



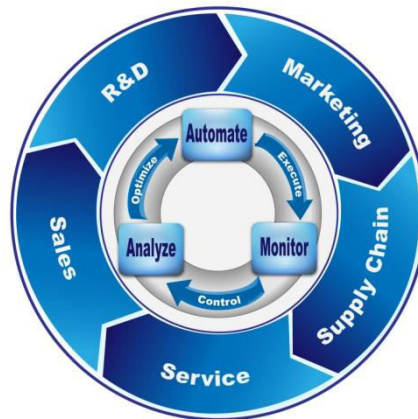
**Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

---

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ WEARABLES ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.**

**ΓΟΥΡΝΑΡΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ**  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:

**Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών**



**ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Πειραιάς, Οκτώβριος 2017**



**Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών» του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού του Ανωτάτου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιώς Τεχνολογικού Τομέα.**



**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **ΓΟΥΡΝΑΡΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ**, του **ΓΕΩΡΓΙΟΥ**, με αριθμό μητρώου 45 φοιτήτρια του Τμήματος **Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.** του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

19/10/2017



## **Ευχαριστίες**

Κατά την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού αισθάνομαι την ιδιαίτερη ανάγκη να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου που μου συμπαραστάθηκαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα της διατριβής μου κ. Παπουτσιδάκη Μιχάλη για την καθοδήγηση που μου έδωσε στη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διευθυντή του μεταπτυχιακού προγράμματος κ. Τσελέ Δημήτριο που συνέλαβε στην ένταξη μου στο συγκεκριμένο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών , καθώς και όλους τους καθηγητές μου για τον ρόλο που έπαιξαν στην εκπαιδευτική μου διαμόρφωση.



### Περίληψη διατριβής

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και οι απαιτήσεις της νέας αγοράς κυρίως στους τομείς της υγείας και του αθλητισμού, έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία φορητών συσκευών, τα επονομαζόμενα wearables. Ο όρος wearable στη τεχνολογία χρησιμοποιείται για να περιγράψει οποιοδήποτε προϊόν μιας τεχνολογίας που έχει κατασκευαστεί για να φοριέται από τους ανθρώπους ή τους καταναλωτές. Στη παρούσα διατριβή θα παρουσιαστεί η μελέτη και η εφαρμογή ενός wearable στον τομέα της υγείας και του αθλητισμού, με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής ή ψηφιακής τεχνολογίας. Στη συνέχεια, θα αναλυθούν τα μέρη και τα αισθητήρια που συντελούν ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό wearable καθώς και οι ενεργοποιητές που εκτελούν τα σενάρια λειτουργίας του αυτοματοποιημένου συστήματος. Ο τρόπος προγραμματισμού και ο τρόπος επικοινωνίας με τον χρήστη του μηχανήματος θα παρουσιαστούν αναλυτικά, ενώ από όλα τα παραπάνω θα προκύψουν τα συμπεράσματα χρήσης των συστημάτων wearables. Τέλος προτείνονται ορισμένες προτάσεις υλοποίησης των wearables καθώς και βελτιστοποιήσεις των ήδη υπάρχοντων συστημάτων.

### ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ:

Wearable, ψηφιακή ηλεκτρονική τεχνολογία, ασύρματη επικοινωνία, φορητή συσκευή, αυτοματοποιημένη τεχνολογία, έξυπνο ρολόι, μικροελεγκτή, ενεργοποιητές, αισθητήρια, χοληστερίνη, εικονική όραση, προγραμματισμός wearable.



### **Abstract**

The requirements of modern times and particularly the last years or so, have imposed a rapidly developing technology in the field of health and sport have resulted in the creation of portable devices, called wearables. The term of wearable in technology is used to describe any product of a technology that is made to be worn by people or consumers. This thesis will be presented the study and implementation of a wearable in the field of health and sport, with the help of electronic or digital technology. The parts and sensors that make up an integrated digital wearable as well as the actuators that perform the automated system scripts will then be analyzed. The way of programming and how to communicate with the user of the machine will be presented in detail, and from all of the above, the conclusions of using the wearables systems will emerge. Finally, some proposals for the implementation of wearables as well as optimizations of existing systems are proposed.

### **KEYWORDS**

Wearable, digital electronic technology, wireless communication, portable device, automated technology, smartwatch, microcontroller, actuators, sensors, cholesterol, virtual vision, programming wearable.



<b>Περιεχόμενα</b>	
<b>Περίληψη διατριβής</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Κεφάλαιο 1</b> .....	<b>9</b>
<b>Εισαγωγικά Στοιχεία</b> .....	<b>9</b>
1.1 Ορισμός και αναγκαιότητα ύπαρξης των wearables .....	9
1.2 Βασικές λειτουργίες των wearables. ....	10
1.3 Χαρακτηριστικά των φορέσιμων υπολογιστών .....	11
1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των wearables .....	13
1.4.1 Πλεονεκτήματα .....	13
1.4.2 Μειονεκτήματα .....	14
1.5 Ιστορική αναδρομή .....	15
1.6 Είδη των wearables .....	17
1.7 Μελέτη σκοπιμότητας .....	20
<b>Κεφάλαιο 2</b> .....	<b>21</b>
2.1 Αισθητήρια.....	21
Ορισμός και χαρακτηριστικά των αισθητηρίων .....	21
2.1.1 Αισθητήρια των wearables στην Ιατρική.....	23
2.1.2 Αισθητήρια στον Αθλητισμό .....	31
2.2 Ενεργοποιητές .....	39
2.3 Υπολογιστική ισχύς και κατανάλωση ενέργειας των wearables.....	39
2.3.1 Υπολογιστική ισχύς .....	44
2.3.2 Κατανάλωση ενέργειας των wearables.....	45
2.4 Συνδεσιμότητα .....	46
2.4.1 Τρόποι σύνδεσης_συσκευών .....	51
<b>Κεφάλαιο 3</b> .....	<b>54</b>
<b>Εφαρμογές των wearables</b> .....	<b>54</b>
3.1 Εφαρμογές των wearables στην Ιατρική .....	54
3.2 Εφαρμογές των wearables στον Αθλητισμό .....	74
3.2.1 Η συμβολή των wearables στα εργομετρικά τεστ των αθλητών .....	75
3.2.2 Είδη των wearables στον Αθλητισμό.....	75
<b>Κεφάλαιο 4ο</b> .....	<b>83</b>
<b>Συμπεράσματα- Μελλοντικές βελτιστοποιήσεις</b> .....	<b>83</b>
4.1 Μελλοντικές προτάσεις wearables συσκευών .....	83



<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>85</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: PROPOSAL.....</b>	<b>83</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: PAPER.....</b>	<b>86</b>





## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγικά Στοιχεία

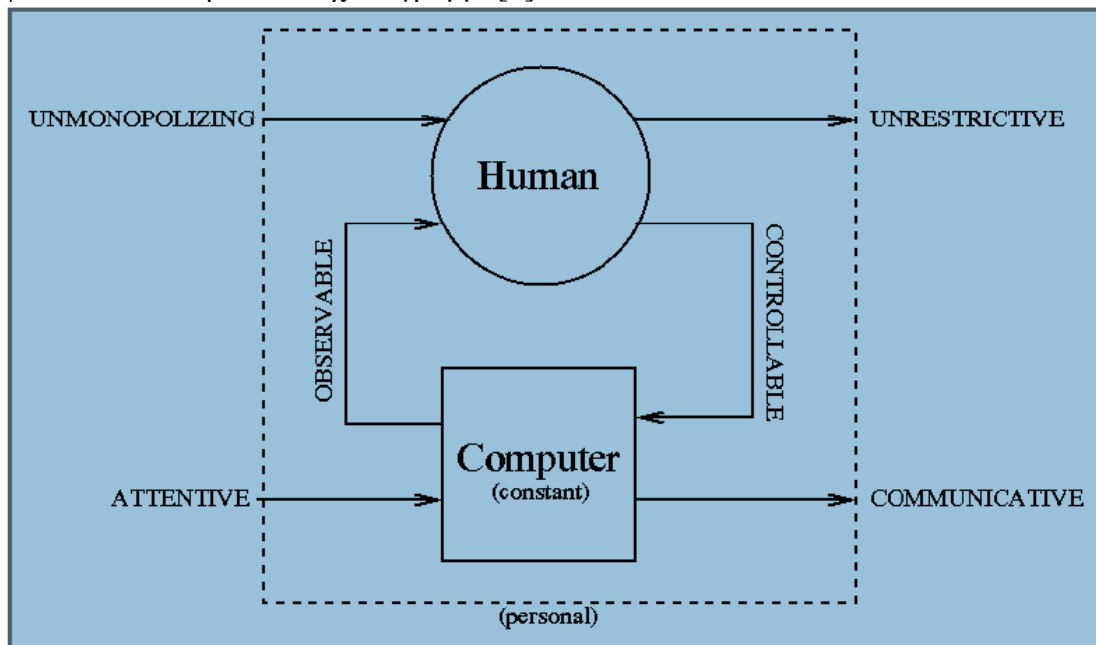
#### 1.1 Ορισμός και αναγκαιότητα ύπαρξης των wearables

Στη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των υπολογιστών είχε ως σκοπό την δημιουργία μικρών ηλεκτρονικών συσκευών που φέρουν πληροφορίες και εφαρμογές στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Οι φορητές αυτές συσκευές ονομάζονται wearables. Ως wearables ορίζονται οι μικρές ηλεκτρονικές συσκευές που ενσωματώνονται στο ανθρώπινο σώμα με σκοπό την καταγραφή και την συλλογή δεδομένων και πληροφοριών. Μέχρι πριν από λίγα χρόνια αυτές οι συσκευές θεωρούνταν ιδέα επιστημονικής φαντασίας η οποία με την πάροδο των ετών εξελίχτηκε σε καινοτόμο ιδέα που βρίσκει χρήσιμες εφαρμογές στην ζωή των ανθρώπων. Χρησιμοποιώντας κατάλληλους αισθητήρες, ενεργοποιητές και άλλα στοιχεία που αναφέρονται αναλυτικά στο τρίτο κεφάλαιο, οι wearables συσκευές εξελίσσονται ολοένα και περισσότερο παρέχοντας λειτουργίες και ανάγκες σημαντικές στον τομέα της Βιομηχανίας, Ψυχαγωγίας, της Ιατρικής και του Αθλητισμού. Συνεπώς, ήταν επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας των πιο πάνω συσκευών ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που αφορούν την ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Ειδικά στον χώρο της περίθαλψης λόγω έλλειψης ειδικευόμενου προσωπικού, τα wearables κατάφεραν την συνεχή και εποπτική παρακολούθηση ανθρώπων που πάσχουν από διάφορα νοσήματα και προβλήματα υγείας διευκολύνοντας το έργο των γιατρών έτσι ώστε να έχουν μια αναλυτική εικόνα της πορείας τους. Εκτός από την Ιατρική τα wearables βρίσκουν χρήση και στον αθλητισμό για την καταγραφή της φυσικής κατάστασης και των επιδόσεων των αθλητών. Η τεχνολογία των φορητών συσκευών έχει ως αποτέλεσμα την άμεση επικοινωνία με τον χρήστη και την εύκολη πρόσβασή του σε πληροφορίες χωρίς να χρειάζεται η ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση της συσκευής. Γενικά όλες οι wearables συσκευές παρέχουν δυνατότητες εισαγωγής δεδομένων και αποθήκευσης χωρίς να επηρεάζουν τις διεργασίες του χρήστη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα φορητών συσκευών είναι ρολόγια, βραχιόλια, γυαλιά, smartphones, έξυπνα υφάσματα και δαχτυλίδια ειδικά κατασκευασμένα για τις ανάγκες του ανθρώπου. Συνεπώς η εξέλιξη των wearables σε διάφορους τομείς σε συνδυασμό με το διαδίκτυο των πραγμάτων θα προκαλέσει την αλλαγή των τεχνολογικών και κοινωνικών τοπίων σε παγκόσμια κλίμακα, εικόνα που θεωρούταν ανύπαρκτη πριν από δυο δεκαετίες.



## 1.2 Βασικές λειτουργίες των wearables.

Ο σκοπός των wearables είναι να καλύπτουν τις ανάγκες του χρήστη με τον πιο απλό και ευέλικτο τρόπο. Γι αυτό και οι μηχανικοί των wearable αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα όσον αφορά το σχεδιασμό των συσκευών καθώς πρέπει να λάβουν υπόψη τους σημαντικά χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος και το βάρος που δεν πρέπει να ξεπερνά κάποια όρια. Σύμφωνα με τον Steve Mann(Mann 2006), υπάρχουν έξι διαδρομές ροής πληροφοριών που σχετίζονται με την συνεργασία ανθρώπου - μηχανής. Πρόκειται για ιδιότητες των wearables συσκευών και περιγράφονται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα[1].



Εικόνα 1:Ιδιότητες των wearables συσκευών

1. **Ελεγχόμενη από το χρήστη( Controllable):** Ο χρήστης μπορεί να έχει τον έλεγχο κάθε στιγμή που επιθυμεί ακόμα και όταν πρόκειται για αυτοματοποιημένες διαδικασίες διακόπτοντας την διαδικασία χειρονακτικά.
2. **Παρατηρήσιμη από το χρήστη (Observable):** Αν ο χρήστης το επιθυμεί μπορεί να ελκύει την προσοχή του και να γίνεται αντιληπτή.
3. **Δεν μονοπωλεί την προσοχή του χρήστη (Unmonopolizing):** Δεν αποκόπτει το χρήστη από το εξωτερικό περιβάλλον όπως ένα παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας. Ο χρήστης μπορεί να ανταποκριθεί και με άλλα θέματα ενώ χρησιμοποιεί την wearable συσκευή.
4. **Δεν περιορίζει το χρήστη(Unrestrictive):** Ο χρήστης μπορεί να εκτελεί και άλλες δραστηριότητες ενώ την χρησιμοποιεί. Σχεδόν όλες οι wearable



συσκευές είναι προσαρμοσμένες στο σώμα του ανθρώπου έτσι ο χρήστης μπορεί να κινείται ή να ασχολείται και με άλλες διεργασίες.

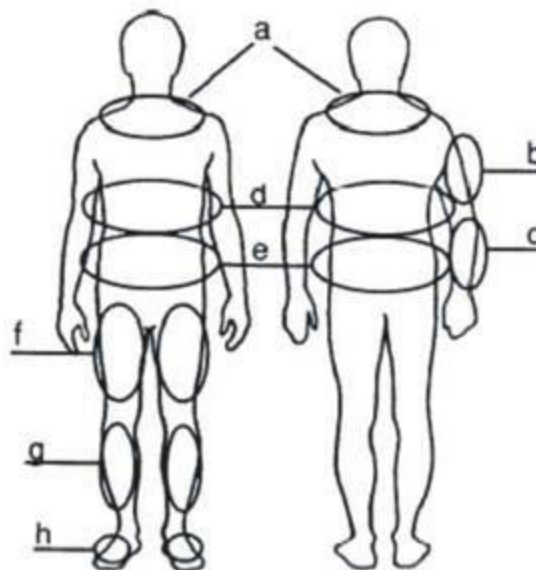
**5. Ακριβή πληροφόρηση στο χρήστη ( Attentive):** Ανάλογα με το είδος της συσκευής που χρησιμοποιούμε έχουμε υψηλό επίπεδο πληροφόρησης για οποιαδήποτε κατάσταση .Δηλαδή κάθε συσκευή μπορεί να διαθέτει αισθητήρια τα οποία μας ενημερώνουν για διάφορες καταστάσεις και λειτουργίες του χρήστη.

**6. Επικοινωνία και με άλλα συστήματα(Communicative):** Όλες οι συσκευές μπορούν να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα και πληροφορίες με άλλα συστήματα .

### 1.3 Χαρακτηριστικά των φορέσιμων υπολογιστών

Για να μπορεί μια συσκευή wearable να φορεθεί έχει αναλυθεί και σχεδιαστεί ένας οδηγός που αναφέρει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι συσκευές αυτές έτσι ώστε να παρέχουν στον χρήστη ευελιξία και προστασία. Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά τους[1]:

- Τοποθέτηση: Ανάλογα με τις ανάγκες που θέλουμε να εξυπηρετεί η κάθε συσκευή, υπάρχουν συγκεκριμένα σημεία τοποθέτησης στο ανθρώπινο σώμα . Η ύπαρξη της wearable συσκευής δεν πρέπει να γίνεται αντιληπτή από τους παρατηρητές και ανεπαίσθητη από το χρήστη. Γι αυτό και η σχεδίαση για δυναμική φορεσιμότητα απαιτεί την διακριτική τοποθέτηση στο ανθρώπινο σώμα. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται περιοχές του σώματος που θεωρούνται κατάλληλες για τη φορεσιμότητα των συσκευών.



Εικόνα 2:Περιοχές του σώματος για διακριτή φορεσιμότητα



A	Περιοχή γύρο από το λαιμό
B	Πίσω μέρος του πάνω χεριού
C	Ο βραχίονας
D	Η μπροστινή, η πλαϊνή και η πίσω όψη του θώρακα
E	Η μέση
F	Οι μηροί
G	Οι κνήμες
H	Πάνω μέρος του ποδιού

- Δημιουργία του σχήματος: Το σχήμα της συσκευής σχετίζεται με τη δυναμική ανθρώπινη μορφή εξασφαλίζοντας άνεση και σταθερότητα στον χρήστη. Έχει παρατηρηθεί ότι οι συσκευές με κυκλική μορφή στις γωνίες δημιουργούν μια ασφαλής χρήση καθώς αποφεύγονται πιθανά ατυχήματα από το σχήμα της συσκευής.
- Ανθρώπινη κίνηση: Λαμβάνοντας υπόψη κάθε στοιχείο που συνθέτει τη κίνηση όπως οι μηχανισμοί των ενώσεων, η κάμψη και η επέκταση των μυών παρατηρούμε ότι η ανθρώπινη κίνηση είναι σημαντικός παράγοντας καθορισμού σχήματος των wearables.
- Βάρος : Το βάρος των συσκευών δεν θα πρέπει να δυσχεραίνει την ισορροπία ή την κίνηση του ανθρώπου.
- Αισθητήρια αλληλεπίδραση : Η αλληλεπίδραση του χρήστη πρέπει να είναι απλή ,διασθητική και ευχάριστη στον τρόπο που αλληλεπιδρά με το φορέσιμο αντικείμενο.
- Η θερμότητα μεταξύ του χρήστη και της συσκευής: Επειδή το ανθρώπινο σώμα είναι ευαίσθητο στα προϊόντα που δημιουργούν, αποθηκεύουν ή συγκεντρώνουν θερμότητα, χρειάζεται κατάλληλη σχεδίαση φορέσιμων αντικειμένων που αποτρέπουν την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος.
- Χρονική διάρκεια: Μέχρι στιγμής δεν είναι σαφής οι συνέπειες της μακροχρόνιας χρήσης των φορέσιμων συσκευών. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η χρήση ειδικών τεστ που θα εμφανίζουν την επίδρασή τους στο σώμα του ανθρώπου.

### 1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των wearables

#### 1.4.1 Πλεονεκτήματα

Πολλά είναι τα οφέλη από την χρήση των wearables στην σημερινή εποχή ειδικά στα πεδία της κοινωνίας και της επιχειρηματικότητας. Παρακάτω αναφέρονται τα πλεονεκτήματα που μας παρέχουν τα wearables σε πολλούς τομείς της καθημερινότητάς μας.



- **Επιχειρηματικό τομέα:** Τα wearables βρίσκονται στην πρώτη θέση των πωλήσεων πολλών εταιρειών δημιουργώντας πολλές ευκαιρίες για την εν λόγω αγορά. Αν και οι άνθρωποι που εργάζονται σ αυτές δείχνουν να μην ανησυχούν ιδιαίτερα για την επιρροή που θα υπάρξει τόσο στη φύση της εργασίας τους όσο και στην αυτονομία τους, η τεχνολογία των wearables φαίνεται να συμβάλλει θετικά στις σχέσεις των εργαζομένων καθώς διευκολύνει τους εργάτες στην παραγωγή των προϊόντων τους.
- **Ιατρικό τομέα:** Η εξέλιξη της τεχνολογίας των wearables σε θέματα που αφορούν την υγεία των ανθρώπων έχει ως αποτέλεσμα την θεραπεία νοσημάτων που μέχρι πριν από λίγα χρόνια ήταν δύσκολο να ανιχνευτούν.
- **Κοινωνικό τομέα:** Τα wearables συμβάλλουν θετικά και στην μείωση της εγκληματικότητας καθώς παρέχουν περισσότερη ασφάλεια στον χρήστη όπως η τοποθέτηση ενός βραχιολιού σ ένα παιδί έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο έγκαιρος εντοπισμός του σε περίπτωση κινδύνου.
- **Ψυχαγωγικό τομέα:** Υπάρχουν υπηρεσίες διασκέδασης που χρησιμοποιούν τα wearables παρέχοντας στους πελάτες τους τις κατάλληλες γ αυτούς υπηρεσίες.
- **Εκπαιδευτικό τομέα:** Αυξημένη είναι η χρήση των wearables στην εκπαίδευση καθώς συμβάλλουν θετικά στην εξέλιξη των επιδόσεων των μαθητών παρέχοντας διδασκαλία από απόσταση. Ήδη το e-learning έχει βελτιωθεί αρκετά δεδομένου ότι χρησιμοποιεί συσκευές που ευνοεί την συμμετοχή των μαθητών - φοιτητών στην ηλεκτρονική διδασκαλία .
- **Αθλητικό τομέα:** Η τεχνολογία των φορέσιμων συσκευών βοήθησε σημαντικά τις επιδόσεις των αθλητών αλλά και την αποφυγή ατυχημάτων.
- **Προσθήκη επιμέρους εξαρτημάτων:** Κάθε wearable συσκευή είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία. Όμως η εξέλιξη της τεχνολογίας μας επιτρέπει να προσθέσουμε μικρά εξαρτήματα στην υπάρχουσα συσκευή έτσι ώστε να μας καλύψει περισσότερες ανάγκες.

