράει την πελματιαία πίεση του ποδιού με σκοπό την ανάλυση της κίνησης. Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται στον αθλητισμό και στην κλινική έρευνα, ειδικά για την προπόνηση και την αποκατάσταση. Η OpenGo λειτουργεί με ένα λογισμικό διαχείρισης δεδομένων που καταγράφει και αναλύει τις μετρήσεις.</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ANT+</p> <p>ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ Linux, Windows, OSX&Android</p>
<p>Spree smartCap, Reebok checklight, Lifebeam hat, Skully AR-1</p>	<p>Περιλαμβάνουν έναν πληθυσμογράφο, GPS και ένα επιταχυνσιόμετρο. Χρησιμοποιώντας βιοαισθητήρες, η συσκευή παρακολουθεί μια σειρά βιομετρικών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων του καρδιακού ρυθμού, της κίνησης και της θερμοκρασίας του σώματος. Τα προϊόντα αυτά</p>

	<p>στη συνέχεια συγχρονίζονται με ένα smartphone, όπου οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν τους στόχους τους και να επανεξετάσουν την προπόνηση τους ώστε να μεγιστοποιηθούν τα αποτελέσματα της.</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Bluetooth&USB ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ iOS, Android&WindowsMobile</p>
<p>Recon instruments jet</p> 	<p>Περιέχει μια υψηλής ευκρίνειας οθόνη αφής DLP, ηχείο, επιταχυνσιόμετρο, βαρόμετρο, GPS, γυροσκόπιο, κάμερα, μαγνητόμετρο, αισθητήρας μέτρησης ιδρώτα και θερμοκρασίας. Προσαρμόσιμες εφαρμογές μπορούν να αναπτυχθούν για σχεδόν οποιαδήποτε εφαρμογή. Μια εναλλάξιμη επαναφορτιζόμενη μπαταρία επιτρέπει ένα σημαντικά μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χρήσης. Κάτω από οποιαδήποτε συνθήκες (βροχή, χιόνι, ήλιο) και φορώντας γάντια ή όχι ο οπτικός αισθητήρας αφής επιτρέπει τον έλεγχο του ReconJet.</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Bluetooth, WiFi, & ANT+ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ Android, iOS, OSX & Windows</p>
<p>Spree headband</p> 	<p>Περιλαμβάνουν GPS, επιταχυνσιόμετρο και πληθυσμογράφο</p> <p>Χρησιμοποιώντας βιοαισθητήρες, η συσκευή παρακολουθεί μια σειρά βιομετρικών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων του καρδιακού ρυθμού, της κίνησης και της θερμοκρασίας του σώματος. Η συσκευή στη συνέχεια συγχρονίζεται με ένα smartphone, όπου οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν τους στόχους τους και να επανεξετάσουν τον τρόπο με το οποίο ασκούνται.</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Bluetooth & USB ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ Android & iOS</p>

<p>Instabeat</p> 	<p>Περιέχει επιταχυνσιόμετρο, αισθητήρα φωτισμού περιβάλλοντος, αισθητήρα παρακολούθησης του καρδιακού παλμού, οθόνη LED και μαγνητόμετρο.</p> <p>Το instabeat είναι ένα αδιάβροχος μετρητής των καρδιακών παλμών, ενσωματωμένος σε ένα ζευγάρι γυαλιών κολύμβησης και παρέχει μετάδοση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ USB ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ Windows & OSX</p>
<p>Exergame'sNexersys, Nintendo's Silverbalance</p> 	<p>Η Exergaming είναι μια ορολογία που αφορά τα βιντεοπαιχνίδια και σχετίζεται με τη σωματική άσκηση και την αποκατάσταση. Μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί την Exergaming είναι η Silver Balance, η οποία προσφέρει δραστηριότητες που είναι εύχρηστες και διασκεδαστικές για τους ηλικιωμένους. (Fabio Casati et al, 2014, p 21) Στο ίδιο μήκος κύματος η Nexersys είναι σχεδιασμένη για ανθρώπους όλων των επιπέδων φυσικής κατάστασης. Παραδίδει μια συναρπαστική εμπειρία εκγύμνασης με λεπτομερή ανατροφοδότηση, συμπεριλαμβανομένης της ακρίβειας, της καταμέτρησης χτυπημάτων και της δύναμης.</p>
<p>STATsports Viper Vest</p> 	<p>Ο σκοπός αυτού του αισθητήρα είναι να μετράει και να αξιολογεί την ενεργειακή δαπάνη των αθλητών κατά τη διάρκεια διαφόρων φάσεων της άσκησης και αποκατάστασης. Επίσης αποθηκεύει τα στοιχεία σχέση με την επίδοση του αθλητή στο USB ή απευθείας στο cloud.Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αναλυτικά στοιχεία τόσο στο σπίτι όσο και στο δρόμο</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Bluetooth,WiFi & USB</p>