### 1.4.2 Μειονεκτήματα

Εκτός από τα πλεονεκτήματα τα wearables παρουσιάζουν και κάποια πλεονεκτήματα όσον αφορά τη χρήση τους τα οποία χρήζουν μελλοντικής μελέτης ώστε να διορθωθούν. Παρακάτω παρατίθενται μερικά από τα αυτά τα μειονεκτήματα

- **Αρχιτεκτονική δομή της συσκευής:** Πρωτεύων περιοριστικός παράγοντας μέχρι πριν από λίγα χρόνια ήταν το μέγεθος και ο όγκος των φορέσιμων αντικειμένων. Ήδη το μέγεθος , το βάρος και ο όγκος των συσκευών έχει μειωθεί αρκετά με την τοποθέτηση μικρότερων ηλεκτρονικών στοιχείων τα οποία δίνουν μια πιο διακριτική μορφή στο χρήστη όχι όμως μη αντιληπτή στον παρατηρητή.



- Η ευελιξία: Κάθε συσκευή που προστίθεται στο σώμα του ανθρώπου θα πρέπει να μην θεωρείται ξένο σε αυτό. Δηλαδή να μην περιορίζει τις κινήσεις του χρήστη. Γι αυτό θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην εργονομία του συστήματος. Για παράδειγμα αν μια κάμερα ενσωματωθεί σ ένα ζευγάρι γυαλιών, οι διαστάσεις και το σχήμα τους δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες από τα συνηθισμένα για λόγους εργονομίας και αισθητικής.
- Κατανάλωση ενέργειας: Το θέμα της ενέργειας θεωρείται ένας ανασταλτικός παράγοντας στις wearables συσκευές. Οι αναλώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες συσκευές (π.χ. laptop,PDA κτλ) περιέχουν μπαταρίες λιθίου. Το μειονέκτημα των μπαταριών είναι ότι χρειάζονται φόρτιση κατά τη διάρκεια της χρήσης τους το οποίο είναι σχεδόν ανέφικτο. Πολλά συστήματα <<πέφτουν>> σε κατάσταση αδράνειας όταν δεν δέχονται ερεθίσματα, χωρίς αυτό να είναι η βέλτιστη λύση για εξοικονόμηση ενέργειας. Γι αυτό θα πρέπει να βρεθούν επαρκής τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας.
- Κοινωνικά προβλήματα: Όσο η τεχνολογία εξελίσσεται τόσο τα επιτεύγματά της για τους ανθρώπους μεγαλύτερων ηλικιών αντιμετωπίζονται με δυσπιστία. Η χρήση τους είναι αργή και σταθερή ιδιαίτερα όταν απομακρύνονται από την φύση των ανθρώπων. Κύριο παράγοντα αποτελεί η αισθητική της συσκευής γι αυτό και οι συσκευές που χρησιμοποιούσαν καλώδια δεν ευνοούσαν την αισθητική του συστήματος. Δεδομένου ότι οι συσκευές χρησιμοποιούνται για την καταγραφή λειτουργιών κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας αποτελεί αρνητικό στοιχείο. Συχνά οι χρήστες αισθάνονται ότι καταγράφεται η προσωπική τους ζωή από κρυφές κάμερες με αποτέλεσμα να ανησυχούν για την παραβίαση του περιεχομένου που διαθέτει η συσκευή.
- Συνεργασία: Οι περισσότερες συσκευές χρειάζονται και την ύπαρξη κάποιας άλλης έξυπνης συσκευής καθώς οι επεξεργαστές τους δεν λειτουργούν μόνοι τους. Το γεγονός αυτό έχει οικονομική επίδραση στους χρήστες καθώς αυξάνεται το οικονομικό κόστος.

### 1.5 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία των wearables αρχίζει το 1462 όπου γίνεται η πρώτη αναφορά σε ρολόι τσέπης κατασκευασμένο από τον Ιταλό ωρολογοποιό Bartholomew Manfredi. Το 1510 κατασκευάζονται ρολόγια τσέπης από τον δεξιότηχνη κλειδαρά Peter Henlein στη Νυρεμβέργη. Το 1644 κατασκευάστηκε στη Κίνα ένα δαχτυλίδι που μπορούσε να κάνει αλγεβρικές πράξεις. Το 1904 ο αεροπόρος Alberto Santos-Dumont ζητά από τον Louis Cartier να σχεδιάσει ένα ρολόι που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της πτήσης. Το 1981 κατασκευάστηκε από τον Steve Mann ο πρώτος φορετός ηλεκτρονικός υπολογιστής σε σακίδιο πλάτης που ήταν συνδεδεμένος με μια

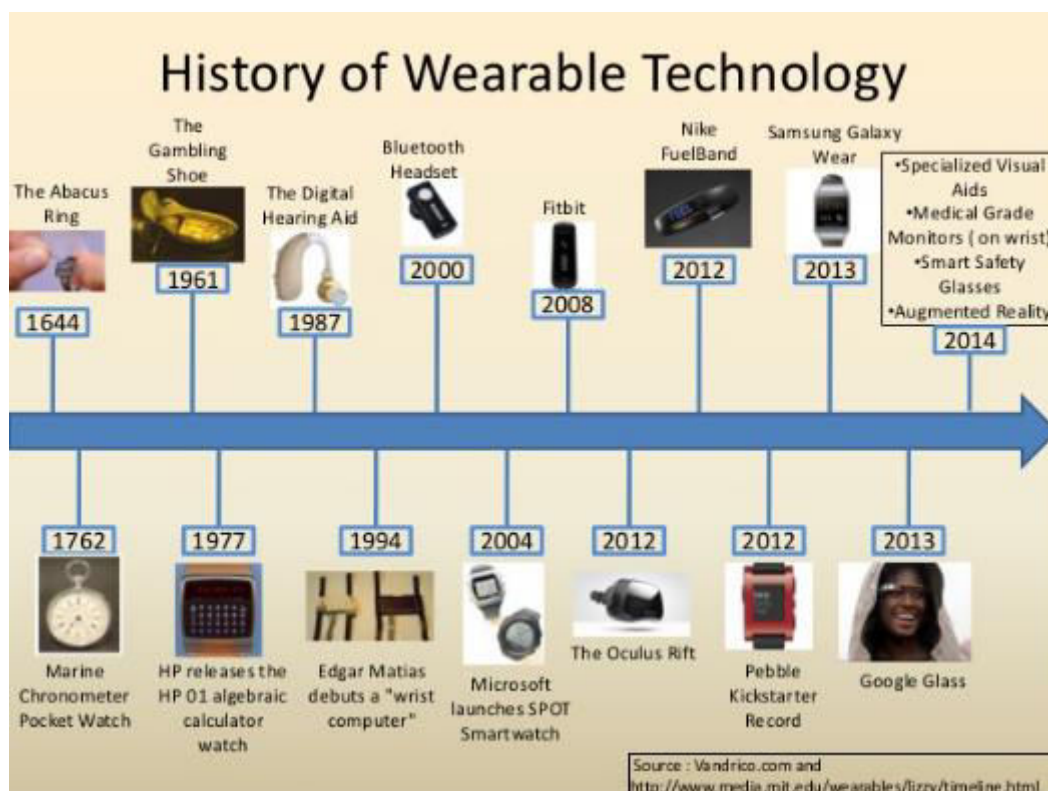
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



οθόνη στο μάτι του χρήστη. Την ίδια δεκαετία το 1985 κατασκευάζεται και το παπούτσι εξαπάτησης ρουλέτας δηλαδή ολοκληρωμένο κύκλωμα που βρισκόταν μέσα σε ένα ζευγάρι παπούτσια και τον βοηθούσε να εξαπατά στο παιχνίδι της ρουλέτας. Το κύκλωμα συγχρονιζόταν με τον ήχο της ρουλέτας και μπορούσε να προβλέψει το διάστημα που θα σταματούσε η μπίλια. Τα παπούτσια ειδοποιούσαν τον χρήστη με αριθμούς κτύπων. Το 1994 ο Steve Mann μεταδίδει εικόνες στο διαδίκτυο από κάμερα προσαρμοσμένη στο κεφάλι. Η ιστορία των wearables κορυφώνεται με την δημιουργία των Google glasses το 2013 μια συσκευή που φοριέται στο κεφάλι, σαν γυαλιά, αλλά αντί για γυάλινους φακούς έχει μόνο ένα παραλληλόγραμμο διάφανο πρίσμα που εξέχει μπροστά από το δεξί μάτι. Μέσα του προβάλλεται η εικόνα μια οθόνης η οποία μοιάζει να στέκεται στον αέρα, λίγα εκατοστά από τα μάτια. Ο δεξιός πλαστικός βραχίονας της συσκευής έχει μέσα μια κάμερα, τη μπαταρία και τα ηλεκτρονικά μέρη, ενώ η επιφάνειά του είναι αφής.



Εικόνα 3: Ιστορία της wearable τεχνολογίας

### Σύντομη αναφορά της ιστορίας των wearables

Παρακάτω αναφέρουμε συνοπτικά την ιστορία των wearables[2].

**1961:** Ο καθηγητής μαθηματικών του MIT, Edward Thorp, αποκάλυψε ότι είχε δημιουργήσει και χρησιμοποιήσει επιτυχώς τον πρώτο «φορητό υπολογιστή», για να



κλέβει στο τραπέζι της ρουλέτας. Ο Thorp και ο συνεργάτης του Claude Shannon διαπίστωσαν, ότι η συσκευή τους βελτιώνει κατά 44% τις πιθανότητες του παίκτη να κερδίζει.

**1972:** Ο Keith Taft εφηύρε μια «φορητή» υπολογιστική συσκευή για να έχει πλεονέκτημα στο blackjack. Ονόμασε τη συσκευή του «George» και τη λειτουργούσε με τα δάχτυλα των ποδιών του. Σταμάτησε να τη χρησιμοποιεί, όταν έχασε πάνω από 4.000 δολάρια μέσα σε ένα σαββατοκύριακο.

**1975:** Το πρώτο κομπιουτεράκι-ρολόι χεριού (Pulsar Calculator) κυκλοφόρησε στα τέλη του 1975, γνωρίζοντας μεγάλη επιτυχία. Ο πρόεδρος Gerald Ford έδειξε ενδιαφέρον για το μοντέλο περιορισμένης έκδοσης, αξίας 3.950 δολαρίων, με αποτέλεσμα να προκληθεί σάλος στα μέσα μαζικής ενημέρωσης.

**1981:** Ο Steve Mann ένωσε έναν υπολογιστή 6502 με ένα ατσάλινο «σακίδιο» πλάτης, για να ελέγχει ένα φωτογραφικό εξοπλισμό. Ο ίδιος ήταν πρωτοπόρος στη δημιουργία πολλών «φορητών» συσκευών για φωτογραφικούς εξοπλισμούς.

**1987:** Κυκλοφορεί στην αγορά το πρώτο ακουστικό βαρηκοΐας. Δε γνώρισε μεγάλη επιτυχία, εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους και των χαμηλής απόδοσης μπαταριών.

**1994:** Δεκατρία χρόνια μετά το σακίδιο πλάτης, ο Steve Mann εφηύρε τη Wearable Wireless Webcam και άρχισε να ανεβάζει φωτογραφίες στο διαδίκτυο μέχρι το 1996. Πολλοί πιστεύουν ότι ο Mann ήταν ο πρώτος «lifelogger».

**2000:** Κυκλοφορεί το πρώτο Bluetooth headset.

**2003:** Ο Vitatron C-Series ήταν ο πρώτος πλήρως ψηφιακός βηματοδότης στον κόσμο. Οι γιατροί μπορούσαν να «κατεβάσουν» πληροφορίες για τον ασθενή μέσα σε 18 δευτερόλεπτα.

**2006:** Η Nike συνεργάζεται με την Apple για τη δημιουργία του Nike+iPod.

**2009:** Η Glacier Computers κυκλοφόρησε το W200 Wearable Computer, το οποίο είχε σχεδιαστεί ειδικά για εκείνους που ήθελαν να έχουν πρόσβαση σε πληθώρα πληροφοριών, αλλά ταυτόχρονα να έχουν τα χέρια τους ελεύθερα. Η συσκευή ήταν αδιάβροχη και είχε βάρος μόλις 285 γραμμάρια.

**2012:** Το «έξυπνο» ρολόι Pebble βγήκε στο Kickstarter με αρχικό στόχο να συγκεντρώσει 100.000 δολάρια και έφτασε πάνω από 10 εκατομμύρια.





**2013:** Η Google βγάζει τα Google Glass.

Το **2014** «βαπτίστηκε» από πολλούς ως η χρονιά των «wearable», με τα διεθνή συνέδρια τεχνολογίας να «πλημμυρίζουν» από πρωτοποριακές συσκευές «φορητής τεχνολογίας».

### 1.6 Είδη των wearables

**Γενικότερα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπάρχουν 3 κατηγορίες wearables:**

- Η πρώτη περιλαμβάνει τα αποκαλούμενα smartbands ή «έξυπνα» βραχιόλια. Πρόκειται για «έξυπνες» ψηφιακές συσκευές που μοιάζουν πολύ με ένα βραχιόλι, έχουν ή δεν έχουν οθόνη, συνδέονται με smartphone και αναλαμβάνουν την παρακολούθηση των βιομετρικών δεδομένων του χρήστη τους.
- Η δεύτερη είναι τα smartwatches ή «έξυπνα» ρολόγια, τα οποία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως η ψηφιακή εξέλιξη των ρολογιών. Τα smartwatches μπορούν να έχουν λειτουργίες αντίστοιχες με των smartbands όσον αφορά την παρακολούθηση βιομετρικών δεδομένων, αλλά από εκεί και πέρα μπορούν να λειτουργήσουν και ως ένα smartphone με μικρότερη οθόνη.
- Η τρίτη περιλαμβάνει όλες τις υπόλοιπες wearables συσκευές. Το πιο γνωστό προϊόν σε αυτή την κατηγορία είναι τα Google Glass, που αναφέραμε σε προηγούμενη παράγραφο. Υπάρχουν, ωστόσο και άλλες συσκευές όπως «έξυπνες» ζυγαριές, αισθητήρες ύπνου, ασύρματα πιεσόμετρα που έχουν και αυτά τη χρησιμότητα τους και σταδιακά αναζητούνται από τους καταναλωτές.

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία δηλαδή τα smartbands θεωρούνται ως οι συσκευές που άνοιξαν το δρόμο για τα wearables. Πρόκειται για ψηφιακά βραχιόλια, τα οποία, κατά κύριο λόγο, χρησιμοποιούνται, για την παρακολούθηση της βιομετρικής δραστηριότητας του ανθρώπου που τα φορά. Οι χρήστες μπορούν να καταγράψουν την αθλητική δραστηριότητά τους, όπως επίσης τη διάρκεια και την ποιότητα του ύπνου τους. Τα στοιχεία "μεταφέρονται" και προβάλλονται στο smartphone του χρήστη όπου έχει εγκατασταθεί μία ειδική εφαρμογή (app). Στην εφαρμογή προβάλλονται διάφορα δεδομένα και ανάλογα με τον κατασκευαστή, υπάρχουν ακόμη πληροφορίες, συμβουλές και άλλα ενδιαφέροντα στοιχεία με στόχο να βελτιώσουν την κατάσταση της υγείας του χρήστη του smartband. Επειδή γενικώς παρακολουθούν τις δραστηριότητες του χρήστη, τα smartbands αποκαλούνται και activity trackers.

Τα πρώτα smartbands έκαναν την εμφάνισή τους πριν 2-3 χρόνια στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού με τα πρώτα μοντέλα να προέρχονται από εταιρείες αθλητικών ειδών



όπως η Nike και η Adidas. Στη συνέχεια, έκαναν την εμφάνιση τους "παίκτες" από το χώρο των αξεσουάρ, όπως η Pebble και η Jawbone με τις δύο τελευταίες να είναι εκείνες που έκαναν μόδα τα smartbands στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού με τη μόδα να έχει αρχίσει πλέον να περνά και στην Ευρώπη. Επιπλέον, μεγάλοι κατασκευαστές όπως η Sony και η Samsung έκαναν και αυτοί την εμφάνιση τους στο χώρο των smartbands, ενώ στο χώρο μπήκε πρόσφατα και η Microsoft.

Τα smartbands είναι σχετικά απλά στην εμφάνιση και τον σχεδιασμό τους και τα πιο προσιτά wearables που υπάρχουν. Το κοινό στο οποίο απευθύνονται δεν είναι μόνο όσοι ασχολούνται με τον αθλητισμό ή απλώς τρέχουν και γυμνάζονται για να βελτιώσουν τη φυσική τους κατάσταση. Είναι και άνθρωποι που απλώς προσπαθούν να διατηρήσουν την υγεία τους σε ένα όσο το δυνατόν καλύτερο επίπεδο και smartbands είναι η ιδανική λύση γι αυτό. Το εύρος τιμών των smartbands είναι αρκετά διευρυμένο και εξαρτάται από τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά της κάθε συσκευής.



Εικόνα 4: Smartband

**Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται στα smartwatches.** Τα «έξυπνα» ρολόγια ή smartwatches είναι κάτι που άπαντες οι κατασκευαστές έχουν στο μυαλό τους εδώ και αρκετά χρόνια και στο παρελθόν είχαν γίνει ορισμένες προσπάθειες για κινητό – ρολόι που δεν στέφθηκαν με ιδιαίτερη επιτυχία.

Η προσέγγιση που ακολουθείται πλέον με τα smartwatches είναι αρκετά διαφορετική, καθώς τα μοντέλα που κυκλοφορούν εξελίσσονται διαρκώς και προσφέρουν όλο και καλύτερη εμπειρία χρήσης. Το τελευταίο στοιχείο είναι και το πιο σημαντικό καθώς ένα ρολόι είτε είναι «έξυπνο» είτε όχι, πρέπει να κάνει κατ' αρχήν μία δουλειά καλά: να ενημερώνει τον κάτοχο του για την ώρα. Τα smartwatches έχουν αρχίσει να πληθαίνουν και οι επιλογές κινούνται σε διάφορα επίπεδα τιμών, χαρακτηριστικών αλλά και εμφάνισης που είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς το ρολόι είναι από τα βασικά αξεσουάρ που έχουν άνδρες και γυναίκες.

**Οι λειτουργίες του είναι παρόμοιες με ένα smartband,** δηλαδή έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί τα βιομετρικά δεδομένα του (πόσο περπατάει, πόσο τρέχει, τι θερμίδες καταναλώνει, πόση ώρα κοιμάται κ.ά.). Τα περισσότερα smartwatches



βασίζονται σε ανοικτές πλατφόρμες, όπως είναι το Tizen που χρησιμοποιεί η Samsung και το Android Wear, η ειδική έκδοση του γνωστού λειτουργικού της Google για φορητές συσκευές. Αυτό σημαίνει ότι το smartwatch μπορεί να «κατεβάσει» ειδικές εφαρμογές και να κάνει ότι έχει σκεφτεί η φαντασία του δημιουργού του συγκεκριμένου app.

Σε κάθε περίπτωση, αυτό που έχει ενδιαφέρον είναι η δυνατότητα απάντησης σε κλήσεις που έχουν τα smartwatches, τα οποία απαιτείται να έχουν σύνδεση με ένα smartphone. Αν και σε ορισμένα μοντέλα η σύνδεση με ένα smartphone δεν είναι απαραίτητη, δεδομένου ότι έχουν τη δική τους υποδοχή για κάρτα SIM που να λειτουργεί σε δίκτυα 3G. Κάτι που σημαίνει πρακτικά ότι το smartwatch γίνεται ένα μικρού μεγέθους smartphone. Όπως συμβαίνει και με τα περισσότερα τεχνολογικά προϊόντα, το κόστος απόκτησης ενός smartwatch ποικίλλει ανάλογα με τις δυνατότητες του και την εμφάνιση του.



Εικόνα 5: Smartwatch

### 1.7 Μελέτη σκοπιμότητας

Σκοπός της διατριβής, είναι να γίνει κατανοητή και προσιτή η χρησιμότητα των wearable στους περισσότερους ανθρώπους ή καταναλωτές και η βελτίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων τους. Συγκεκριμένα αναλύονται οι εφαρμογές των wearables στους τομείς της Υγείας και του Αθλητισμού αλλά και οι τρόποι βελτιστοποίησης των συσκευών αυτών. Με τη χρήση κατάλληλων αισθητηρίων και ενεργοποιητών έχουμε ως στόχο τη μελλοντική δημιουργία συσκευών που



εξυπηρετούν ανάγκες ανθρώπων -καταναλωτών, που μέχρι πρόσφατα ήταν αδύνατο να καλυφθούν. Στόχος μας δεν είναι η αντικατάσταση του ανθρώπου- εργατικού δυναμικού από συσκευές αλλά η εξυπηρέτηση αναγκών που παρέχουν υπηρεσίες και λειτουργίες αποφεύγοντας χρονοβόρες και επίπονες καταστάσεις. Βασισμένοι στη θεωρία του διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things) αλλά και στο τρόπο λειτουργίας των wearables η ανάπτυξη νέων καινοτόμων συσκευών πιστεύεται ότι θα είναι εύκολη λύση.

## Κεφάλαιο 2

### Περιγραφή Δομοστοιχείων των wearables

#### 2.1 Αισθητήρια

##### Ορισμός και χαρακτηριστικά των αισθητηρίων

Είναι γεγονός ότι οι τα αισθητήρια αποτελούν μέρος της καθημερινότητας των ανθρώπων καθώς εφαρμόζονται σε πολλά αντικείμενα τα οποία χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. Ως αισθητήρια θεωρούνται οι συσκευές αντίληψης φυσικών ποσοτήτων και η μετατροπή τους σε μια μετρήσιμη έξοδο ώστε να μπορούν να διαβαστούν από τον παρατηρητή που τα μελετά. Η δομή των αισθητηρίων έχει εξελιχτεί βρίσκοντας εφαρμογές σε πολλά ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν τους αισθητήρες αναφέρονται στην αξιολόγηση της ποιότητας του αισθητήρα αλλά και στην επιλογή του κατάλληλου αισθητήρα για μια συγκεκριμένη εφαρμογή μέτρησης. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των αισθητηρίων[3].

- Εύρος(operating range): Το εύρος λειτουργίας μιας συσκευής ισούται με τα όρια στα οποία η συσκευή μπορεί να λειτουργεί αξιόπιστα. Συνήθως το εύρος του αισθητήρα εκφράζεται με την ελάχιστη και μέγιστη τιμή που είναι ικανός να μετρά.
- Ακρίβεια(accuracy): Εκφράζει το ποσοστό του τυχαίου σφάλματος του αισθητήρα το οποίο διορθώνεται με βαθμονόμηση (διακρίβωση) του αισθητήρα. Συχνά η ακρίβεια συγχέεται με την πιστότητα χωρίς αυτό να προϋποθέτει ότι η μεγάλη ακρίβεια συνεπάγεται και μεγάλη πιστότητα.
- Σφάλμα: Η διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και τη πραγματική τιμή μιας ποσότητας συνήθως εκφράζονται με ποσοστό.
- Ανοχή(tolerance): Η ανοχή είναι η μέγιστη τιμή σφάλματος που μπορεί να υπάρξει κατά τη διάρκεια λειτουργίας μιας συσκευής.
- Στατικό σφάλμα( Static error): Είναι το σταθερό σφάλμα σε όλο το εύρος της λειτουργίας της συσκευής το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί.
- Ολίσθηση(drift): Είναι η αργή μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με το χρόνο και το περιβάλλον.

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ  
ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



- Επαναληψιμότητα(precision): Ο βαθμός παραγωγής του ίδιου αποτελέσματος όταν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές τροφοδοτείται με την ίδια είσοδο.
- Χρόνος λειτουργίας(operating life): Ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας του αισθητήρα στα πλαίσια των προδιαγραφών του. Εκφράζεται σε μονάδες χρόνου ή με τον αριθμό των κύκλων επιτυχίας που μπορεί να υλοποιήσει με επιτυχία.
- Υστέρηση: Η διαφορά που παρατηρείται στην έξοδο που δίνει ένας αισθητήρας όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί με αποτέλεσμα να παράγεται σφάλμα και να επηρεάζεται η ακρίβεια της συσκευής.
- Καθυστέρηση(lag): Η καθυστέρηση της αλλαγής της τιμής της εξόδου ως προς την είσοδο. Μετρείται σε δευτερόλεπτα και σε εφαρμογές όπου επιτυγχάνεται ο έλεγχος μπορεί να επηρεάσει την απόδοση.
- Ευστάθεια(stability): Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς μεταβολή της εισόδου και των συνθηκών.
- Ευαισθησία(sensitivity): Εκφράζει την σχέση της αλλαγής εξόδου προς τη αλλαγή εισόδου, υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Η ευαισθησία ενός αισθητηρίου ισούται με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.
- Απόκριση(response): Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει τη τελική τιμή η έξοδος για μια δεδομένη είσοδο.
- Βαθμονόμηση(calibration): Η βαθμολόγηση της κλίμακας σε μονάδες. Κατά τη διαδικασία της βαθμονόμησης εφαρμόζονται στον αισθητήρα γνωστές τιμές του μετρούμενου φυσικού μεγέθους και υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές του ηλεκτρικού σήματος εξόδου του.
- Γραμμικότητα(linearity): Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου προσεγγίζει ευθεία ως προς την είσοδο του αισθητήρα.
- Νεκρή Ζώνη(dead zone): Είναι η περιοχή των μετρήσεων συνήθως γύρω από το μηδέν όπου ο αισθητήρας δεν αποκρίνεται στις μεταβολές της μετρούμενης ποσότητας.
- Διακριτική ικανότητα(resolution): Η μικρότερη αλλαγή τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει ο αισθητήρας. Όσο μεγαλύτερη είναι η διακριτική ικανότητα τόσο μικρότερο είναι το βήμα που μπορεί ο αισθητήρας να μετρήσει.
- Πιστότητα: Σχετίζεται με το πόσο το αποτέλεσμα του αισθητήρα πλησιάζει την φυσική πραγματικότητα.

### 2.1.1 Αισθητήρια των wearables στην Ιατρική

Η ευρεία χρήση των wearables στην Ιατρική με τη χρήση "έξυπνων αισθητηρίων" εξελίσσεται με ταχείς ρυθμούς. Στην ενότητα του συγκεκριμένου κεφαλαίου θα αναφερθούμε με τα είδη των αισθητηρίων που περιέχουν τα wearables που είναι κατασκευασμένα για ιατρικούς σκοπούς.



### ➤ Αισθητήρας οξυμετρίας

Αρχικά θα αναφερθούμε σε ένα από τα πιο γνωστά wearables που είναι η συσκευή μέτρησης οξυγόνου. Στο εμπόριο υπάρχουν πολλά wearables μέτρησης οξυγόνου και καρδιακών παλμών ταυτόχρονα. Ο αισθητήρας που περιέχεται στις συσκευές αυτές ονομάζεται αισθητήρας οξυμετρίας[4].



Εικόνα 6: Αισθητήρας οξυμετρίας

Η παλμική οξυμετρία είναι μία εξέταση η οποία χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τα επίπεδα του οξυγόνου ή καλύτερα τον κορεσμό σε οξυγόνο στο αίμα. Πρόκειται για μια σύντομη διαδικασία, απλή, μη επεμβατική και ανώδυνη. Το αποτέλεσμα της χρησιμοποιείται σαν γενικός δείκτης της μεταφοράς του οξυγόνου στους περιφερικούς ιστούς, όπως για παράδειγμα το δάχτυλο του χεριού, ο λοβός του αυτιού ή η μύτη, θέσεις όπου μπορεί να γίνει η μέτρηση.

### Αρχή λειτουργίας αισθητήρα οξυμετρίας SpO<sub>2</sub>

Το ατμοσφαιρικό οξυγόνο εισέρχεται στις κυψελίδες του πνεύμονα σε κάθε εισπνοή. Από τις κυψελίδες περνά στο αίμα και συνδέεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό με την αιμοσφαιρίνη (μια πρωτεΐνη που βρίσκεται μέσα στο ερυθρό αιμοσφαίριο) για να μεταφερθεί στην κυκλοφορία. Το οξυγονωμένο έτσι αίμα φτάνει στους ιστούς.

Η τεχνολογία της παλμικής οξυμετρίας χρησιμοποιεί τα χαρακτηριστικά της απορρόφησης του φωτός από την αιμοσφαιρίνη και τον παλμικό τρόπο ροής του αίματος στις αρτηρίες. Πρώτον, υπάρχει μια διαφορά χρώματος μεταξύ αρτηριακής αιμοσφαιρίνης (κορεσμένης με οξυγόνο) το οποίο είναι έντονα κόκκινο και φλεβικής αιμοσφαιρίνης (πτωχής σε οξυγόνο) το οποίο είναι πιο σκούρο. Δεύτερον, με κάθε χτύπο της καρδιάς, με κάθε παλμό υπάρχει μία ελαφρά αύξηση του όγκου του αίματος που ρέει μέσω των αρτηριών. Λόγω της αύξησης αυτής του όγκου του αίματος, αν και μικρής, υπάρχει μια σχετική αύξηση στην πλούσια σε οξυγόνο αιμοσφαιρίνη.

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



Μια μικρή ιατρική συσκευή που ονομάζεται παλμικό οξύμετρο τοποθετείται σαν κλιπ σε κάποιο μέρος του σώματος, συνήθως σε ένα από τα δάχτυλα του χεριού, και χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα. Ο αισθητήρας αυτός φιλοξενεί μία πηγή φωτός, έναν ανιχνευτή φωτός και έναν μικροεπεξεργαστή ο οποίος συγκρίνει και υπολογίζει τις διαφορές μεταξύ αιμοσφαιρίνης πλούσιας σε οξυγόνο και αιμοσφαιρίνης πτωχής σε οξυγόνο.

Η μία πλευρά του αισθητήρα έχει μια πηγή φωτός η οποία εκπέμπει φως σε δύο μήκη κύματος, κόκκινο και υπέρυθρο, τα οποία μεταδίδονται στην πλευρά του ανιχνευτή φωτός, διαμέσω μέρους του σώματος που είναι σχετικά "διαφανές" και με καλή παλμική ροή αρτηριακού αίματος (πχ. δάχτυλο, λοβός του αυτιού). Η πλούσια σε οξυγόνο αιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο το υπέρυθρο φως ενώ η πτωχή σε οξυγόνο αιμοσφαιρίνη απορροφά το κόκκινο φως. Ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει τις διαφορές και μετατρέπει τις πληροφορίες σε ψηφιακή ανάγνωση. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν τον ιατρό να εκτιμήσει την ποσότητα του οξυγόνου που μεταφέρεται στο αίμα και να αξιολογήσει την ανάγκη για συμπληρωματικό οξυγόνο. Το ποσοστό του κορεσμού του οξυγόνου αναφέρεται ως το ποσοστό % SpO<sub>2</sub>. Τα περισσότερα οξύμετρα εμφανίζουν επίσης τον αριθμό των καρδιακών παλμών.

Η παλμική οξυμετρία αναπτύχθηκε το 1972 από τους Takuo Aoyagi και Michio Kishi[4]. Πριν την εφαρμογή της τεχνολογίας η μέτρηση της οξυγόνωσης του ασθενή μπορούσε να εκτιμηθεί μόνο επεμβατικά από τα αέρια του αρτηριακού αίματος.

### Εφαρμογές παλμικού οξύμετρου

Η παλμική οξυμετρία εκτελείται για να εκτιμηθεί η επάρκεια των επιπέδων του οξυγόνου στο αίμα σε μια ποικιλία περιπτώσεων. Λόγω της ταχύτητας της εξέτασης τα οξύμετρα είναι πολύ χρήσιμα στην ιατρική των επειγόντων, όπως για παράδειγμα στην εκτίμηση της οξείας δύσπνοιας, στη χειρουργική, σε διαδικασίες όπου χορηγείται καταστολή (πχ. βρογχοσκόπηση), για την παρακολούθηση κατά τη μεταφορά βαρέως πασχόντων ασθενών, σε ασθενείς με αναπνευστικά ή καρδιολογικά προβλήματα όπου ενδέχεται να απαιτείται συμπληρωματική χορήγηση οξυγόνου, για να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Επίσης η χρησιμότητά τους είναι ανεκτίμητη στην εντατική θεραπεία για τη συνεχή παρακολούθηση των ασθενών υπό μηχανικό αερισμό. Στην άπνοια ύπνου για διαγνωστικούς λόγους γίνεται ολονύκτια καταγραφή με ειδικά καταγραφικά οξύμετρα (νυκτερινή οξυμετρία). Τέλος, στα μεγάλα υψόμετρα η πυκνότητα του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα είναι μικρότερη και έτσι τα φορητά οξύμετρα μπορεί να είναι χρήσιμα στους ορειβάτες, όπως επίσης και στους πιλότους που πετάνε πάνω από 10000 πόδια, όπου συμπληρωματικό οξυγόνο μπορεί να απαιτείται.



Μια άλλη γνωστή φορητή συσκευή που χρησιμοποιείται στον τομέα της Ιατρικής τα τελευταία χρόνια είναι η συσκευή εικοσιτετράωρης καταγραφή της πίεσης ή αλλιώς "holter πίεσεως". Τα περισσότερα holter περιέχουν ,εκτός από τον αισθητήρα οξυμετρίας που αναλύσαμε πιο πάνω, και άλλα αισθητήρια όπως τον αισθητήρα ECG(ηλεκτροκαρδιογραφήματων) και τον αισθητήρα πίεσης αίματος (NIBP).

### ➤ Αισθητήρας ECG (ηλεκτροκαρδιογραφήματων)

Ο αισθητήρας ηλεκτροκαρδιογραφήματων καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς .



Εικόνα 7:Αισθητήρας ηλεκτροκαρδιογραφήματος ECG

### Αρχή λειτουργίας αισθητήρα

Τα ηλεκτρικά ρεύματα που παράγονται από κάθε χτύπο της καρδιάς , διατρέχουν τους γύρο ιστούς όπου ένα μικρό μέρος φτάνει στην επιφάνεια του σώματος. Ο ηλεκτροδιογράφος είναι γαλβανόμετρο που περιέχει θετικό και αρνητικό πόλο απ' όπου ξεκινούν δυο αντίστοιχα ηλεκτρόδια. Το ζευγάρι αυτών των ηλεκτροδίων αποτελεί την ηλεκτροκαρδιογραφική απαγωγή[5].

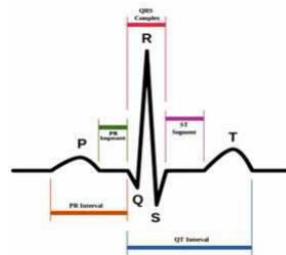
Τοποθετώντας τα ηλεκτρόδια που περιέχονται στον αισθητήρα, στο δέρμα του ανθρώπου είναι εφικτή η καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών της καρδιάς. Όταν μια απαγωγή βλέπει το ερέθισμα να έρχεται προς αυτή καταγράφει ένα θετικό έπαρμα, πάνω δηλαδή από την ισοηλεκτρική γραμμή, ενώ όταν το βλέπει να φεύγει καταγράφει ένα αρνητικό έπαρμα, δηλαδή κάτω από την ισοηλεκτρική γραμμή. Η διέγερση των κόλπων ξεκινά φυσιολογικά από το φλεβόκομβο και έχει συνιστάμενη κατεύθυνση προς τον κολποκοιλιακό κόμβο. Το έπαρμα που παράγεται ονομάζεται έπαρμα **P** και είναι θετικό στην διέγερση των κόλπων της καρδιάς. Το έπαρμα που παράγεται από την εκπόλωση των κόλπων έχει πάντα την ίδια ονομασία είτε είναι θετικό είτε είναι αρνητικό. Κατά τη διέλευσή της από τον κολποκοιλιακό κόμβο η διέγερση καθυστερεί και στο Η.Κ.Γ καταγράφεται ισοηλεκτρική γραμμή, το διάστημα **PQ**. Στη συνέχεια ακολουθεί η φάση ηρεμίας του καρδιακού μυ όπου συμβολίζεται σαν διάστημα **S-T** και έπαρμα **T**. Η γραμμή που μεσολαβεί από το έπαρμα **T** μέχρι το επόμενο έπαρμα **P** ονομάζεται ισοηλεκτρική γραμμή. Όσα επάρματα βρίσκονται άνωθεν της ισοηλεκτρικής γραμμής





χαρακτηρίζονται ως θετικά, ενώ όσα βρίσκονται κάτω από αυτή χαρακτηρίζονται ως αρνητικά.

Η παραπάνω διαδικασία απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 8: Καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφήματος

Στον καταγραφέα holter η διαδικασία αυτή καταγράφεται σε μια μαγνητοταινία η οποία περιστρέφεται αργά. Η συσκευή αυτή εκτός από την μαγνητοταινία περιέχει ενσωματωμένο ηλεκτρονικό ρολόι που καταγράφει το ηλεκτροκαρδιογράφημα. Αν ο ασθενής αισθανθεί κάποια ενόχληση- ερέθισμα, μπορεί με το πάτημα ενός κουμπιού να την καταγράψει στην συσκευή. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου. Στη συνέχεια η ειδική μαγνητοταινία που περιέχει το holter αφαιρείται από τον γιατρό και εισάγεται στον ειδικό αναλυτή για επεξεργασία και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

### ➤ Αισθητήρας πίεσης αίματος(NIBP)

Κύρια λειτουργία του αισθητήρα πίεσης αίματος είναι η μέτρηση της ταχύτητας των καρδιακών σφυγμών του ανθρώπου. Οι περισσότερες συσκευές χρησιμοποιούν την ταλαντωσιμετρική μέθοδο για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης. Σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα ο αισθητήρας που είναι ενσωματωμένος στη συσκευή καταγράφει τις μικρές ταλαντώσεις, οι οποίες οφείλονται στη διαστολή και τη συστολή των αρτηριών στον καρπό (σφυγμοί). Με την αυξομείωση του κάθε κύματος πίεσης στην αρτηρία, υπολογίζονται οι τιμές της συστολικής και της διαστολικής πίεσης και εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην οθόνη της wearable συσκευής. Από το προσωρινό χρονικό διάστημα μεταξύ των καρδιακών ρυθμών, υπολογίζεται η συχνότητα των καρδιακών σφυγμών και εμφανίζεται επίσης στην οθόνη.



Εικόνα 9: Αισθητήρας μέτρησης διαστολικής και συστολικής πίεσης

### ➤ Αισθητήρας μέτρησης γλυκόζης(Enlite)

Ο αισθητήρας γλυκόζης είναι ένα μικρό ηλεκτρόδιο το οποίο μετράει τα επίπεδα της γλυκόζης . Τοποθετείται κάτω από το δέρμα στο διάμεσο υγρό, που είναι το μέρος εκείνο όπου τα κύτταρα λαμβάνουν οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά, συμπεριλαμβανομένης και της γλυκόζης. Οι αισθητήρες γλυκόζης εισάγονται εύκολα με τη χρήση αυτόματης συσκευής: όπως και σε άλλους τύπους σετ έγχυσης, μια βελόνα χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του αισθητήρα γλυκόζης. Η βελόνα στη συνέχεια αφαιρείται αφήνοντας ένα λεπτό ευλύγιστο ηλεκτρόδιο ακριβώς κάτω από δέρμα. Ο αισθητήρας γλυκόζης στη συνέχεια συνδέεται είτε με τον πομπό, έτσι ώστε οι μετρήσεις από τον αισθητήρα γλυκόζης να μεταβιβάζονται στην αντλία ινσουλίνης , ή σε μία συσκευή καταγραφής για τη μεταφόρτωση στο λογισμικό μόλις αφαιρεθεί. Η κύρια ένδειξη των αισθητήρων γλυκόζης είναι οι περιπτώσεις εκείνες στις οποίες πρέπει να εξακριβωθούν ου ευρείες διακυμάνσεις των επιπέδων της γλυκόζης., ενώ τη δυνατότητα αυτή δεν παρέχει ο συνηθισμένος αυτοέλεγχος και την παρέχει ο αισθητήρας γλυκόζης[6]. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο ανιχνεύουν τέσσερις φορές περισσότερες αποκλίσεις τιμών γλυκόζης από το φυσιολογικό σε σχέση με την εκ μέρους του ασθενούς παρακολούθηση της γλυκόζης αίματος.

#### Χαρακτηριστικά αισθητήρα:

1. Μικρότερος και πιο ελαστικός αισθητήρας: μείωση στο μέγεθος του αισθητήρα κατά 80% σε σύγκριση με τον προηγούμενο αισθητήρα Enlite
2. Ο αισθητήρας Νέα Γενιά Enlite διαθέτει μια καινοτόμα ειδική κολλητική μεμβράνη που συμβάλει στη μείωση των δερματικών ερεθισμών
3. Πιο αξιόπιστη σύνδεση μεταξύ αισθητήρα και πομπού, που μπορεί να μειώσει την πιθανότητα ύπαρξης κενών διαστημάτων στα δεδομένα της καταγραφής.