Ασφάλεια

Προϋποθέσεις για την ασφαλή χρήση των αισθητήρων

1. **Απόρρητο δεδομένων:** Είναι κρίσιμο να μπορεί το σύστημα να εγγυηθεί την ασφάλεια των μηνυμάτων και την προστασία των δεδομένων. Για την προστασία των δεδομένων μια χρήσιμη μέθοδος είναι η κρυπτογράφηση. Μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες πρέπει να έχουν πρόσβαση. (Nusrat Fatema et al, 2014, p 4-5)
2. **Πιστοποίηση δεδομένων:** Είναι υποχρεωτικό οι κόμβοι αισθητήρων να μπορούν να αντιλαμβάνονται και να ξεχωρίζουν τα νέα με τα επαναλαμβανόμενα πακέτα
3. **Ακεραιότητα δεδομένων:** Όταν τα δεδομένα μεταδίδονται σε ένα μη ασφαλές WBSN (Wireless Body Sensors Network) δίκτυο τα δεδομένα μπορούν να τροποποιηθούν ή να εποπτεύονται από έναν μη διαπιστευμένο χρήστη.
4. **Ανανέωση δεδομένων:** Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα πρέπει να είναι ανανεωμένα και τα πλαίσια των δεδομένων ταξινομημένα. Υπάρχουν δύο τύποι ανανέωσης διαθέσιμοι:
 - 4.1. Ασθενής ανανέωση: διαβεβαιώνει τα κλασματικά πλαίσια δεδομένων που ζητήθηκαν αλλά δεν διαβεβαιώνει το χρόνο απόκρισης.
 - 4.2. Ισχυρή ανανέωση: εγγυάται τόσο τον χρόνο απόκρισης όσο και τα πλαίσια των δεδομένων που ζητήθηκαν.
5. **Διαθεσιμότητα:** Εξασφαλίζει ότι οι πληροφορίες του ασθενή θα είναι προσβάσιμες από το γιατρό συνεχώς και σε πραγματικό χρόνο.
6. **Ασφαλής διαχείριση:** Είναι απαραίτητη διότι δίνει τη δυνατότητα στους κόμβους μέσω κλειδιών αποκρυπτογράφησης να επιτρέπουν τόσο την κρυπτογράφηση όσο και την διαδικασία αποκρυπτογράφησης.
7. **Ασφαλής εντοπισμός:** Η ακριβής εκτίμηση της θέσης του ασθενή είναι απαραίτητη στις περισσότερες εφαρμογές WBSN.
8. **Αξιοπιστία:** Στις περισσότερες ιατρικές περιπτώσεις το να μην μπορούν να ανακτηθούν τα ακριβή δεδομένα του ατόμου καθίσταται απειλητικός παράγοντας για τη ζωή του.
9. **Επεκτασιμότητα:** Η κατανεμημένη μέθοδος ελέγχου πρόσβασης πρέπει να είναι επεκτάσιμη σε σχέση με τον αριθμό αύξησης των χρηστών.
10. **Ευελιξία:** Μια βασική υποχρέωση είναι ο ασθενής να έχει την ευελιξία να ορίζει τις εφαρμογές που ελέγχουν τα ιατρικά δεδομένα μέσω του WBAN. Για παράδειγμα να μπορεί να δοθεί εξουσιοδότηση για την πρόσβαση των δεδομένων ενός ασθενούς σε ένα μη εξουσιοδοτημένο γιατρό σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης. Αβελτηρία πάνω σε αυτό το ζήτημα μπορεί να απειλήσει τη ζωή του ασθενούς.