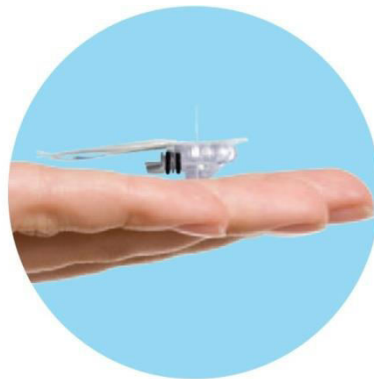
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



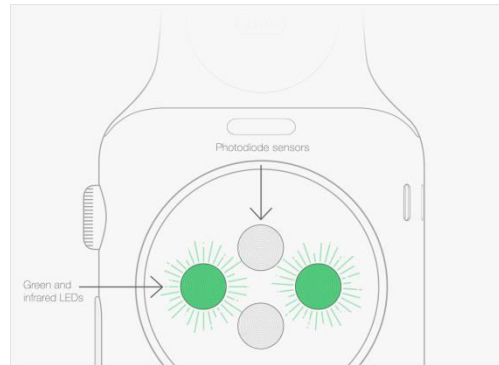
Επιπλέον, σε περίπτωση απώλειας σύνδεσης μεταξύ του αισθητήρα και του πομπού, ο νέος πομπός Guardian 2 Link μπορεί να αποθηκεύσει δεδομένα έως και 10 ωρών.



Εικόνα 10: Αισθητήρας γλυκόζης Enlite

### ➤ Αισθητήρας μέτρησης καρδιακών παλμών

Ο αισθητήρας καρδιακών παλμών στο Apple Watch χρησιμοποιεί μια τεχνολογία που είναι γνωστή ως φωτοπληθυσμογραφία. Αυτή η τεχνολογία, παρόλο που προφέρεται δύσκολα, βασίζεται σε ένα πολύ απλό γεγονός: Το αίμα είναι κόκκινο επειδή αντανακλά το κόκκινο φως και απορροφά το πράσινο φως. Το Apple Watch χρησιμοποιεί πράσινες λυχνίες LED σε συνδυασμό με φωτοευαίσθητες φωτοδιόδους για να ανιχνεύσει την ποσότητα του αίματος που ρέει από τον καρπό κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Όταν χτυπάει η καρδιά, η ροή του αίματος στον καρπό και η απορρόφηση του πράσινου φωτός, είναι μεγαλύτερη. Ανάμεσα στους παλμούς, είναι μικρότερη. Αναβοσβήνοντας τις λυχνίες LED εκατοντάδες φορές ανά δευτερόλεπτο, το Apple Watch μπορεί να υπολογίσει τον αριθμό των καρδιακών παλμών κάθε λεπτό. Επιπλέον, ο αισθητήρας καρδιακών παλμών έχει σχεδιαστεί ώστε να αντισταθμίζει τα χαμηλά επίπεδα σήματος, αυξάνοντας την φωτεινότητα LED και το ρυθμό δειγματοληψίας. Ο αισθητήρας καρδιακών παλμών μπορεί να χρησιμοποιήσει επίσης υπέρυθρο φως. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται από το Apple Watch κατά τη μέτρηση των καρδιακών παλμών σας στο παρασκήνιο[7].



Εικόνα 11: Αισθητήρας καρδιακών παλμών και οι λυχνίες LED

### Απόδοση του αισθητήρα

Πολλοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση του αισθητήρα καρδιακών παλμών του Apple Watch.

1. Η διαπότιση του δέρματος είναι ένας από αυτούς. Ένας παράξενος τρόπος περιγραφής της ποσότητας του αίματος που ρέει στο δέρμα, η διαπότιση του δέρματος διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ατόμων και μπορεί να επηρεαστεί επίσης από το περιβάλλον. Αν ασκήσετε στο κρύο, για παράδειγμα, η διαπότιση του δέρματος στον καρπό σας μπορεί να είναι πολύ χαμηλή για να καταφέρει ο αισθητήρας καρδιακών παλμών να λάβει μια μέτρηση.
2. Η κίνηση είναι ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει τον αισθητήρα καρδιακών παλμών. Οι ρυθμικές κινήσεις, όπως το τρέξιμο ή η ποδηλασία, παρέχουν καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τις άτακτες κινήσεις, όπως το τένις ή το μποξ.
3. Οι μόνιμες ή προσωρινές αλλαγές στο δέρμα μας, όπως ορισμένα τατουάζ, μπορούν επίσης να επηρεάσουν την απόδοση του αισθητήρα καρδιακών παλμών. Το μελάνι, το σχέδιο και ο κορεσμός ορισμένων τατουάζ μπορεί να εμποδίζουν το φως στον αισθητήρα, δυσκολεύοντας τη λήψη αξιόπιστων μετρήσεων.

### ➤ **Αισθητήρας ηλεκτρομυογραφήματος**

Ο αισθητήρας ηλεκτρομυογραφήματος χρησιμοποιείται κυρίως σε φορητά κλωστοϋφαντουργικά ενδύματα τα οποία περιέχουν αισθητήρες-ηλεκτρόδια τα οποία ανιχνεύουν την δραστηριότητα της κίνησης των μυών. Η πληροφορία της μυϊκής δραστηριότητας πραγματοποιείται από την επιφανειακή ηλεκτρομυογραφία. Ο αισθητήρας EMG-sEMG καταγράφει το ηλεκτροφυσιολογικό σήμα των μυών. Η

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



ηλεκτρική διέγερση των νευρικών κυττάρων και των μυϊκών ινών ενεργοποιείται δίνοντας μια συγκεκριμένη τάση . Η μέτρηση των μυϊκών δραστηριοτήτων ανιχνεύεται ενισχύοντας την ηλεκτρική διέγερση των μυϊκών ινών κατά τη σύσπασή τους. Από τη στιγμή που όλες οι μυϊκές ίνες στην περιοχή παρακολούθησης και καταγραφής του αισθητήρα συσπώνται με διαφορετικό ρυθμό, το σήμα που ανιχνεύεται από τον αισθητήρα είναι μια συνεχώς μεταβαλλόμενη διαφορά δυναμικού μεταξύ των θετικών και αρνητικών πόλων του. Ο αριθμός των μυϊκών ινών που διεγείρεται κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης σύσπασης εξαρτάται από τη δύναμη που απαιτείται για την εκτέλεση της κίνησης. Εξαιτίας αυτού, η πυκνότητα(πλάτος) του παραγόμενου ηλεκτρικού σήματος είναι ανάλογη της δύναμης της σύσπασης[8].

Για να λαμβάνεται καλύτερα η ένδειξη του ηλεκτρομυογραφήματος τα περισσότερα έξυπνα ενδύματα περιέχουν τον αισθητήρα κοντά στην κοιλιακή χώρα του μυ όπου ο θετικός και αρνητικός πόλος του να είναι παράλληλα στις μυϊκές ίνες[5].



Εικόνα 12:Αισθητήρας ηλεκτρομυογραφίας

### 2.1.2 Αισθητήρια στον Αθλητισμό

Οι εφαρμογές των αισθητηρίων στον Αθλητισμό είναι παρόμοιες με εκείνες που χρησιμοποιούνται στην Ιατρική. Δεδομένου ότι τα περισσότερα wearables χρησιμοποιούνται για την φυσική κατάσταση του αθλητή αναπτύχθηκαν αισθητήρια τα οποία εκτός από την φυσική κατάσταση ελέγχουν και την κινητική τους δραστηριότητα. Στην συγκεκριμένη ενότητα του κεφαλαίου θα αναλύσουμε την χρήση αυτών των αισθητηρίων.

#### ➤ Αισθητήρας μέτρησης καρδιακών παλμών

Άλλη μια εφαρμογή του αισθητήρα μέτρησης καρδιακών παλμών την συναντάμε και στον Αθλητισμό . Η λειτουργία του είναι παρόμοια με την χρήση που έχει στην Ιατρική.

Ο αισθητήρας καρδιακών παλμών στο Apple Watch χρησιμοποιεί μια τεχνολογία που είναι γνωστή ως φωτοπληθυσμογραφία. Αυτή η τεχνολογία, παρόλο που προφέρεται δύσκολα, βασίζεται σε ένα πολύ απλό γεγονός: Το αίμα είναι κόκκινο επειδή αντανακλά το κόκκινο φως και απορροφά το πράσινο φως. Το Apple Watch χρησιμοποιεί πράσινες



λυχνίες LED σε συνδυασμό με φωτοευαίσθητες φωτοδιόδους για να ανιχνεύσει την ποσότητα του αίματος που ρέει από τον καρπό κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Όταν χτυπάει η καρδιά, η ροή του αίματος στον καρπό και η απορρόφηση του πράσινου φωτός, είναι μεγαλύτερη. Ανάμεσα στους παλμούς, είναι μικρότερη. Αναβοσβήνοντας τις λυχνίες LED εκατοντάδες φορές ανά δευτερόλεπτο, το Apple Watch μπορεί να υπολογίσει τον αριθμό των καρδιακών παλμών κάθε λεπτό. Επιπλέον, ο αισθητήρας καρδιακών παλμών έχει σχεδιαστεί ώστε να αντισταθμίζει τα χαμηλά επίπεδα σήματος, αυξάνοντας την φωτεινότητα LED και το ρυθμό δειγματοληψίας. Ο αισθητήρας καρδιακών παλμών μπορεί να χρησιμοποιήσει επίσης υπέρυθρο φως. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται από το Apple Watch κατά τη μέτρηση των καρδιακών παλμών σας στο παρασκήνιο.

### Απόδοση του αισθητήρα

Πολλοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση του αισθητήρα καρδιακών παλμών του Apple Watch.

1. Η διαπότιση του δέρματος είναι ένας από αυτούς. Ένας παράξενος τρόπος περιγραφής της ποσότητας του αίματος που ρέει στο δέρμα, η διαπότιση του δέρματος διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ατόμων και μπορεί να επηρεαστεί επίσης από το περιβάλλον. Αν ασκήσετε στο κρύο, για παράδειγμα, η διαπότιση του δέρματος στον καρπό σας μπορεί να είναι πολύ χαμηλή για να καταφέρει ο αισθητήρας καρδιακών παλμών να λάβει μια μέτρηση.
2. Η κίνηση είναι ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει τον αισθητήρα καρδιακών παλμών. Οι ρυθμικές κινήσεις, όπως το τρέξιμο ή η ποδηλασία, παρέχουν καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τις άτακτες κινήσεις, όπως το τένις ή το μποξ.
3. Οι μόνιμες ή προσωρινές αλλαγές στο δέρμα μας, όπως ορισμένα τατουάζ, μπορούν επίσης να επηρεάσουν την απόδοση του αισθητήρα καρδιακών παλμών. Το μελάνι, το σχέδιο και ο κορεσμός ορισμένων τατουάζ μπορεί να εμποδίζουν το φως στον αισθητήρα, δυσκολεύοντας τη λήψη αξιόπιστων μετρήσεων.

### ➤ **Αισθητήρας επιταχυνσιομέτρου**

Τα επιταχυνσιόμετρα ή διαφορετικά αδρανειακοί αισθητήρες είναι κατά βάση αισθητήρες που ανιχνεύουν την γραμμική επιτάχυνση κατά μήκος μιας ή διαφορετικών κατευθύνσεων[9]. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται σε ένα μηχανικό αισθητήριο το οποίο αποτελείται από μια μάζα αναφοράς (σεισμική μάζα) που συνδέεται με ένα μηχανικό σύστημα ανάρτησης σε σχέση με ένα



πλαίσιο αναφοράς. Σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα η δύναμη αδράνειας λόγω της επιτάχυνσης ή της βαρύτητας προκαλεί την εκτροπή της μάζας αναφοράς. Η επιτάχυνση μπορεί να μετρηθεί ηλεκτρικά με τις φυσικές αλλαγές στη μετατόπιση του βάρους αναφοράς σε σχέση με το πλαίσιο αναφοράς.

### Εφαρμογές του επιταχυνσιομέτρου.

- 1. Παρακολούθηση των κινηματικών δραστηριοτήτων:** Τα επιταχυνσιόμετρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της βάρδισης στην περιπατική κίνηση. Η βάρδιση μπορεί να προσδιοριστεί από την ανάλυση του πεδίου συχνοτήτων. Χαρακτηρίζεται από μια μεταβολή μεγαλύτερη από 0.02g σε κάθετη επιτάχυνση και από μέγιστη συχνότητα 1-3 Hz στο φάσμα του σήματος. Διακριτές μεταβολές του σήματος χρησιμοποιούνται για την διάκριση μεταξύ βάρδισης επί εδάφους και βάρδισης επί κλίμακας. Η χρήση του επιταχυνσιομέτρου στον Αθλητισμό αφορά την καταγραφή των κινητικών δραστηριοτήτων του αθλητή και την επίδοσή του.
- 2. Καταγραφή καύσης θερμίδων:** Η δαπάνη ενέργειας μπορεί να εκτιμηθεί μετρώντας τη φυσική δραστηριότητα. Η εναλλακτική μέθοδο για την εκτίμηση της καύσης θερμίδων σε περιβάλλον ελεύθερης διαβίωσης μπορεί να προβλεφθεί καλύτερα από το ολοκλήρωμα της επιτάχυνσης της προσθοπίσθιας διεύθυνσης ενός επιταχυνσιομέτρου. Παρόλο που η κάθετη επιτάχυνση είναι πιο ευαίσθητη σε μείζονες δραστηριότητες όπως το βάδισμα και το τρέξιμο. Το ολοκλήρωμα του σήματος εξόδου ενός επιταχυνσιομέτρου τριών αξόνων έχει γραμμική σχέση με την δαπάνη μεταβολικής ενέργειας λόγω εκτεταμένων ημερήσιων δραστηριοτήτων. Τα εμπορικά επιταχυνσιόμετρα μετατρέπουν το μέγεθος των επιταχύνσεων για να παρέχουν μέτρηση δραστηριότητας για δεδομένο χρονικό διάστημα. Η μέτρηση δραστηριότητας αντιπροσωπεύει την εκτιμώμενη ένταση των μετρούμενων δραστηριοτήτων κατά την διάρκεια κάθε χρονικής περιόδου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ακρίβεια της εκτίμησης της δαπάνης ενέργειας με την χρήση της επιταχυνσιομετρίας είναι η θέση και η προσαρμογή του επιταχυνσιομέτρου. Η προσαρμογή του αισθητήρα στον κορμό, χαμηλά στην πλάτη ή στον δεύτερο οσφυϊκό σπόνδυλο, προτιμάται επειδή ο κορμός αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος της σωματικής μάζας και κινείται με τις περισσότερες δραστηριότητες.



Εικόνα 13: Αισθητήρας επιτάχυνσης ,  $\pm 5g$

### ➤ Αισθητήρας εγγύτητας

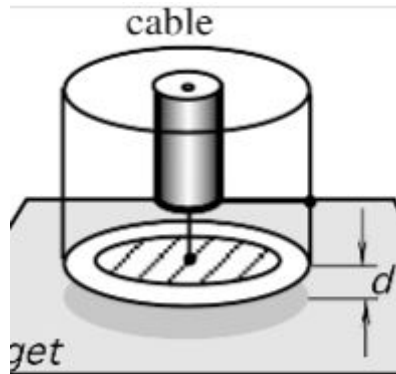
Όταν θέλουμε να μετρήσουμε μια κρίσιμη απόσταση χρησιμοποιούμε έναν αισθητήρα εγγύτητας. Ο αισθητήρας εγγύτητας είναι μια εκδοχή ενός αισθητήρα θέσης για κάποιο κατώτατο όριο. Ένας αισθητήρας θέσης είναι μια γραμμική συσκευή της οποίας το σήμα εξόδου αντιπροσωπεύει την απόσταση που βρίσκεται ένα αντικείμενο από ένα συγκεκριμένο σημείο αναφοράς. Ο αισθητήρας εγγύτητας, από την άλλη μεριά, είναι μια κάπως πιο απλή συσκευή η οποία είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να δίνει σήμα στην έξοδο του όταν το αντικείμενο βρίσκεται κοντύτερα από μια απόσταση από τον αισθητήρα [10].

Υπάρχουν τεσσάρων ειδών αισθητήρες εγγύτητας:

#### 1. Χωρητικοί αισθητήρες εγγύτητας.

Η ικανότητα των χωρητικών ανιχνευτών να ανιχνεύουν σχεδόν όλα τα υλικά τους καθιστά μια ελκυστική επιλογή για πολλές εφαρμογές. Η αλλαγή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή γίνεται είτε μέσω της αλλαγής της γεωμετρίας του (παράδειγμα η αλλαγή της απόστασης των οπλισμών του), είτε λόγω της παρουσίας αγωγίμων ή διηλεκτρικών υλικών. Σε πολλές πρακτικές εφαρμογές, κατά τη μέτρηση αποστάσεων σε ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αντικείμενο, η ίδια η επιφάνεια του αντικειμένου μπορεί να χρησιμεύσει ως οπλισμός του πυκνωτή. Η σχεδίαση ενός μονοπολικού χωρητικού αισθητήρα φαίνεται στην εικόνα 14, όπου ο ένας οπλισμός ενός πυκνωτή συνδέεται με τον κεντρικό αγωγό ενός ομοαξονικού καλωδίου ενώ ο άλλος οπλισμός σχηματίζεται από ένα στόχο (αντικείμενο).



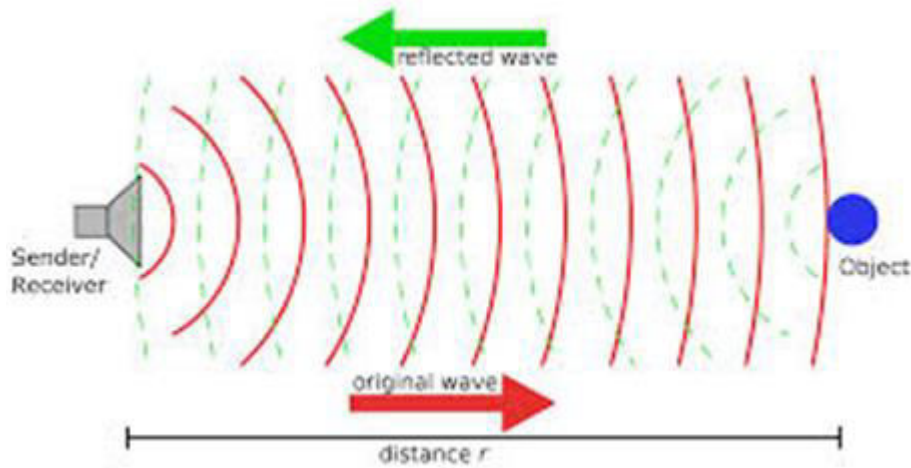


Εικόνα 14:Μονοπολικός χωρητικός αισθητήρας εγγύτητας

Ένα χωρητικός αισθητήρας εγγύτητας μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός όταν χρησιμοποιείται για ηλεκτρικά αγωγά αντικείμενα. Ο αισθητήρας μετρά μία χωρητικότητα μεταξύ του ηλεκτροδίου και του αντικειμένου η οποία αλλάζει με την απόσταση, με αυτή τη μέτρηση μπορούμε να έχουμε την απόσταση. Ωστόσο, ακόμη και για τα μη αγωγά αντικείμενα, αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να είναι αρκετά αποτελεσματικοί, αν και με μικρότερη ακρίβεια. Κάθε αντικείμενο, αγωγά ή μη αγωγά, το οποίο βρίσκεται κοντά στο ηλεκτρόδιο, έχει από μόνο του διηλεκτρικές ιδιότητες οι οποίες θα μεταβάλλουν την χωρητικότητα μεταξύ του ηλεκτροδίου και του περιβλήματος του αισθητήρα και, με τη σειρά της, θα παράγει την μετρήσιμη απόκριση στην χωρητικότητα.

## 2. Ακουστικοί αισθητήρες εγγύτητας.

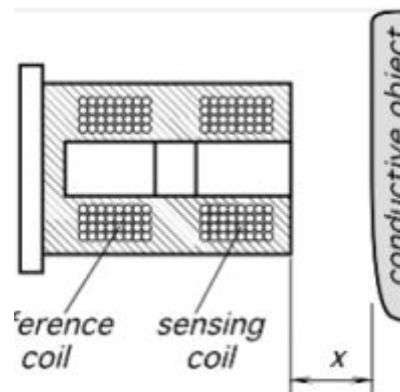
Τέτοιου είδους αισθητήρες εγγύτητας λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με τα ραντάρ ή τα σόναρ. Παράγουν υψηλής συχνότητας ηχητικά κύματα τα οποία ανακλώνται από τον στόχο και η ηχώ επιστρέφει στους αισθητήρες. Από τη διαφορά του χρόνου που έγινε η εκπομπή του σήματος μέχρι την επιστροφή του γίνεται ο υπολογισμός της απόστασης του στόχου.



Εικόνα 15: Ακουστικός αισθητήρας εγγύτητας

### 3. Επαγωγικοί αισθητήρες εγγύτητας.

Η θέση μπορεί να ανιχνευτεί και με μεθόδους ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Σαν ανιχνευτή εγγύτητας για μη μαγνητικά αλλά αγώγιμα υλικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν αισθητήρα δύο πηνίων, όπως φαίνεται στην εικόνα 16 .



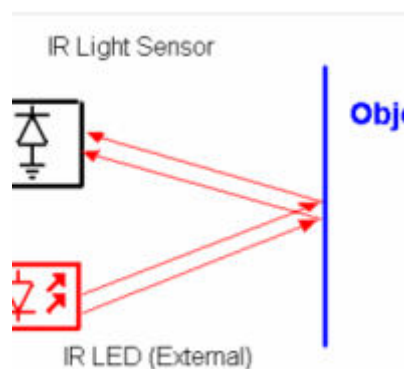
Εικόνα 16: Επαγωγικός αισθητήρας εγγύτητας

Το ένα πηνίο χρησιμοποιείται ως πηνίο αναφοράς και το άλλο χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των μαγνητικών ρευμάτων που επάγονται στο αγώγιμο αντικείμενο. Τα δινορεύματα αυτά παράγουν ένα μαγνητικό πεδίο που αντιτίθεται σε εκείνο του πηνίου ανίχνευσης οδηγώντας έτσι σε μία ανισορροπία σε σχέση με το πηνίο αναφοράς. Όσο πλησιέστερα βρίσκεται το αντικείμενο στο πηνίο, τόσο μεγαλύτερη είναι η μεταβολή της μαγνητικής αντίστασης και τόσο μεγαλύτερη η ανισορροπία.

### 4. Αισθητήρες υπερύθρων



Στην περίπτωση των κινητών τηλεφώνων χρησιμοποιούνται οι αισθητήρες υπέρυθρων. Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν την απόσταση ενός αντικειμένου ανιχνεύοντας την ένταση της ανακλώμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας. Ένα led υπέρυθρων στέλνει ένα σήμα, κάθε αντικείμενο μπροστά από το led ανακλά ένα μέρος του σήματος σε μια φωτοδίοδο η οποία είναι ευαίσθητη μόνο στην υπέρυθρη ακτινοβολία. Όσο πιο κοντά είναι το αντικείμενο τόσο πιο μεγάλη είναι η ένταση της ανακλώμενης ακτινοβολίας. Μπορούμε λοιπόν να βαθμονομήσουμε κατάλληλα τον αισθητήρα εγγύτητας στην επιθυμητή απόσταση.



Εικόνα 17:αισθητήρας υπέρυθρων

Ο αισθητήρας εγγύτητας βρίσκεται δίπλα στο ακουστικό του κινητού τηλεφώνου. Έτσι όταν πλησιάζουμε το τηλέφωνο στο αυτί μας η συσκευή κλείνει αυτόματα την οθόνη και με αυτόν τον τρόπο εξοικονομεί ενέργεια αλλά και αποφεύγεται το «πάτημα» κάποιου «κουμπιού» στην οθόνη αφής κατά τη διάρκεια της κλήσης από το μάγουλο μας.

### ➤ Αισθητήρας γυροσκοπίου

Το γυροσκόπιο είναι ένας αισθητήρας που εφαρμόζεται σε πολλές wearable συσκευές όπως κινητά, tablet, smartwatch κ.α. Πρόκειται για έναν αισθητήρα που υπολογίζει τις αλλαγές στο χώρο που κινείται ο χρήστης. Η χρήση του δεν περιορίζεται μόνο στον αθλητισμό αλλά και στην Ιατρική καθώς υπάρχουν έξυπνες συσκευές όπως γυαλιά που χρησιμοποιούνται για άτομα με προβλήματα όρασης. Παρακάτω αναφέρουμε τη λειτουργία του γυροσκοπίου αναλυτικά.

### Ανάλυση του αισθητήρα

Το γυροσκόπιο είναι ένας ψηφιακός αισθητήρας ο οποίος ανιχνεύει την περιστροφική κίνηση σε έναν άξονα και επιστρέφει μια τιμή που αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση και τον αριθμό των μοιρών ανά δευτερόλεπτο περιστροφής. Έτσι μπορούμε να



ρυθμίσουμε με ακρίβεια την περιστροφή του αντικειμένου. Ο αισθητήρας μπορεί να μετρήσει μέγιστη ταχύτητα περιστροφής 440 μοιρών ανά δευτερόλεπτο. Στη ουσία το γυροσκόπιο μετρά την περιστροφή του αντικειμένου, όπως φαίνεται κοιτώντας το από πάνω (αν το γυροσκόπιο στερεώνεται οριζόντια,) και όχι η περιστροφή των κινητήρων ή των τροχών) αν το αντικείμενο είναι ρομπότ.

Όταν το γυροσκόπιο συνδέεται με το αντικείμενο-σώμα, και το αντικείμενο στρίβει δεξιά, το γυροσκόπιο επιστρέφει έναν θετικό αριθμό, ενώ όταν στρίβει αριστερά, το γυροσκόπιο επιστρέφει έναν αρνητικό αριθμό. Λόγω της φύσης του αισθητήρα γυροσκοπίων και της περιστροφικής κίνησης γενικά, παρατηρείται απόκλιση στη γωνία της στροφής (+/- 3 μοίρες για μια στροφή 90 μοιρών).

### ➤ Αισθητήρας οξυμετρίας SpO<sub>2</sub>

Εκτός από την Ιατρική ο αισθητήρας οξυμετρίας χρησιμοποιείται και στον Αθλητισμό για την καταγραφή των επιπέδων του οξυγόνου στους αθλητές.

#### Αρχή λειτουργίας αισθητήρα οξυμετρίας

Το ατμοσφαιρικό οξυγόνο εισέρχεται στις κυψελίδες του πνεύμονα σε κάθε εισπνοή. Από τις κυψελίδες περνά στο αίμα και συνδέεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό με την αιμοσφαιρίνη (μια πρωτεΐνη που βρίσκεται μέσα στο ερυθρό αιμοσφαίριο) για να μεταφερθεί στην κυκλοφορία. Το οξυγονωμένο έτσι αίμα φτάνει στους ιστούς.

Η τεχνολογία της παλμικής οξυμετρίας χρησιμοποιεί τα χαρακτηριστικά της απορρόφησης του φωτός από την αιμοσφαιρίνη και τον παλμικό τρόπο ροής του αίματος στις αρτηρίες. Πρώτον, υπάρχει μια διαφορά χρώματος μεταξύ αρτηριακής αιμοσφαιρίνης (κορεσμένης με οξυγόνο) το οποίο είναι έντονα κόκκινο και φλεβικής αιμοσφαιρίνης (πτωχής σε οξυγόνο) το οποίο είναι πιο σκούρο. Δεύτερον, με κάθε χτύπο της καρδιάς, με κάθε παλμό υπάρχει μία ελαφρά αύξηση του όγκου του αίματος που ρέει μέσω των αρτηριών. Λόγω της αύξησης αυτής του όγκου του αίματος, αν και μικρής, υπάρχει μια σχετική αύξηση στην πλούσια σε οξυγόνο αιμοσφαιρίνη.

Ο αισθητήρας αυτός φιλοξενεί μία πηγή φωτός, έναν ανιχνευτή φωτός και έναν μικροεπεξεργαστή ο οποίος συγκρίνει και υπολογίζει τις διαφορές μεταξύ αιμοσφαιρίνης πλούσιας σε οξυγόνο και αιμοσφαιρίνης πτωχής σε οξυγόνο.

Η μία πλευρά του αισθητήρα έχει μια πηγή φωτός η οποία εκπέμπει φως σε δύο μήκη κύματος, κόκκινο και υπέρυθρο, τα οποία μεταδίδονται στην πλευρά του ανιχνευτή φωτός, διαμέσω μέρους του σώματος που είναι σχετικά "διαφανές" και με



καλή παλμική ροή αρτηριακού αίματος (πχ. δάχτυλο, λοβός του αυτιού). Η πλούσια σε οξυγόνο αιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο το υπέρυθρο φως ενώ η πτωχή σε οξυγόνο αιμοσφαιρίνη απορροφά το κόκκινο φως. Ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει τις διαφορές και μετατρέπει τις πληροφορίες σε ψηφιακή ανάγνωση.. Το ποσοστό του κορεσμού του οξυγόνου αναφέρεται ως το ποσοστό % SpO<sub>2</sub>. Τα περισσότερα οξύμετρα εμφανίζουν επίσης τον αριθμό των καρδιακών παλμών.

Οι wearables αθλητικές συσκευές περιέχουν τον παραπάνω αισθητήρα ενσωματωμένο σε μορφή ρολογιού εμφανίζοντας στην οθόνη της συσκευής το ποσοστό του οξυγόνου του χρήστη.

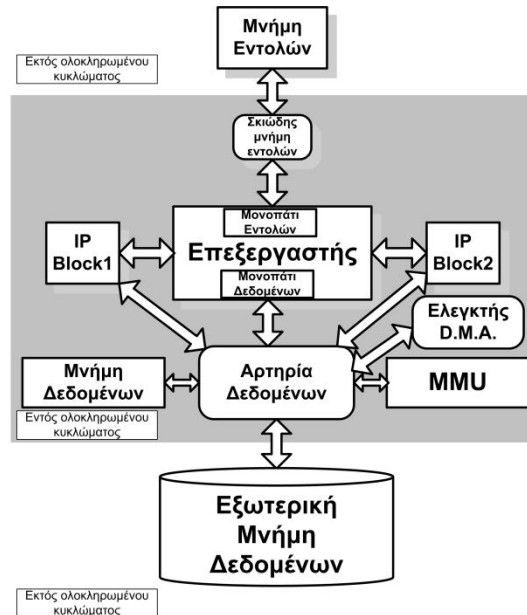
### 2.2 Ενεργοποιητές

Η καρδιά σε κάθε wearable συσκευή είναι το δομοστοιχείο που κάνει τους υπολογισμούς και ονομάζεται επεξεργαστής. Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέραμε ότι τα αισθητήρια μετασχηματίζουν τα φυσικά φαινόμενα σε επεξεργάσιμα ηλεκτρικά σήματα. Την αντίστροφη διαδικασία πραγματοποιούν οι ενεργοποιητές δηλαδή μετασχηματίζουν τα ηλεκτρικά σήματα σε φυσικά φαινόμενα. Η λειτουργία των ενεργοποιητών είναι να ανταποκρίνονται στα διάφορα ερεθίσματα που δέχονται μέσω των αισθητηρίων μετά από επεξεργασία των δεδομένων. Συγκεκριμένα ένας επεξεργαστής εκτελεί συνεχώς τέσσερις λειτουργίες:

1. Προσκόμιση εντολής (fetch)
2. Αποκωδικοποίηση της εντολής(decode)
3. Εκτέλεση εντολής(execute)
4. Αποθήκευση αποτελέσματος(store)

#### ➤ Περιγραφή της αρχιτεκτονικής επεξεργαστή ενός wearable συστήματος

Η μέθοδος σχεδιασμού ενός συστήματος wearable βασίζεται σε κάποια αρχιτεκτονική. Η επιλογή της αρχιτεκτονικής πρέπει να γίνει προσεκτικά, διαφορετικά μπορεί να μην είναι πρακτικά υλοποιήσιμη. Η αρχιτεκτονική θα πρέπει να έχει όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος, να μπορεί να υλοποιηθεί πραγματικά (δηλαδή να μην είναι η μεθοδολογία μόνο θεωρητική), και να είναι παραμετροποιήσιμη, δηλαδή να παρέχει στο σχεδιαστή ευελιξία στο να τροποποιεί κάποια χαρακτηριστικά που ίσως ταιριάζουν καλύτερα στο πρόβλημά του.



Εικόνα 18: Αρχιτεκτονική ενός επεξεργαστή

- Δομοστοιχεία εκτός του ολοκληρωμένου κυκλώματος του επεξεργαστή.

Στο παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι η εξωτερική μνήμη και η μνήμη εντολών είναι τα στοιχεία εκτός ολοκληρωμένου κυκλώματος. Συνήθως χρησιμοποιούμε την εξωτερική μνήμη για τις wearables συσκευές για τη διεκπεραίωση πολύπλοκων εφαρμογών καθώς τα δεδομένα τους δεν μπορούν να αποθηκευτούν στη μνήμη που βρίσκεται εντός του ολοκληρωμένου κυκλώματος. Η εξωτερική μνήμη δεδομένων μπορεί να αποτελείται από μονάδες διαφορετικών τύπων και χαρακτηριστικών δηλαδή να έχει επίπεδο στο οποίο βρίσκεται η παρασκηνιακή μνήμη τύπου RAM και τεχνολογίας DRAM. Συνήθως επιλέγεται να είναι DRAM, λόγω χαμηλού κόστους που έχει συγκρινόμενη με SRAM. Το γεγονός ότι η εξωτερική μνήμη βρίσκεται εκτός ολοκληρωμένου κυκλώματος συνεπάγεται ότι οι προσβάσεις στη μνήμη αυτή αποτελούν τον κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης της ολικής κατανάλωσης ισχύος και επίδοσης[11].

Κάθε προγραμματιζόμενος επεξεργαστής συνοδεύεται από μια μνήμη εντολών (Instruction Memory), η οποία είναι τύπου μόνο ανάγνωσης (ROM-Read Only Memory) και έχει το λογισμικό του επεξεργαστή. Η μνήμη εντολών συνήθως τοποθετείται εκτός ολοκληρωμένου κυκλώματος, ώστε να είναι δυνατή η εύκολη αντικατάστασή της με μια αναβαθμισμένη έκδοση στην περίπτωση που αυτό χρειαστεί. Η αντικατάσταση γίνεται εύκολα με απομάκρυνση της μνήμης και τοποθέτηση μιας άλλης μνήμης που έχει προγραμματιστεί με την καινούργια έκδοση του προγράμματος. Τα δεδομένα που μεταφέρει η μνήμη αυτή δε χάνονται ποτέ. Αν και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί επανεγγράψιμη ROM (π.χ. Electrically Erasable



Programmable ROM, EEPROM), για λόγους κόστους, αξιοπιστίας και ταχύτητας πρόσβασης της μνήμης, τα πραγματικά ενσωματωμένα συστήματα χρησιμοποιούν μια μνήμη ROM, η οποία προγραμματίζεται μια μόνο φορά και συνήθως δεν αντικαθίσταται ποτέ.

Επειδή η μνήμη εντολών είναι εξωτερική συνεπάγεται μια καθυστέρηση στην πρόσβαση της μνήμης από τον επεξεργαστή, αφού ως γνωστόν η πρόσβαση δομοστοιχείων εκτός ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι αρκετά αργή και τουλάχιστον μια τάξη μεγέθους βραδύτερη από προσβάσεις σε στοιχεία εντός ολοκληρωμένου κυκλώματος.

➤ Δομοστοιχεία εκτός του ολοκληρωμένου κυκλώματος του επεξεργαστή

Εκτός από τα στοιχεία που βρίσκονται εκτός του ολοκληρωμένου κυκλώματος υπάρχουν και τα δομοστοιχεία που βρίσκονται εντός η περιγραφή των οποίων περιγράφεται περιληπτικά παρακάτω:

Τα κύρια δομοστοιχεία είναι η μνήμη δεδομένων και η μονάδα διαχείρισης μνήμης.

**Μνήμη\_δεδομένων:** Βρίσκεται εντός του ολοκληρωμένου κυκλώματος και συνήθως είναι τύπου SRAM λόγω των μεγάλων ταχυτήτων πρόσβασης που προσφέρει. Η μνήμη δεδομένων μπορεί να είναι μια πρόχειρη ή μια σκιά μνήμη τηρώντας και διασφαλίζοντας την ιεραρχία μνήμης δεδομένων. Συνήθως η πιο μικρή και γρήγορη μνήμη είναι αυτή που βρίσκεται κοντά στον επεξεργαστή και η οποία μπορεί να υποστηρίξει πρόσβαση ενός κύκλου δηλαδή ο επεξεργαστής να μπορεί να γράψει ή να διαβάσει κάποιο στοιχείο σ αυτήν κατά τη διάρκεια ενός κύκλου.

**Μονάδα διαχείρισης μνήμης:** Χρησιμοποιείται για να πραγματοποιεί ανανέωση(refresh) των δεδομένων της μνήμης διαφορετικά τα στοιχεία θα εξασθενίσουν και θα χαθούν[11].

Τα περισσότερα νέα wearables χρησιμοποιούν επεξεργαστές SoC(σύστημα σ ένα τσιπ) λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ισχύος. Πρόκειται για ολοκληρωμένα κυκλώματα που ενσωματώνουν όλα τα στοιχεία ενός υπολογιστή ή άλλων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Ο πιο γνωστός επεξεργαστής των wearable συσκευών είναι ο Dual Core της εταιρίας Intel. Πρόκειται για διπύρηνο επεξεργαστή ο οποίος μπορεί να κάνει δυο πράξεις παράλληλα. Αν για παράδειγμα μία cpu δεχτεί 4 εντολές προς επεξεργασία, τότε θα τις επεξεργαστεί σε δυάδες, οπότε σε δύο "κύκλους" θα έχει τελειώσει την επεξεργασία 4 εντολών, επιστρέφοντας τα αντίστοιχα αποτελέσματα. Κάθε πυρήνας ασχολείται με μία πράξη στην ουσία, οπότε αφού έχει 2, τότε μπορεί να ασχοληθεί παράλληλα με δύο. Ο συγκεκριμένος επεξεργαστής χρησιμοποιείται



σε wearables τύπου smartbands ή smartwatches και έχει στόχο να ανταποκρίνεται με άνεση στις εφαρμογές για τις οποίες έχει κατασκευαστεί.



Εικόνα 19: Επεξεργαστής Dual Core της εταιρίας Intel

Πρόσφατα η **Samsung** ανακοίνωσε ότι ξεκίνησε η μαζική παραγωγή του **Exynos 7 Dual 7270** επεξεργαστή της για wearables συσκευές, ο οποίος βασίζεται στην παραγωγική διαδικασία FinFET των 14nm. Ενσωματώνει Cat.4 LTE 2CA modem, καθιστώντας τον πρώτο στην κατηγορία του. Παρεμπιπτόντως, πρόσφατα ξεκίνησε η μαζική παραγωγή και του Exynos 7 Quad 7570 στα 14nm για budget smartphones και IoT (Internet of Things) συσκευές.



Εικόνα 20: Επεξεργαστής Exynos 7 Dual 7270 της εταιρίας Samsung

Ο επεξεργαστής Exynos 7 Dual 7270 τροφοδοτείται από δύο πυρήνες Cortex-A53 και χρησιμοποιεί την πρωτοποριακή τεχνολογία της Samsung, SiP (system-in-package) – ePoP (embedded package-on-package), η οποία υπόσχεται εξαιρετικές επιδόσεις και 20% βελτίωση στην κατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με τον προκάτοχό του. Η τεχνολογία αυτή συνδυάζει τα chips των AP, DRAM και NAND flash memory, καθώς και το PMIC (power management IC) σε ένα ενιαίο πακέτο. Επίσης, ενσωματώνει Wi-Fi, Bluetooth, FM (frequency modulation) και GNSS (global navigation satellite system).





Εν κατακλείδι ένας σύγχρονος μικροεπεξεργαστής μπορεί να εκτελέσει τις εντολές για τις οποίες έχει προγραμματιστεί με υψηλό ρυθμό. Για να εκμεταλλευτεί πλήρως αυτή τη δυνατή απόδοση ο επεξεργαστής, πρέπει να συνδεθεί με ένα σύστημα μνήμης το οποίο είναι και πολύ μεγάλο και πολύ γρήγορο. Εάν η μνήμη είναι πάρα πολύ μικρή, δε θα είναι σε θέση να κρατήσει αρκετά προγράμματα, έτσι ώστε να κρατήσει τον επεξεργαστή απασχολημένο. Εάν είναι πάρα πολύ αργή, η μνήμη δεν θα είναι σε θέση να παρέχει εντολές τόσο γρήγορα όσο ο επεξεργαστής μπορεί να τις εκτελέσει. Όσο μεγαλύτερη είναι μια μνήμη τόσο πιο αργή είναι. Δεν είναι επομένως δυνατό, να σχεδιαστεί μια μόνο μνήμη που να είναι και αρκετά μεγάλη και αρκετά γρήγορη, για να κρατήσει απασχολημένο έναν επεξεργαστή υψηλής απόδοσης.

Εντούτοις, είναι δυνατό να κατασκευαστεί ένα σύνθετο σύστημα μνήμης που συνδυάζει μια μικρή, γρήγορη μνήμη και μια μεγάλη, αργή κύρια μνήμη για να παρουσιάσει μια εξωτερική συμπεριφορά, η οποία με τις χαρακτηριστικές στατιστικές προγράμματος εμφανίζεται να συμπεριφέρεται, τις περισσότερες φορές, όπως μια μεγάλη, γρήγορη μνήμη. Το μικρό, γρήγορο συστατικό μνήμης είναι η κρυφή μνήμη (cache), η οποία αυτόματα διατηρεί τα αντίγραφα των εντολών και των δεδομένων που ο επεξεργαστής χρησιμοποιεί πολύ συχνά. Η αποτελεσματικότητα της κρυφής μνήμης εξαρτάται από τις ιδιότητες της χωρικής και χρονικής τοποθεσίας του προγράμματος. Αυτή η αρχή μνήμης δύο-επιπέδων μπορεί να επεκταθεί σε μια ιεραρχία μνήμης πολλών επιπέδων, και ο σκληρός δίσκος του υπολογιστή μπορεί να αναγνωρισθεί ως τμήμα αυτής της ιεραρχίας. Με την κατάλληλη υποστήριξη διαχείρισης μνήμης, το μέγεθος ενός προγράμματος είναι περιορισμένο όχι από την κύρια μνήμη του υπολογιστή, αλλά από το μέγεθος του σκληρού δίσκου, το οποίο μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό της κύριας μνήμης.