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της χρήσης αισθητήρων

Είναι γεγονός πως από την εφαρμογή των αισθητήρων προκύπτουν σημαντικά οφέλη για όλους. Πλέον οι άνθρωποι με προβλήματα υγείας μπορούν να παρακολουθούνται αδιάκοπα και δεν είναι πάντα απαραίτητο να επικοινωνούν με τον γιατρό τους, διότι τα δεδομένα που συλλέγονται αποστέλλονται σε πραγματικό χρόνο απευθείας στο ιατρικό προσωπικό με αποτέλεσμα την έγκαιρη πληροφόρηση του ώστε να επέμβει σε περίπτωση ανάγκης, μειώνοντας σημαντικά το χρόνο απόκρισης. Επιπλέον δίνεται πια η δυνατότητα στο χρήστη να μπορεί να βρίσκεται στον προσωπικό του χώρο, κάτι πολύ σημαντικό για την ψυχολογία του, επειδή μέσω των αισθητήρων δύναται να παρακολουθείται από απόσταση. Το γεγονός αυτό μειώνει σημαντικά την οικονομική επιβάρυνση για ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, κάνοντας το σύστημα υγείας ποιοτικότερο και αποτελεσματικότερο μιας που υπάρχει αποσυμφόρηση των νοσοκομείων. Τα χρήματα που εξοικονομούνται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έρευνα και ανάπτυξη νέων μεθόδων θεραπείας.

Σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί πως οι συνεχείς μετρήσεις και καταγραφές των βιολογικών δεδομένων των ανθρώπων μπορούν να αποθηκευτούν σε μια κοινή βάση δεδομένων ώστε οι γιατροί να προβαίνουν σε ασφαλέστερες διαγνώσεις και αποδοτικότερες θεραπείες σε ασθενείς με παρόμοια συμπτώματα.

Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγεται το γεγονός πως ένας χρήστης μιας συσκευής που χρησιμοποιεί αισθητήρες πρέπει να δεχτεί τη συνεχή παρακολούθησή του, κάτι που όχι μόνο μπορεί να τον κάνει να νιώθει άβολα, αλλά υπάρχει και το ενδεχόμενο να δημιουργηθεί κίνδυνος για την υγεία του σε περίπτωση που κάποιος μη εξουσιοδοτημένος χρήστης παραβιάσει την ασφάλεια του δικτύου και αποκτήσει πρόσβαση στα προσωπικά του δεδομένα. Ακόμα το κόστος της αγοράς, της εγκατάστασης (εφόσον απαιτείται) και της χρήσης των ασύρματων συσκευών, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι δυσβάσταχτο, με αποτέλεσμα η νέα αυτή τεχνολογία να μην μπορέσει να γίνει προσιτή στα μικρομεσαία εισοδήματα. Επιπλέον είναι σίγουρο ότι με την εφαρμογή της στο σύστημα υγείας, θα χαθούν πολλές θέσεις εργασίας από τα νοσοκομεία και τις κλινικές, είτε δημόσιες είτε ιδιωτικές. Συνεπώς δημιουργείται μια ομάδα του πληθυσμού η οποία δεν έχει συμφέρον από την εφαρμογή της νέας τεχνολογίας και πατώντας σε υπαρκτά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση των αισθητήρων, να αντιδράσουν στην εφαρμογή τους.

Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η ευρεία χρήση των αισθητήρων στους τομείς της υγείας και του αθλητισμού έχει συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου. Είναι αναμφισβήτητο το γεγονός πως τα πλεονεκτήματα υπερτερούν έναντι των μειονεκτημάτων. Αυτό όμως δε σημαίνει πως δε χρειάζεται να γίνουν βελτιώσεις ώστε να αμβλυνθεί ο αντίκτυπος των μειονεκτημάτων και να δημιουργηθούν καλλίτερες συνθήκες για την εφαρμογή τους. Διαπιστώθηκε πως σε πολλές περιπτώσεις χρειάζεται να γίνει παραμετροποίηση του λογισμικού των συσκευών ώστε να εισαχθούν στο σύστημα πληροφορίες για το ιστορικό υγείας του εκάστοτε ασθενή ώστε να μην αλλοιωθούν τα τελικά αποτελέσματα των μετρήσεων. Από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε συμπεράναμε πως η αντίσταση των ατόμων για την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής στηρίζεται κυρίως στο φόβο για τη διαρροή των ευαίσθητων προσωπικών τους δεδομένων. Είναι λοιπόν απαραίτητο να διασφαλιστεί το απόρρητο των δεδομένων . Στον τομέα του αθλητισμού η χρήση των αισθητήρων μπορεί να προστατέψει τους επαγγελματίες αθλητές από σοβαρούς τραυματισμούς και να τους βοηθήσει να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους μέσω την καταγραφής των βιολογικών τους δραστηριοτήτων και στοιχείων. Παράλληλα μπορούν να παρακινήσουν τον κάθε άνθρωπο να αθληθεί παρέχοντάς του παράλληλα με την σωματική άσκηση και ψυχαγωγία, μέσω πολλών ενδιαφερουσών εφαρμογών που χρησιμοποιούν αισθητήρες.

Μελλοντικά, λόγω του έντονου ανταγωνισμού, στόχος των εταιριών του IoT θα είναι η εξασφάλιση μοναδικών διευθύνσεων IP για το κάθε προϊόν τους. Με αυτό τον τρόπο πέρα από την αξία που θα λάβει το προϊόν θα είναι και ασφαλέστερη η μετάδοση των δεδομένων. Χρειάζεται να γίνει περαιτέρω έρευνα ώστε να βρεθούν τρόποι για να υπάρξει μεγαλύτερη κάλυψη στο δίκτυο των αισθητήρων. Έτσι δε θα περιορίζονται οι χρήστες σε μια μικρή έκταση.

Βιβλιογραφία

Books & e-books

- ❖ Wenyao Xu & Ming-Chun Huang (2015). *Wearable Electronic Systems Chapter: TOTALHEALTH: Toward Continuous Personal Monitoring*. Springer Publishing.

Journal Articles

- ❖ Gastone Ciuti, Leonardo Ricotti, Arianna Menciassi, Paolo Dario. (2015). MEMS Sensor Technologies for Human Centred Applications in Healthcare, Physical Activities, Safety and Environmental Sensing: A Review on Research Activities in Italy. *State-of-the-Art Sensors Technology in Italy*. Retrieved from: <http://www.mdpi.com/1424-8220/15/3/6441>
- ❖ Lav Gupta. (2014). Security in Low Energy Body Area Networks for Healthcare. Retrieved from: <http://www.wustl.edu>
- ❖ Byung Mun Lee, Jinsong Ouyang. (2014). Intelligent Healthcare Service by using Collaborations between IoT Personal Health Devices. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology*, 1(6), (155-164). Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.14257/ijbsbt.2014.6.1.17>
- ❖ Oracle Corporation (2015). Java and the Internet of Things: The Intelligent Platform for Healthcare: *Oracle White Paper, 2*. Retrieved from: <https://community.oracle.com/community/opncloudconnection/develop/blog/2015/03/17/new-whitepaper-from-oracle-java-and-the-internet-of-things-the-intelligent-platform-for-healthcare>
- ❖ Alumona T.L., Idigo V.E., and Nnoli K.P. (2014). Remote Monitoring of Patients Health using Wireless Sensor Networks (WSNs): *IPASJ International Journal of Electronics & Communication (IJEC)*, 9(2), 1-6 Retrieved from: <http://ipasj.org/IJEC/Volume2Issue9/IJEC-2014-09-17-10.pdf>
- ❖ Schartinger D., Saritas O., Amanatidou E., Schreier G. (2015) Personal Health Systems Technologies: Critical Issues in Service Innovation and Diffusion: *Technology Innovation Management Review*, 5-12. Retrieved from:

- <http://timreview.ca/article/873> Complete author list: Doris Schartinger, Ian Miles, Ozcan Saritas, Effie Amanatidou, Susanne Giesecke, Barbara Heller-Schuh, Laura Pompo-Juarez, and Gunter Schreier
- ❖ Erik Aguirre , Santiago Led , Peio Lopez-Iturri , Leyre Azpilicuetta , Luís Serrano and Francisco Falcone (2016). Implementation of Context Aware e-Health Environments Based on Social Sensor Networks : *Sensors Basel 2016* 10-12 & 16-22. Retrieved from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4813885/>
 - ❖ Alexandros T. Tzallas , Markos G. Tsipouras 1, Georgios Rigas (2014). PERFORM: A System for Monitoring, Assessment and Management of Patients with Parkinson's Disease : *Open Access Sensors* . Retrieved from:
https://www.researchgate.net/publication/268234144_PERFORM_A_System_for_Monitoring_Assessment_and_Management_of_Patients_with_Parkinson's_Disease Complete author list: Dimitrios G. Tsalikakis , Evaggelos C. Karvounis , Maria Chondrogiorgi , Fotis Psomadellis , Jorge Cancela , Matteo Pastorino , Maria Teresa Arredondo Waldmeyer , Spiros Konitsiotis , Dimitrios I. Fotiadis
 - ❖ Abdelkrim Hadjidj, Marion Souil, Abdelmadjid Bouabdallah, Yacine Challal, Henry Owen (2012). *Wireless Sensor Networks for Rehabilitation Applications: Challenges and Opportunities*: HAL archives-ouvertes.fr , 2-3
Fabio Casati (2014), Technical foresight report Physical Wellbeing for Active Healthy Ageing, p 12-26, Retrieved from:
https://www.eitdigital.eu/fileadmin/files/publications/20140314_tfr_physical-wellbeing-for-active-healthy-ageing.pdf
 - ❖ Nusrat Fatema Remus Brad1, (2014), Security Requirements, Counterattacks and Projects in Healthcare Applications Using WSNs -A Review, p 2-8, *International Journal of Computer Networking and Communication (IJCNAC)* Vol. 2, No. 2 (May 2014) <http://arxiv.org/abs/1406.1795>
 - ❖ Matti Kinnunen Salman Qayyum Mian, Harri Oinas-Kukkonen, Jukka Riekkii, Mirjami Jutila, Mari Ervasti, Petri Ahokangas, Esko Alasaarela, (2016), Wearable and mobile sensors connected to social media in human well-being applications, p 1, 6-7, *Telematics and Informatics* 33 (2016) 92–101,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585315000672>
 - ❖ Geoff Appelboom Email author, Elvis Camacho, Mickey E Abraham, Samuel S Bruce, Emmanuel LP Dumont, Brad E Zacharia, Randy D'Amico, Justin Slomian, Jean Yves Reginster, Olivier Bruyère and E Sander Connolly Jr, (2014), Smart wearable body sensors for patient self-assessment and monitoring, *Archives of Public Health* The official journal of the Belgian Public Health Association 201472:28 DOI: 10.1186/2049-3258-72-28©

Appelboom et al.; licensee BioMed Central Ltd. 2014,
<http://archpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/2049-3258-72-28>

- ❖ Luis Filipe et al, (2015), Wireless Body Area Networks for Healthcare Applications: Protocol Stack Review, International Journal of Distributed Sensor Networks Volume 2015 (2015), Article ID 213705,
<http://www.hindawi.com/journals/ijdsn/2015/213705/>
- ❖ Tom Kelshaw, (2014), How tech is handing back aspects of health and wellbeing to the people, <http://www.theguardian.com/media-network/media-network-blog/2014/apr/01/technology-health-wellbeing-digital-startups-wearables>