### 2.3 Υπολογιστική ισχύς και κατανάλωση ενέργειας των wearables

#### 2.3.1 Υπολογιστική ισχύς

Με τον όρο υπολογιστική ισχύς αναφερόμαστε στην απόδοση του συστήματος που συχνά χαρακτηρίζεται από τον επεξεργαστή του. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στην απόδοση ενός wearable συστήματος, με συνέπεια να υπάρχει μια μεγάλη απόκλιση από αυτήν την ανώτερη θεωρητική τιμή. Σε επίπεδο κυκλώματος χρησιμοποιούμε τα μεγέθη του κρίσιμου μονοπατιού(critical path) και της παροχής δεδομένων(throughput). Το πρώτο δηλώνει το μέγιστο χρόνο που απαιτείται για την επεξεργασία κάποιων δεδομένων και ορίζεται ως ο χρόνος από τη στιγμή που τα δεδομένα θα εισέλθουν στο σύστημα μέχρι τη στιγμή που η έξοδος θα είναι διαθέσιμη στην αρτηρία δεδομένων(output data bus). Το μέγεθος παροχής δεδομένων δηλώνει το χρόνο που χρειάζεται το κύκλωμα για να επεξεργαστεί διαδοχικά δεδομένα. Δηλαδή το κύκλωμα μπορεί να δέχεται δεδομένα ενώ επεξεργάζεται τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα.

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι η συχνότητα λειτουργίας του επεξεργαστή είναι ένα μέγεθος που επηρεάζει την ισχύ ενός συστήματος wearable. Η συχνότητα λειτουργίας



επεξεργαστή ορίζεται ως η συχνότητα λειτουργίας του ρολογιού με το οποίο χρονίζεται ο επεξεργαστής. Η χρήση του όρου αυτού είναι δόκιμη μόνο όταν αναφερόμαστε σε ένα σύγχρονο ψηφιακό σύστημα, σε αντιδιαστολή προς ένα ασύγχρονο σύστημα. Είναι γεγονός ότι οι περισσότερες εταιρίες που κατασκευάζουν επεξεργαστές διαφημίζουν τα προϊόντα τους με τις ισοδύναμες συχνότητες επεξεργασίας και όχι με τις πραγματικές. Για παράδειγμα η εταιρία Advanced Micro Devices (AMD) αναφέρει ότι ο επεξεργαστής AMD 3200 Mhz είναι PR 4000+ Mhz, δηλαδή ότι είναι ισοδύναμος με έναν Intel Pentium συχνότητας 4000 Mhz [11].

Όποια και από τα τρία μεγέθη χρησιμοποιήσουμε για να συγκρίνουμε την ισχύ του συστήματος θα διαπιστώσουμε ότι η απόδοση του συστήματος ακολουθεί το νόμο του Moore [11].

Ο Moore εργαζόταν ως μηχανικός στην εταιρία Fairchild παρατήρησε ότι η πυκνότητα των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που υλοποιούνται στο πυρίτιο ακολουθεί μια αυξητικά εκθετική πορεία, με συνέπεια κάθε 18 μήνες να διπλασιάζεται. Έτσι ο Moore πρότεινε μια μαθηματική σχέση που καθιερώθηκε ως νόμος του Moore. Οι περισσότερες κατασκευαστικές εταιρίες ολοκληρωμένων κυκλωμάτων όπως και η AMD ακολουθούν πιστά το νόμο αυτό ακόμα και σήμερα.

Ο νόμος του Moore είχε ως αποτέλεσμα την θετική επιρροή της επίδοσης του επεξεργαστή αλλά και της συχνότητας της λειτουργίας του. Συγκεκριμένα αν παρατηρήσουμε τις επιδόσεις των επεξεργαστών ως προς τη χρονιά που παρουσιάστηκαν στην αγορά, θα διαπιστώσουμε ότι ακολουθούν μια αυξητική πορεία που σημαίνει ότι οι επιδόσεις των επεξεργαστών αυξάνουν κατά 60% ετησίως. Αν και ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι ο νόμος αυτός δεν μπορεί να συνεχίσει να ισχύει λόγω ότι υπάρχει ένα όριο στην τεχνολογία κατασκευής επεξεργαστών, εντούτοις η συνεχής εκμετάλλευση της παραλληλίας σε επίπεδο εντολών επεξεργαστή (η εκτέλεση πολλών εντολών ταυτόχρονα), μικρο-αρχιτεκτονικές ανακαλύψεις και η σμίκρυνση των γεωμετρικών διαστάσεων της τεχνολογίας, έχουν οδηγήσει στο να έχουν οι επεξεργαστές πολύ υψηλές συχνότητες λειτουργίας.

### 2.3.2 Κατανάλωση ενέργειας των wearables

Τα τελευταία χρόνια οι περισσότερες κατασκευαστικές εταιρίες φορητών συστημάτων δίνουν έμφαση στην καταναλισκόμενη ενέργεια που χαρακτηρίζει το σύστημα. Η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί ένα ισοδύναμο κριτήριο χαρακτηρισμού ενός συστήματος που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη σε όλα τα στάδια του σχεδιασμού του. Σχετικά με τις φορητές συσκευές, το πρόβλημα της κατανάλωσης ενέργειας είναι πολύ πιο σοβαρό από ότι στα επιτραπέζια συστήματα. Οι σημερινές μπαταρίες ιόντων λιθίου έχουν μια ενεργειακή πυκνότητα περίπου 100 Wh/Kg. Αυτό σημαίνει ότι αν θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε έναν επεξεργαστή που έχει απαίτηση ισχύος 50 Watt, θα απαιτούνταν μια μπαταρία 2 Kg, που δεν ενδείκνυται για μια



φορητή συσκευή. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί εν μέρει, αυτό το πρόβλημα, οι εταιρείες έχουν παρουσιάσει στο καταναλωτικό κοινό επεξεργαστές χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, οι οποίοι όμως έχουν πολύ μικρές επιδόσεις και δεν μπορούν να αντεπεξέλθουν στην πολυπλοκότητα των σημερινών εφαρμογών.

Προφανώς, η λύση στο πρόβλημα της κατανάλωσης ισχύος με μείωση των επιδόσεων δεν είναι αποτελεσματική. Οι χρήστες των φορητών συσκευών απαιτούν την εκτέλεση των εφαρμογών τους με όσο το δυνατόν μικρότερη κατανάλωση ισχύος, και όσο γίνεται πιο γρήγορα. Οι δύο σημαντικότεροι παράγοντες στη διαμόρφωση της συνολικής κατανάλωσης ισχύος ενός συστήματος είναι η κατανάλωση ισχύος του επεξεργαστή και της μνήμης. Οι προσβάσεις στην εξωτερική μνήμη εκτός του ότι είναι αργές (όπως αναφέρθηκε προηγουμένως) έχουν και αρκετά υψηλό ενεργειακό τίμημα.

Ο λόγος είναι απλός: Προκειμένου να αναγνωσθεί μια εξωτερική μνήμη πρέπει να γίνει πρόσβαση στην αρτηρία δεδομένων και διευθύνσεων της μνήμης: δηλαδή, πρέπει να μεταφερθούν σήματα από μέσα από το ολοκληρωμένο κύκλωμα προς τα έξω από αυτό και αντιστρόφως. Για να γίνει αυτό, πρέπει να χρησιμοποιηθούν ενισχυτές σημάτων. Έτσι, δε μας εκπλήσσει το γεγονός που υποστηρίζουν ερευνητές ότι, η κατανάλωση ενέργειας της ιεραρχίας μνήμης αποτελεί το 60% - 80% της ολικής κατανάλωσης ισχύος ενός ενσωματωμένου συστήματος, που εκτελεί εφαρμογές με εντατική χρήση της εκτός ολοκληρωμένου κυκλώματος μνήμης.

Συνεπώς, υπάρχει ένα σημαντικό πρόβλημα στο σχεδιασμό ενσωματωμένων συστημάτων ως προς την επίδοση (ταχύτητα) και την κατανάλωση ενέργειας. Το πρόβλημα εστιάζεται από τη μια μεριά στον κυρίαρχο ανασχετικό παράγοντα της μνήμης του ενσωματωμένου συστήματος και από την άλλη μεριά στην ικανοποίηση των επεξεργαστικών απαιτήσεων των σύγχρονων εφαρμογών. Το πρόβλημα αυτό έχει γίνει αντιληπτό από τους ερευνητές εδώ και χρόνια και για αυτό το λόγο έχει παρουσιαστεί μια πληθώρα μεθοδολογιών, τεχνικών, ή τρόπων για την αποτελεσματική αντιμετώπισή του. Συγκεκριμένα, η μεγάλη καθυστέρηση και το υψηλό κόστος ενέργειας της εκτός ολοκληρωμένου κυκλώματος μνήμης, έχει οδηγήσει ερευνητές να προτείνουν διάφορους τρόπους για την καλύτερη εκμετάλλευση, είτε της μνήμης δεδομένων είτε της μνήμης εντολών, ενώ οι υψηλές επεξεργαστικές απαιτήσεις αντιμετωπίζονται κυρίως με τη χρήση εξειδικευμένων κυκλωμάτων, ως προς τις λειτουργίες της εφαρμογής.



### 2.4 Συνδεσιμότητα

Με τον όρο συνδεσιμότητα αναφερόμαστε στον τρόπο με τον οποίο συνδέονται οι wearable συσκευές και είναι σχετικός με το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things).

Ο όρος “Internet of Things” ( ή αλλιώς Διαδίκτυο των Πραγμάτων) επινοήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από τον επιχειρηματία Kevin Ashton[12]. Ο Ashton , ο οποίος είναι ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID Center στο MIT, ήταν μέρος μιας ομάδας που ανακάλυψε τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα με το διαδίκτυο μέσω μιας ετικέτας RFID. Έχει δηλώσει ότι χρησιμοποίησε πρώτη φορά τη φράση “Internet of Things” σε μια παρουσίαση που έκανε το 1999 - και ο όρος αυτός χρησιμοποιείται από τότε. Αυτό όμως που χαρακτηρίζει το IoT είναι ότι αποτελείται από "έξυπνες"(δηλαδή εξοπλισμένες με υπολογιστή ) συσκευές που συνδέονται τόσο μεταξύ τους, όσο και με βάσεις δεδομένων (servers) με στόχο να παρέχουν πλήθος υπηρεσιών που αξιοποιούν και βασίζονται στα δεδομένα που παρέχουν οι συσκευές που έχουν στη κατοχή τους και χρησιμοποιούν οι άνθρωποι καθημερινά. Μέχρι πρόσφατα η ιδέα αυτή θεωρούνταν καινοτόμα και επαναστατική όμως το IoT δεν είναι κάτι καινούριο σαν πράξη, καθώς έχει βασιστεί στις εξελίξεις της τεχνολογίας μέσα στις τελευταίες δεκαετίες. Μια από αυτές τις εξελίξεις αφορά το κομμάτι των ηλεκτρονικών υπολογιστών , στην εξέλιξή τους δηλαδή από τους κεντρικούς υπολογιστές στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές (PC), από τα PC στα notebooks και από τα notebooks στις φορητές συσκευές (όπως tablets, smartphones και τα wearables). Οι επιδόσεις των συσκευών αυτών ξεπερνούν τις επιδόσεις των ογκωδών κεντρικών υπολογιστών του παρελθόντος.

Εκτός από την εξέλιξη του hardware στους υπολογιστές , η πρόοδος σε θέματα συνδεσιμότητας είναι εξίσου σημαντική. Τεχνολογίες όπως η 3G και 4G έχουν προσφέρει στους καταναλωτές τη δυνατότητα να είναι συνδεδεμένοι όπου και αν βρίσκονται. Παράλληλα, οι λειτουργίες σύνδεσης των συσκευών προσφέρουν τη δυνατότητα για άμεση σύνδεση δύο ή και περισσότερων συσκευών μεταξύ τους ή και έμμεση σύνδεσή τους μέσω wi-fi ώστε οι συσκευές αυτές να επικοινωνούν μεταξύ τους.

#### ➤ Εφαρμογές του Internet of Things στην Ιατρική και στον Αθλητισμό

Πολλοί άνθρωποι έχουν ήδη υιοθετήσει wearable συσκευές όπως τα body trackers (βραχιόλια) για να παρακολουθούν την φυσική τους άσκηση, τον ύπνο ή άλλες συνήθειες τους και αυτά είναι το πιο απλό δείγμα του πώς το IoT συνδυάζεται με τον



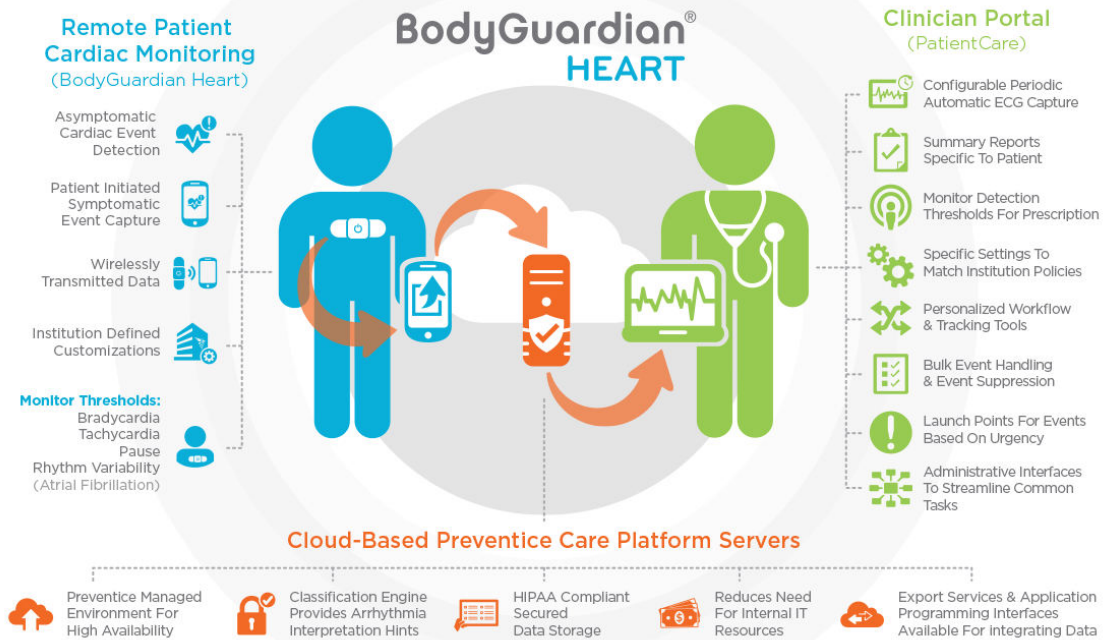
κλάδο της υγείας. Συσκευές παρακολούθησης ασθενών, ηλεκτρονικά αρχεία και άλλα έξυπνα αξεσουάρ μπορούν να σώσουν ζωές. Ήδη βρίσκεται σε εφαρμογή συσκευές για την απομακρυσμένη παρακολούθηση ηλικιωμένων ατόμων όπως αποφυγή ατυχημάτων λόγω πτώσης. Πράγματι, η απομακρυσμένη παρακολούθηση προσφέρει τεράστιες δυνατότητες για τη μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης καθώς και την αύξηση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης για τον εντοπισμό και την πρόληψη των ασθενειών. Ορισμένοι τομείς εφαρμογής του IoT είναι οι εξής[12]:

1) **Διαχείριση χρόνιων ασθενειών:** Οι IoT συσκευές έχουν κατακλύσει το εμπόριο προσφέροντας πολλά υποσχόμενες εναλλακτικές λύσεις για τη θεραπεία και έλεγχο χρόνιων νοσηρών ασθενειών όπως η υπέρταση, ο σακχαρώδης διαβήτης και η καρδιακή ανεπάρκεια. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση παραμέτρων όπως η αρτηριακή πίεση, τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα, το βάρος και οι συγκεντρώσεις ηλεκτρολυτών μέσα στο σώμα. Τα ζωτικά στοιχεία που προέρχονται σε πραγματικό χρόνο από αυτές τις συσκευές, επεξεργάζονται λεπτομερώς και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές αλλαγές της θεραπείας και της δόσης φαρμάκων, όπως και για την αποτελεσματικότερη πρόβλεψη σχετικά με την εξέλιξη της νόσου.

2) **Απομακρυσμένη φροντίδα και παρακολούθηση:** Τα δεδομένα από τις συσκευές δικτύου καταχωρούνται σε μια κεντρική βάση που βρίσκεται στο γραφείο του γιατρού. Η συγκέντρωση και η επεξεργασία των δεδομένων του ασθενή επιτρέπουν την αυτοματοποίηση της υγειονομικής περίθαλψης, αναλύοντας νέα δεδομένα σε σχέση με τα προηγούμενα και αποφασίζοντας τη μελλοντική θεραπεία του ασθενή αν χρειάζεται. Επιπλέον, η εξ αποστάσεως παρακολούθηση οδήγησε σε μείωση του ποσοστού εγκατάλειψης του μέλους και την αύξηση της παραγωγικότητας των πόρων υγειονομικής περίθαλψης. Το σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης Body-Guardian Heart είναι ένα από τα πιο γνωστά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της καρδιακής λειτουργίας, το οποίο διαχωρίζει τις πληροφορίες ταυτοποίησης του ασθενούς και των δεδομένων παρατήρησης για τη διασφάλιση της ασφάλειας. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα κρυπτογράφησης για την μετάδοση και αποθήκευση κρίσιμων πληροφοριών εξασφαλίζοντας αξιοπιστία.



## A Unifying Approach to Remote Patient Care



Εικόνα 21: Λειτουργίες συστήματος απομακρυσμένης παρακολούθησης

**3) Ευεξία και φροντίδα:** Οι συσκευές του IoT έχουν διευκολύνει την εποπτεία της υγείας με συστήματα παρακολούθησης για τη διατροφή, τη σωματική δραστηριότητα και την ποιότητα ζωής. Εμφυτεύσιμα τσιπ, ενσωματωμένα συστήματα σε βιοϊατρικές συσκευές και γενικά wearable συσκευές παρακολουθούν συνεχή δεδομένα σχετικά με τη δραστηριότητα των ασθενών. Προηγμένοι αισθητήρες, μετατροπείς και λογισμικά σε έξυπνες συσκευές επιτρέπουν στους χρήστες να αναλύσουν και να συσχετίσουν διάφορα ζωτικής σημασίας γεγονότα.

**4) Απομακρυσμένη παρέμβαση:** Τα δεδομένα που λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο από τους αισθητήρες, επιτρέπουν στους γιατρούς να διαχειριστούν τα φάρμακα και να αξιολογήσουν τη κατάσταση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Τέτοιες έγκαιρες παρεμβάσεις προσφέρουν υψηλής τεχνολογίας ιατρική βοήθεια και μείωση του κόστους νοσηλείας.

**5) Βελτίωση της διαχείρισης των φαρμάκων:** Οι RFID ετικέτες βασισμένες σε IoT τεχνολογίες, διαχειρίζονται τα προβλήματα διαθεσιμότητας και το κόστος προμήθειας των φαρμάκων. Ο FDA (US Food and Drug Administration- Αμερικάνικος Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων) έχει προτείνει κατευθυντήριες γραμμές για τα RFID ( αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνότητων) και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας των φαρμάκων. Αυτές περιλαμβάνουν την προσθήκη των ετικετών στις

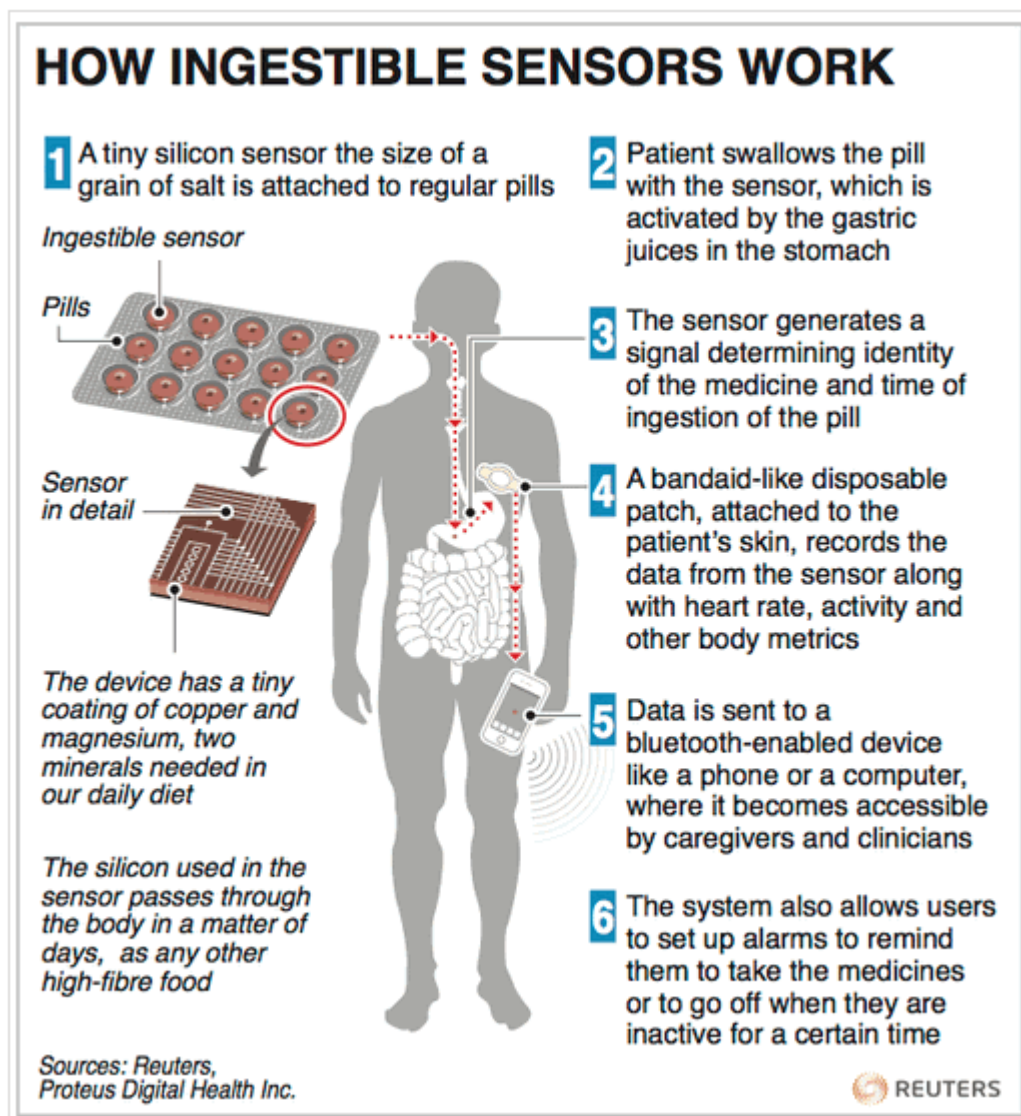
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



συσκευασίες φαρμάκων, οι οποίες επιτρέπουν στους κατασκευαστές να εξασφαλίζουν την ποιότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Άλλες λύσεις περιλαμβάνουν την προσθήκη αυτής της τεχνολογίας σε φαρμακευτικές αγωγές. Η Wuxi AppTech και η TruTag Technologies έχουν κατασκευάσει βρώσιμα <<έξυπνα>> χάπια τα οποία βοηθούν την παρακολούθηση των δόσεων του φαρμάκου και την επίδρασή τους στον ασθενή.



Εικόνα 22: Λειτουργίες Βρώσιμων IoT χαπιών

- Πλεονεκτήματα του IoT στο τομέα της υγειονομικής περίθαλψης



Τα βασικά πλεονεκτήματα του Internet of Things στο τομέα της υγείας είναι:

- Μείωση του κόστους της περίθαλψης δεδομένου ότι με τη χρησιμοποίηση wearable συσκευών αποφεύγονται οι άσκοπες επισκέψεις σε γιατρούς.
- Έλεγχος της νόσου σε πραγματικό χρόνο: Σε ένα συνδεδεμένο περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης με συνεχή απομακρυσμένη παρακολούθηση, οι ασθενείς μπορούν να θεραπεύονται προληπτικά πριν επιδεινωθεί η κατάστασή τους.
- Βελτιωμένη εμπειρία του χρήστη: Όσον αφορά τους ασθενείς και το ιατρικό προσωπικό η αυτοματοποίηση της συλλογής δεδομένων με ακρίβεια και με την ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση παρέχει στο χρήστη καλύτερη εικόνα της κατάστασης του ασθενούς.

### 2.4.1 Τρόποι σύνδεσης συσκευών

Σε γενικές γραμμές, οι wearable ιατρικές συσκευές συνδέονται σε τοπικό αλλά και παγκόσμιο δίκτυο μέσα από ένα ευρύ φάσμα όπως Bluetooth, NFC, Wi-Fi, GSM, και 3G/4G. Τα ασύρματα χαρακτηριστικά των δικτύων αυτών κάνουν τα παραδοσιακά συστήματα ενσύρματης ασφάλειας λιγότερο κατάλληλα. Για το λόγο αυτό είναι δύσκολο να βρεθεί ένα πρωτόκολλο ασφαλείας που να ισχύει συγχρόνως και για τα ασύρματα αλλά και για τα ενσύρματα δίκτυα.

#### Συνδεσιμότητα NFC

Η **Επικοινωνία Κοντινού Πεδίου (Near Field Communication, NFC)** αποτελεί μια πρότυπη τεχνολογία συνδεσιμότητας, η οποία διαδίδεται και εξελίσσεται ραγδαία με κύριο σκοπό τη λύση αρκετών προβλημάτων, σύγχρονων αλλά και μελλοντικών[13]. Είναι μια μικρής εμβέλειας ασύρματη τεχνολογία, η οποία λειτουργεί στη συχνότητα των 13,56 MHz και μεταφέρει δεδομένα με ρυθμό έως και 424 kbps και έχει γίνει γνωστή κυρίως μέσω της χρήσης της από τα κινητά τελευταίας γενιάς (smartphones). Η λειτουργία της βασίζεται στην επαφή ή στην προσέγγιση, σε απόσταση περίπου τεσσάρων με πέντε εκατοστών, της συσκευής που περιέχει το τσιπ NFC, σε κάποια άλλη συσκευή που περιλαμβάνει τον κατάλληλο αισθητήρα.

#### Λειτουργικότητα NFC

Το NFC είναι μία τεχνολογία σαν την ασύρματη επικοινωνία αλλά λειτουργεί σε πολύ μικρότερες αποστάσεις περίπου 4 εκατοστά. Πάντα υπάρχει ένας αποστολέας και ένας δέκτης. Ο αποστολέας ενεργά δημιουργεί ένα πεδίο ραδιοσυχνότητας όπου μπορεί να τροφοδοτήσει έναν παθητικό στόχο. Επιτρέπει την γρήγορη ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων. Εκτός από τα κινητά υπάρχουν και NFC κάρτες σε μορφή έξυπνων καρτών με διαφορετική χωρητικότητα ανάλογα με την χρήση. Το NFC μπορεί να βρίσκεται σε 3 διαφορετικές καταστάσεις λειτουργίας. Η πρώτη είναι η Read/Write όπου η μια συσκευή είναι Active και η άλλη Passive και επιτρέπει τις εφαρμογές να μεταδώσουν και να λάβουν δεδομένα. Η δεύτερη είναι η Card emulation όπου επιτρέπει τις NFC συσκευές να συμπεριφέρονται σαν έξυπνη κάρτα. Και τέλος η τελευταία είναι η Peer to Peer όπου ορίζεται για επικοινωνία από συσκευή σε συσκευή σε επίπεδο σύνδεσης. Τα μηνύματα που μεταδίδονται είναι τεχνολογίας NDEF και μπορεί να είναι τύπου Smart Poster (για την ανάγνωση





επιπλέον πληροφορίας από διαφημιστικά πόστερ), Handover (για παράδειγμα την άμεση σύνδεση δύο συσκευών Bluetooth με το άγγιγμα τους), vCard (μεταφορά στοιχείων υπό μορφή vCard) και URL (σύνδεσμος σε ιστοσελίδα). Επίσης μια άλλη τεχνολογία είναι και το RTD όπου χρησιμοποιεί συγκεκριμένο τύπο εγγραφής και όνομα τύπου που μπορούν να μεταφέρονται σε μια εγγραφή NDEF.

### Σύγκριση με το Bluetooth

Το NFC και το Bluetooth είναι τεχνολογίες υψηλής συχνότητας ασύρματης επικοινωνίας μικρής εμβέλειας που περιλαμβάνονται σε ηλεκτρονικές συσκευές για εύκολη και ασφαλή αλληλεπίδραση ανάμεσα σε δύο ηλεκτρονικές συσκευές. Το NFC είναι μία τεχνολογία ασύρματης σύνδεσης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια αμφίδρομη αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ηλεκτρονικές συσκευές εντός κάποιων εκατοστών. Το Bluetooth είναι επίσης μία ασύρματη τεχνολογία η οποία σχεδιάστηκε για την αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών επικοινωνίας εντός 10 μέτρων εμβέλειας χωρίς φυσική σύνδεση.

Το NFC εδραιώνει μια σύνδεση πιο γρήγορα από το κανονικό Bluetooth, αλλά όχι πιο γρήγορα από το Bluetooth χαμηλής ενέργειας. Αυτό συμβαίνει διότι το NFC εδραιώνει αυτόματα μια σύνδεση ανάμεσα σε δυο συσκευές σε λιγότερο από ένα δέκατο του δευτερολέπτου. Ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς δεδομένων για το NFC είναι 424 Kbit/s, και είναι πολύ πιο αργό από το Bluetooth που στις πρώτες του εκδόσεις ήταν 2,1 Mbit/s[13].

Το NFC απαιτεί ωστόσο λιγότερη ενέργεια υπό κανονικές συνθήκες, ενώ όταν δουλεύει με μία μη τροφοδοτούμενη με ρεύμα συσκευή όπως για παράδειγμα μια έξυπνη πιστωτική κάρτα, τότε η κατανάλωση ενέργειας ανεβαίνει. Το NFC βασίζεται στην επαγωγική ζεύξη, όπου τα αόριστα συνδεδεμένα επαγωγικά κυκλώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μοιράζονται ενέργεια και δεδομένα ανάμεσα σε δύο συσκευές σε πολύ μικρή απόσταση. Το Bluetooth είναι ένα ιδιόκτητο πρωτόκολλο για μικρής εμβέλειας επικοινωνία με υψηλό επίπεδο ασφαλείας. Αναπτύχθηκε από την Telecom Vendor Ericsson. Λειτουργεί στη συχνότητα ISM (2,4 GHz).

### Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης των συστημάτων NFC

#### Πλεονεκτήματα

- Οι NFC αλληλεπιδράσεις είναι εύκολες και απλές καθώς δεν χρειάζεται παρά μόνο ένα απλό άγγιγμα.
- Η χρήση NFC είναι ιδανική για το ευρύτερο φάσμα των επιχειρήσεων καθώς είναι εύκολη στη χρήση, βελτιώνει την επικοινωνία μεταξύ των μελών της επιχείρησης.
- Η NFC τεχνολογία διευκολύνει την απλή και γρήγορη εγκατάσταση των ασύρματων τεχνολογιών όπως το Bluetooth και το Wi-Fi.



- Είναι εγγενώς ασφαλής η χρήση καθώς οι μεταδόσεις είναι μικρής εμβέλειας (από ένα άγγιγμα σε μόλις λίγα εκατοστά). Επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό είναι ότι δεν μπορεί να γίνει υποκλοπή δεδομένων ασύρματα.
- Βρίσκει εφαρμογή σε πολλές χρήσεις όπως στις πληρωμές, στα εισιτήρια, στη διαφήμιση, στις έξυπνες κάρτες, στην ανταλλαγή δεδομένων, στην κρυπτογράφηση παρουσίας και στον έλεγχο πρόσβασης.
- Αξιοποιεί τα κινητά τηλέφωνα ως μέσο αλληλεπίδρασης. Είναι ευρέως διαδεδομένα και τα κουβαλάμε πάντα μαζί μας, έχουν επεξεργαστή, έχουν συνήθως πρόσβαση στο διαδίκτυο, είναι διαδραστικά (πληκτρολόγιο, οθόνη αφής) και διαθέτουν ώριμα λειτουργικά συστήματα.

### Μειονεκτήματα

- Τα συστήματα NFC είναι εύκολο να υποκλαπούν. Οποιοσδήποτε είναι σε θέση να κλέψει τις προσωπικές πληροφορίες του καθενός πολύ εύκολα και αυτό γιατί δεν υπάρχει κάποιο αυστηρό μέτρο ασφαλείας. Μια προσθήκη θα μπορούσε να είναι ένα σύστημα αναγνώρισης προσώπου ή αναγνώρισης δακτυλικών αποτυπωμάτων.
- Ένα άλλο θέμα είναι ότι επειδή η λειτουργία του NFC γίνεται εξ αποστάσεως υπάρχει ο κίνδυνος απώλειας των δεδομένων.

## **Κεφάλαιο 3**

### **Εφαρμογές των wearables**

#### **3.1 Εφαρμογές των wearables στην Ιατρική**

Η εξέλιξη της τεχνολογίας των wearable συσκευών τόσο στην Ιατρική όσο και στον Αθλητισμό, οδήγησε στην δημιουργία επικερδών βιομηχανιών, καθώς πρόκειται για μια τεχνολογία που θεωρείται τουλάχιστον καινοτόμα και η οποία θα διατελέσει σημαντικό ρόλο στις μελλοντικές κοινωνίες. Παρακάτω αναφέρουμε τις εφαρμογές των wearable σε θέματα που αφορούν την Ιατρική σε όλους σχεδόν τους τομείς της.

- Εφαρμογές στην Παθολογία και Καρδιολογία με τη λήψη βιομετρικών δεδομένων.

Εξαιρετικά είναι τα αποτελέσματα από τη χρήση των wearables που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία και διάγνωση σοβαρών ασθενειών στους τομείς της Καρδιολογίας και Παθολογίας. Την περασμένη δεκαετία διαπιστώθηκε η εμφάνιση πολλών νέων φορητών ιατρικών συσκευών, συμπεριλαμβανομένων πολλών που έχουν υιοθετηθεί ευρέως τόσο



από τους γιατρούς όσο και από τους καταναλωτές. Ωστόσο, η απουσία χρήσιμων και επικυρωμένων κλινικών εφαρμογών, η επικύρωση των μετρήσεων και οι ανησυχίες για την ασφάλεια των δεδομένων συγκαταλέγονται μεταξύ των πρόσθετων φραγμών στην εκτεταμένη ιατρική εφαρμογή της φορητής τεχνολογίας.

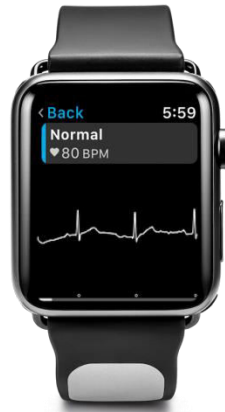
Η αγορά της τεχνολογίας των φορητών τεχνολογιών αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς. Στον τομέα της καρδιολογίας, οι συσκευές που διατίθενται στο εμπόριο συλλέγουν δραστηριότητα, καρδιακό ρυθμό, και πιο πρόσφατα στοιχεία θωρακικής αντίστασης και θωρακικού υγρού. Η συλλογή δεδομένων ενδέχεται να απαιτεί την ενεργό εμπλοκή των ασθενών στη συσκευή για την απόκτηση δεδομένων που στη συνέχεια μπορούν να μεταδοθούν σε πραγματικό χρόνο ή να μεταφορτωθούν από μια αποθηκευμένη πηγή. Εναλλακτικά, ορισμένες συσκευές δεν απαιτούν ενεργή εκκίνηση πέρα από το πρώτο βήμα της ενεργοποίησής τους. Μετά από αυτό το βήμα, τέτοιες συσκευές μπορούν να συλλέγουν παθητικά δεδομένα. Σε αυτήν την περίπτωση, μια συσκευή που φοριέται θα μπορούσε να λαμβάνει συνεχώς ή περιοδικά δεδομένα προς μετάδοση ή για αποθήκευση και μεταφόρτωση αργότερα.

Η λήψη των δεδομένων από τη wearable συσκευή μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη στην ικανότητά της, να ενημερώνει τα άτομα ή τους φροντιστές σχετικά με τις επιδράσεις των ενεργειών ή των θεραπειών του ασθενούς ή της υποκείμενης κλινικής κατάστασης. Ιδανικά, αυτές οι συσκευές παρέχουν δεδομένα που προσφέρουν υποστήριξη λήψης αποφάσεων καθώς και ενσωματωμένες θεραπείες. Ακόμη και για συσκευές που δεν προσφέρουν ενσωματωμένη θεραπεία, τα παραγόμενα δεδομένα μπορεί να είναι διαγνωστικά, προγνωστικά και ενημερωτικά για τη θεραπεία του ασθενούς.

### ➤ Wearable συσκευές Καρδιολογίας

Η πρόοδος της τεχνολογίας, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρών, αξιόπιστων και ευέλικτων φορητών συσκευών όπως smartwatch, για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου. Πρόσφατα, έχουν διατεθεί στην αγορά συσκευές παρακολούθησης με ηλεκτροκαρδιογραφική παρακολούθηση που απευθύνονται σε καταναλωτές. Τα εγκεφαλικά επεισόδια που προκαλούνται από κολπική μαρμαρυγή (Afib) όχι μόνο στη χώρα μας αλλά σε όλο το κόσμο σκοτώνουν εκατομμύρια ανθρώπους ετησίως. Μόνο στο Ηνωμένο Βασίλειο ήδη έχουν καταγραφεί 100.000 θάνατοι ετησίως, παρόλο που τέσσερις από τις πέντε περιπτώσεις μπορούν να αποφευχθούν. Για το λόγο αυτό ήταν επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας wearable συσκευών όπως η συσκευή Kardia και η λήψη των βιομετρικών δεδομένων για την παρακολούθηση του ρυθμού της καρδιάς.

Η συσκευή Kardia που διατίθεται στο εμπόριο από την AliveCor Inc. συνδέεται με ένα κοντινό smartphone και παρέχει ανάλυση και μετάδοση δεδομένων ΗΚΓ για απομακρυσμένη ερμηνεία χωρίς την ανάγκη συνταγής ιατρού.



Εικόνα 23: Wearable συσκευή Kardia Band της εταιρίας AliveCor

### Τρόπος λειτουργίας συσκευής.

Ενεργοποιώντας την εφαρμογή του κινητού Kardia App[14], μπορούμε μέσα σε 30 δευτερόλεπτα να έχουμε το καρδιογράφημα καθώς και πληροφορίες για τα αποτελέσματά του. Αν η ένδειξη του καρδιογραφήματος δεν κυμαίνεται σε φυσιολογικά όρια, μπορούμε να τα αποστείλουμε στο θεράποντα ιατρό και να μας πληροφορήσει για πιθανή θεραπεία του ασθενή.

### ➤ Wearable συσκευές χειρουργικής επέμβασης

Εκτός από τις πιο πάνω συσκευές υπάρχουν και οι φορέσιμες συσκευές με τη βοήθεια της χειρουργικής επέμβασης όπως οι αυτόματοι εμφυτεύσιμοι απινιδωτές(βηματοδότες). Ο απινιδωτής είναι μία συσκευή η οποία μπορεί αυτόματα να αναγνωρίσει και να



θεραπεύσει προβλήματα αρρυθμιών, όπως της κοιλιακής ταχυκαρδίας και κοιλιακής μαρμαρυγής.

Σε ασθενείς με αρρυθμίες, ιδιαίτερα με επεισόδια κοιλιακής μαρμαρυγής, τα οποία ανατάσσονται με ηλεκτρικό shock και δεν προλαμβάνονται με φαρμακευτική θεραπεία, συνιστάται η υποδόρια εμφύτευση ενός μικρού απινιδωτή, μεγέθους ίσου με το μέγεθος που είχε τα πρώτα χρόνια η γεννήτρια ενός βηματοδότη, με τον οποίο παρακολουθείται ο καρδιακός ρυθμός και γίνεται αυτόματη ανάταξη τη κοιλιακής ταχυκαρδίας ή μαρμαρυγής.



Εικόνα 24:Αυτόματος εμφυτέσιμος απινιδωτής

### Περιγραφή της συσκευής:

Ο απινιδωτής αποτελείται από δύο κύρια τμήματα. Τη γεννήτρια που εμφυτεύεται κάτω από το δέρμα και τα καλώδια που συνδέουν τον απινιδωτή με την καρδιά[15].

#### Η γεννήτρια

Η γεννήτρια παλμών αποτελείται από ένα κουτάκι από τιτάνιο που περιέχει:

- Μία μπαταρία που παρέχει ρεύμα στην συσκευή
- Μικροεπεξεργαστή και άλλα ηλεκτρονικά κυκλώματα όπως ηλεκτρονική μνήμη



Η συσκευή ελέγχει συνεχώς τα αυτόχθονα ηλεκτρικά σήματα της καρδιάς και αν διαπιστώσει κάποιο μη φυσιολογικό καρδιακό ρυθμό, παρέχει ηλεκτρική ενέργεια (θεραπεία). Αυτό επαναφέρει την καρδιά σε ένα φυσιολογικό ρυθμό.

Η ηλεκτρονική μνήμη της συσκευής αποθηκεύει:

- Προγραμματισμένες θεραπευτικές ρυθμίσεις
- Πόση επιτυχία είχε η κάθε θεραπεία
- Το ηλεκτροκαρδιογράφημα
- Την κατάσταση της μπαταρίας (πόση ενέργεια έχει απομείνει ακόμα)

### Τα ηλεκτρόδια (καλώδια)

Η συσκευή συνδέεται με την καρδιά μέσω ενός ή δύο ηλεκτροδίων (μονωμένα σύρματα)-μονοεστιακός ή διπλοεστιακός βηματοδότης. Μέσω αυτών των καλωδίων ο απινιδωτής:

- Ελέγχει τον καρδιακό ρυθμό
- Εάν υπάρχει αρρυθμία με γρήγορο ρυθμό δίδει ηλεκτροσόκ για να ανατάξει την αρρυθμία
- Εάν ο ρυθμός είναι βραδύς βηματοδοτεί τη καρδιά με μια καθορισμένη συχνότητα

Τα ηλεκτρόδια εισέρχονται στην καρδιά ενδοφλεβίως, κάνοντας την εμφύτευσή τους μια απλή διαδικασία.