Web Sources

- ❖ Nexersys.(n.d).Retrived from:<http://www.exergamefitness.com/products/active-floor-games/nexersys/>
- ❖ Moto360sport.(n.d).Retrived_from:
<http://vandrigo.com/wearables/device/moto-360-sport>
- ❖ Spree wearables spree smartcap.(n.d) Retrived from:
<http://vandrigo.com/wearables/device/spree-wearables-spree-smartcap>
- ❖ Reebok Checklight.(n.d).Retrived from:
<http://vandrigo.com/wearables/device/reebok-checklight>
- ❖ Lifebeam hat.(n.d).Retrived from:
<http://vandrigo.com/wearables/device/lifebeam-hat>
- ❖ Instabeat.(n.d).Retrived from: <http://vandrigo.com/wearables/device/instabeat>
- ❖ Moticon opengo science.(n.d).Retrived from:
<http://vandrigo.com/wearables/device/moticon-opengo-science>
- ❖ Recon instruments jet.(n.d).Retrived from:
<http://vandrigo.com/wearables/device/recon-instruments-jet>
- ❖ Skully ar 1.(n.d).Retrived from: <http://vandrigo.com/wearables/device/skully-ar-1>
- ❖ Spree sports headband.(2014).Retrived from: <http://weartested.org/spree-sports-headband-review>
- ❖ Cancer detecting bra that's better than a mammogram.(2015).Retrived from:
<https://gigaom.com/2015/02/10/heres-a-cancer-detecting-bra-thats-better-than-a-mammogram/>
- ❖ Runscribe.(n.d).Retrived from: <http://runscribe.com/>
- ❖ The Digitsole Smartshoes.(n.d).Retrived from:
<http://www.digitsole.com/smartshoes>
- ❖ Sensoria Smart Socks.(2015).Retrived from: <http://whatwearabletech.com/the-socks-that-care-sensoria-smart-socks/>

- ❖ Fēnix® 3 Sapphire HR.(n.d).Retrived from: <https://buy.garmin.com/en-GB/GB/wearables/wearables/fe-nix-3-hr/prod545480.html>
- ❖ MICOACH smart run.(n.d).Retrived from: http://www.adidas.gr/micoach-smart-run/G76792.html?cm_mmc=AdiSocialMedia_facebook--gr_brand--adidas_wall--20131101_other&cm_mmca1=gr
- ❖ Huawei watch.(n.d).Retrived from: <http://consumer.huawei.com/minisite/worldwide/huawei-watch/>
- ❖ SmartVest® System.(n.d).Retrived from: <http://www.smartvest.com/smartvest-system/>
- ❖ Pulsense.(n.d).Retrived from: <https://www.epson.co.uk/for-home/wearable-technology/pulsen>
- ❖ Vitaljacket.(n.d).Retrived from: <http://www.vitaljacket.com/>
- ❖ SmartCane.(n.d).Retrived from: <http://smarcane.saksham.org/overview/>
- ❖ Vitality.(n.d).Retrived from: <http://www.cloudx.com/vitaliti.html>
- ❖ Kinesia 360™ Product Overview Continuous Parkinson's Monitoring Using Wearables & App.(n.d).Retrived from: <http://glneurotech.com/kinesia/products/kinesia-360/>
- ❖ Blind Guider.(n.d).Retrived from: <http://gajitz.com/smart-bricks-rfid-enabled-bricks-guide-blind-walkers/>
- ❖ Owlet vitals monitor.(n.d).Retrived from: <https://store.owletcare.com/products/owlet-vitals-monitor>
- ❖ Gloreha Pro.(n.d).Retrived from: <http://www.gloreha.com/index.php/en/>
- ❖ Rewalk rehabilitation.(n.d).Retrived from: <http://rewalk.com/rewalk-rehabilitation/>
- ❖ Riablo.(n.d).Retrived from: <http://corehab.it/>
- ❖ Statsports Viper Vest.(n.d).Retrived from: <http://statsports.com/>
- ❖ Stefanie Crucius.(2015).Wearable Technologies. Biovotion.Retrieved from: <https://www.wearable-technologies.com/2015/11/wearables-for-rehabilitation-health-monitoring-first-responders-and-conception/>
- ❖ Charlie Thorogood.(2015). Six Nations Special. Wearable and Cloud Tech in Rugby - Breaking Rugby's Technology Taboo. Retrived from: <https://www.microsoft.com/en-gb/developers/articles/week02mar15/six-nations-special-wearable-and-cloud-tech-in-rugby-breaking-rugbys-technology-taboo/>