### Εξωτερικός προγραμματιστής

Ο προγραμματιστής είναι ένα είδος ηλεκτρονικού υπολογιστή, τον οποίο χειρίζεται ο ιατρός στο νοσοκομείο. Επικοινωνεί με την συσκευή μέσω μιας ηλεκτρονικής κεφαλής (μοιάζει με τηλεκοντρόλ τηλεόρασης) η οποία κρατείται πάνω από το δέρμα που καλύπτει τον απινιδωτή σας.

Χρησιμοποιείται για να:

- Προγραμματίσει τον απινιδωτή αμέσως μετά την εμφύτευση
- Ανακαλέσει αποθηκευμένες πληροφορίες από τη μνήμη της συσκευής μεταξύ επισκέψεων στον ιατρό σας.

### Λειτουργία απινιδωτή

Ο απινιδωτής ελέγχει συνεχώς την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς. Αναγνωρίζει πότε ο καρδιακός ρυθμός είναι φυσιολογικός, πολύ βραδύς ή πολύ ταχύς. Αν ο ρυθμός είναι μη φυσιολογικός, παρέχεται αυτόματα θεραπεία με

---

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



ηλεκτρισμό. Το είδος της θεραπείας εξαρτάται από τις ρυθμίσεις που έχουν προγραμματισθεί.

Η πιο σημαντική λειτουργία του απινιδωτή είναι η παροχή ηλεκτροσόκ για επαναφορά σε φυσιολογικό καρδιακό ρυθμό σε περίπτωση κοιλιακής μαρμαρυγής (απινίδωση). Επιπλέον ο απινιδωτής μπορεί να παράσχει και άλλου είδους θεραπείες όπως αντιταχυκαρδιακή βηματοδότηση και αντιβραδυκαρδιακή βηματοδότηση

### **Αντιταχυκαρδιακή βηματοδότηση**

Όταν ανιχνευτεί κοιλιακή ταχυκαρδία, ο απινιδωτής ελέγχει αν ο ρυθμός πρέπει να αναταχθεί. Αν υπάρχει τέτοια περίπτωση, ο απινιδωτής παρέχει μία συνεδρία σύντομων και μικρής ηλεκτρικών ερεθισμάτων για να ανατάξουν την αρρυθμία. Αυτή είναι η αντιταχυκαρδιακή βηματοδότηση. Αυτοί οι ηλεκτρικοί παλμοί δεν είναι αισθητοί από τον ασθενή.

#### Απινίδωση

Αν ο απινιδωτής ανιχνεύσει κοιλιακή μαρμαρυγή παρέχει ηλεκτροσόκ υψηλής ισχύος. Αυτό ονομάζεται απινίδωση. Επειδή το ηλεκτροσόκ παρέχεται απευθείας στην καρδιά, η ενέργεια που απαιτείται είναι μόνο το 1/10 από αυτό που παρέχεται από τους ιατρούς σε εξωτερική απινίδωση. Ο χρόνος που διανύεται από την έναρξη της κοιλιακής μαρμαρυγής μέχρι και την παροχή του ηλεκτροσόκ είναι συνήθως 10 δευτερόλεπτα. Τόσος είναι ο χρόνος που απαιτείται για να φορτίσει ο απινιδωτής τους πυκνωτές της συσκευής ώστε να παράσχουν μεγάλης ισχύος ηλεκτροσόκ.

### **Αντιβραδυκαρδιακή βηματοδότηση**

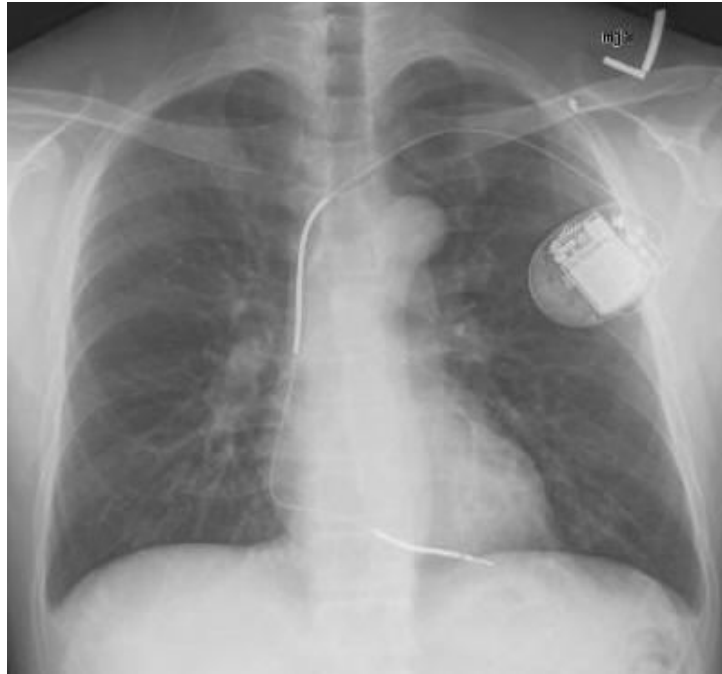
Ο απινιδωτής μπορεί να ενεργήσει σαν απλός βηματοδότης για να δράσει προληπτικά σε βραδεία καρδιακή συχνότητα. Οι απινιδωτές μπορούν να ανιχνεύσουν και να βηματοδοτήσουν τον κόλπο και/ή την κοιλία. Αυτό ονομάζεται μονοεστιακή ή διπλοεστιακή βηματοδότηση.

### **Διαδικασία εμφύτευσης**

Η εγχείρηση εμφύτευσης ενός απινιδωτή πραγματοποιείται συνήθως χωρίς ολική αναισθησία αλλά με τοπική αναισθησία.

Η συσκευή συνήθως εμφυτεύεται στο στήθος κάτω από τη κλείδα και σπάνια στην κοιλία.

Όπου και αν τοποθετηθεί πρώτα γίνεται μία τομή στο δέρμα για να δημιουργηθεί μια θήκη κάτω από το δέρμα ή τον μυ μέσα στην οποία θα τοποθετηθεί ο απινιδωτής.



Εικόνα 25: Ακτινογραφία θώρακα με μονοεστιακό απινιδωτή

Το ένα ή τα δύο ηλεκτρόδια περνάνε μέσω της υποκλειδίου φλέβας και τοποθετούνται στο δεξιό κόλπο και τη δεξιά κοιλία της καρδιάς. Η θέση ελέγχεται με ακτινογραφία, και τα ηλεκτρόδια δοκιμάζονται για να εξασφαλισθεί ότι έχουν καλή επαφή με την καρδιά. Τα ηλεκτρόδια συνδέονται με τον απινιδωτή, ο οποίος τότε τοποθετείται στη θήκη. Πριν κλείσει η τομή, ο ιατρός θα κάνει έναν έλεγχο απινίδωσης. Ο σημαντικός αυτός έλεγχος περιλαμβάνει εσκεμμένη δημιουργία κοιλιακής μαρμαρυγής και επιβεβαίωση σωστής λειτουργίας του απινιδωτή. Όταν ο ιατρός επιβεβαιώσει ότι τα αποτελέσματα όλων των ελέγχων είναι ικανοποιητικά, η τομή θα κλείσει με ράμματα.

### Εξάντληση της γεννήτριας

Οι μπαταρίες στον απινιδωτή θα διαρκέσουν αρκετά χρόνια. Αδειάζουν πολύ αργά και προβλεπόμενα. Ο χρόνος που θα αντικατασταθεί υποδεικνύεται από τον προγραμματιστή που ελέγχει το δυναμικό της μπαταρίας. Με μία επέμβαση, που μοιάζει αρκετά με την πρώτη, θα ανοιχτεί η τομή και η παλιά συσκευή θα αντικατασταθεί με μια καινούργια (αντικαθίσταται όλη η συσκευή και όχι μόνο η μπαταρία. Με την ευκαιρία θα ελεγχθούν λεπτομερώς και τα ηλεκτρόδια και αν χρειάζεται θα αντικατασταθούν.

### Η ζωή μετά τον απινιδωτή





### Ασχολίες

Ο απινιδωτής δεν επηρεάζει την ικανότητα εργασίας, απλώς θα πρέπει να αποφεύγονται κάποιες εργασίες ή τοποθεσίες όπως:

- Τοποθεσίες με ηλεκτρικό εξοπλισμό υψηλής τάσης
- Δυνατούς μαγνήτες που χρησιμοποιούνται σε βαριές βιομηχανίες.
- Κοντά σε ραντάρ
- Άλλες πηγές δυνατής ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής.

Η άσκηση κάνει καλό στην καρδιά και πρέπει να επιδιώκεται. Θα πρέπει όμως να αποφεύγονται αθλήματα τα οποία μπορούν να προκαλέσουν κτυπήματα στο στήθος από άλλους συναθλητές. Οι θαλάσσιες καταδύσεις πρέπει να αποφεύγονται.

### ➤ Wearables συσκευές στην Παθολογία

Θεαματικά είναι τα αποτελέσματα από τη χρήση φορέσιμων συσκευών στην Παθολογία, και ειδικά στη θεραπεία του σακχαρώδη διαβήτη καθώς είναι μια από τις πιο συχνές νόσους παγκοσμίως, με ραγδαίο ρυθμό ανάπτυξης. Σύμφωνα , με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization), οι άνθρωποι που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη φτάνουν μέχρι το μισό δισεκατομμύριο παγκοσμίως. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκαν συσκευές που μπορούν να προλαμβάνουν τα θλιβερά αποτελέσματα της νόσου χάρη στην έγκαιρη διάγνωση που παρέχουν στο χρήστη. Μέχρι πρόσφατα, η διάγνωση της νόσου γινόταν με συσκευές μέτρησης των τιμών του σακχάρου, οι οποίες απαιτούσαν τρύπημα του δακτύλου για τον έλεγχο της γλυκόζης στο αίμα.

Με τη βοήθεια της τεχνολογίας η διαδικασία αυτή γίνεται ανώδυνη καθώς στο εμπόριο κυκλοφορούν συσκευές οι οποίες δεν απαιτούν την παραπάνω διαδικασία. Συγκεκριμένα , η νέα συσκευή μέτρησης γλυκόζης (**FreeStyle Libre**) καταγράφει ,μέσω ενός αισθητήρα που εφαρμόζεται στο μπράτσο , την γλυκόζη ακόμα και πάνω από τα ρούχα.

### Περιγραφή του συστήματος FreeStyle Libre

Πρόκειται για μια πρωτοποριακή τεχνολογία που σταδιακά αναμένεται να αντικαταστήσει την παραδοσιακή μέτρηση σακχάρου αίματος. Η διαδικασία ελέγχου του σακχάρου με το FreeStyle Libre [16] είναι πολύ διακριτική, καθώς ο αισθητήρας έχει πολύ μικρό μέγεθος (περίπου όσο ένα κέρμα των 2 ευρώ) και η συσκευή



μέτρησης σαρώνει ακόμα και πάνω από τα ρούχα. Η σάρωση, που διαρκεί 1 δευτερόλεπτο, μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας και εμφανίζει μια ακριβή μέτρηση της τρέχουσας ένδειξης γλυκόζης, ένα γράφημα γλυκόζης των τελευταίων 8 ωρών, αλλά και την κατεύθυνση και τον ρυθμό μεταβολής της γλυκόζης τα τελευταία 15 λεπτά. Για τη χρήση του προϊόντος δεν απαιτείται τρύπημα στα δάκτυλα, όπως συμβαίνει με τα κλασικά μηχανήματα ελέγχου του σακχάρου και τις ταινίες μέτρησης.

Το FreeStyle Libre απαλλάσσει τους ασθενείς από την ταλαιπωρία του τρυπήματος στα δάκτυλα. Ο ασθενής εφαρμόζει έναν αισθητήρα, που καταγράφει αυτόματα τη γλυκόζη μέρα-νύχτα, στο πίσω μέρος του άνω βραχίονά του και τον σαρώνει με μια μικρή συσκευή ανάγνωσης, αναίμακτα και ανώδυνα. Συνολικά, το σύστημα παρακολούθησης γλυκόζης FreeStyle Libre προσφέρει τόσο στον ασθενή, όσο και στον γιατρό ή τον νοσηλευτή μια ολοκληρωμένη εικόνα του προφίλ γλυκόζης και συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων και κατά επέκταση στον καλύτερο έλεγχο του διαβήτη.



Εικόνα 26:Wearable συσκευή FreeStyle Libre

### Εφαρμογή του συστήματος FreeStyle Libre

#### **Εφαρμογή του αισθητήρα**

Ο αισθητήρας FreeStyle Libre εφαρμόζεται στο πίσω μέρος του άνω βραχίονα, με μια απλή στη χρήση, αναλώσιμη συσκευή που ονομάζεται συσκευή εφαρμογής



αισθητήρα. Με την εφαρμογή του αισθητήρα, ένα λεπτό, εύκαμπτο και αποστειρωμένο ινίδιο εισάγεται ακριβώς κάτω από το δέρμα. Συγκρατείται στη θέση του με ένα μικρό αυτοκόλλητο επίθεμα. Οι περισσότεροι άνθρωποι δεν αισθάνονται πόνο κατά την εφαρμογή του αισθητήρα.



**Εικόνα 27:Εφαρμογή αισθητήρα**

### **Σάρωση του αισθητήρα**

Η λήψη μιας ένδειξης γλυκόζης γίνεται με μια απλή, γρήγορη και ανώδυνη σάρωση 1 δευτερολέπτου του αισθητήρα με τη συσκευή ανάγνωσης. Αυτή η σάρωση σας δίνει περισσότερες πληροφορίες από την παρακολούθηση της γλυκόζης του αίματος με ταινία, χωρίς την ανάγκη για τακτικό τρύπημα στα δάκτυλα. Το σύστημα FreeStyle Libre προσφέρει επίσης λογισμικό για τη δημιουργία λεπτομερών αναφορών που βοηθούν στην εύκολη ανάλυση των δεδομένων της γλυκόζης.



**Εικόνα28:Σάρωση αισθητήρα**

### **Λήψη της ένδειξης γλυκόζης**

Σε κάθε σάρωση της συσκευής ανάγνωσης πάνω από τον αισθητήρα εμφανίζεται στην οθόνη η τρέχουσα ένδειξη γλυκόζης, το ιστορικό γλυκόζης των τελευταίων 8 ωρών και ένα βέλος τάσης που δείχνει εάν τα επίπεδα γλυκόζης ανεβαίνουν, κατεβαίνουν ή μεταβάλλονται ομαλά. Η συσκευή ανάγνωσης μπορεί να σαρώσει πάνω από τα ρούχα.



Εικόνα 29: Λήψη της ένδειξης γλυκόζης

➤ Wearable για επιληπτικές κρίσεις.

Σύμφωνα με τα στατιστικά του Αμερικανικού Ινστιτούτου Υγείας (NIH), περίπου 1 στους 100 ανθρώπους έχει έρθει αντιμέτωπος με μια αιφνίδια επιληπτική κρίση, ενώ ποσοστό 25-30% όσων έχουν λάβει διάγνωση για επιληψία δεν είναι σε θέση να εμποδίσει μια επερχόμενη επιληπτική κρίση ακόμη κι όταν λαμβάνει την απαραίτητη θεραπεία. Πλέον, στο εμπόριο υπάρχουν συσκευές, όπως το ρολόι Embrace, που μπορούν να προβλέψουν πότε θα εκδηλωθεί μια επιληπτική κρίση στέλνοντας το απαραίτητο προειδοποιητικό σήμα[17].

Το Embrace διαθέτει ενσωματωμένους αισθητήρες που παρακολουθούν την ηλεκτροδερμική δραστηριότητα, δηλαδή πόση ηλεκτρική ενέργεια διαπερνά το δέρμα. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να προβλεφθεί πότε θα εκδηλωθεί μια επιληπτική κρίση και να προληφθεί ο αιφνίδιος θάνατος. Κατά τη διάρκεια μιας επιληπτικής κρίσης, η αμυγδαλή του εγκεφάλου παρουσιάζει υπερδιέγερση και αυτό μπορεί να οδηγήσει στη διακοπή της αναπνοής. Μερικές φορές, χρειάζεται εξωτερική βοήθεια για να επανέλθει η αναπνοή. Η υπερδιέγερση της αμυγδαλής έχει αποδειχθεί ότι συνδέεται με την αυξημένη αγωγιμότητα του δέρματος. Το Embrace εντοπίζει τέτοιου είδους μεταβολές και αποστέλλει προειδοποιητικό σήμα σε κάποιον φροντιστή ή στο κινητό του ασθενούς.



Εικόνα 30: Embrace ρολόι επιληπτικών κρίσεων

### Η τεχνολογία της συσκευής



Η συσκευή αν και εξωτερικά δείχνει μοντέρνα και απλή τεχνολογικά είναι εξαιρετικά προηγμένη. Στην κάτω όψη της διαθέτει αισθητήρες που μετρούν τον καρδιακό παλμό και την μεταβολή του μέσω της κυκλοφορίας του αίματος, την θερμοκρασία και την κίνηση.

Επίσης συμπεριλαμβάνεται η «ηλεκτροδερμική δραστηριότητα» (EDA) που είναι γνωστή ως αγωγιμότητα του δέρματος και θεωρείται πολύ σημαντική πληροφορία. Ακόμη μπορεί να συλλέξει δεδομένα σχετικά με τον ύπνο τους και τις απλές αθλητικές δραστηριότητες όπως το τρέξιμο.

Ο συνδυασμός των δεδομένων αυτών σαφώς και υπερέχει των συσκευών που μετρούν μόνον την παράμετρο της κίνησης για τις περιπτώσεις επιληψίας. Οι μετρήσεις λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο και αν χρειασθεί υπάρχει δυνατότητα αποστολής τους για ιατρική αξιολόγηση, ενώ προβλέπεται και η περίπτωση να αναπτυχθούν σχετικές εφαρμογές σε κινητά τηλέφωνα.

Το σημαντικό για την τεχνογνωσία της εταιρίας είναι ότι ήδη σε παγκόσμια κλίμακα ερευνητές χρησιμοποιούν για εξειδικευμένες παρατηρήσεις παλαιότερη επιστημονική εκδοχή της συσκευής με τον κωδικό E4 που επίσης είναι «φορητή» στον καρπό του χεριού.

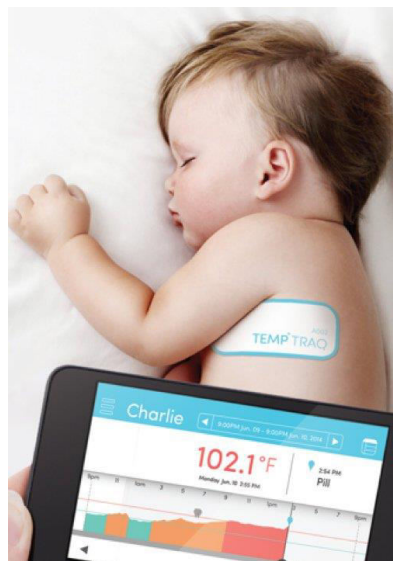
Στις δυνατότητες της E4 συμπεριλαμβάνεται η επιτήρηση σημάτων για την μελέτη της επιληψίας, καθώς και άλλων νευρολογικών και ψυχιατρικών δεδομένων. Επίσης λαμβάνονται δεδομένα και για άλλες μεγάλες κατηγορίες όπως ο αυτισμός, το άγχος, η κατάθλιψη, οι φοβίες και οι μετατραυματικές διαταραχές.

Όπως εκτιμούν οι επιστήμονες οι συγκέντρωση και αξιολόγηση όλων αυτών των δεδομένων θα βελτιώσει την ποιότητα της ζωής όσων αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα. Σε ακραίες περιπτώσεις θεωρείται ότι συμβάλει αποτελεσματικά στην διάσωση των ατόμων που κινδυνεύουν από τις σοβαρές κρίσεις επιληψίας. Το σημαντικότερο βέβαια για τον ψυχισμό τους είναι ότι πλέον δεν θα νοιώθουν μόνοι και αβοήθητοι καθώς κάποιος θα είναι έτοιμος να σπεύσει σε βοήθεια τους.

### ➤ Wearable θερμόμετρο



Σημαντικό είναι να αναφέρουμε και το wearable θερμόμετρο TempTraq που χρησιμοποιείται σε όλους τους τομείς της Ιατρικής[18]. Πρόκειται για ένα φορητό ασύρματο θερμόμετρο με τη μορφή μαλακού επιθέματος που παρακολουθεί συνεχώς τη θερμοκρασία του χρήστη και ειδοποιεί για άνοδο της θερμοκρασίας στο smartphone του χρήστη. Είναι πολύ χρήσιμο για τους γονείς, νοσηλευτές και ιατρικό προσωπικό καθώς παρέχει άμεση ενημέρωση για πιθανή άνοδο της θερμοκρασίας τόσο των παιδιών όσο και των ασθενών που παρακολουθούνται, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν τον πυρετό ταχύτερα και να χορηγήσουν τα κατάλληλα αντιβιοτικά για να βοηθήσουν στην καταπολέμηση μολύνσεων που απειλούν τη ζωή.



Εικόνα 31: Wearable θερμοκρασίας σώματος

➤ Wearables υπό μορφή καψακίων(καμουλών)

Εκτός από τις παραπάνω συσκευές, η πρόοδος της τεχνολογίας στον τομέα της Παθολογίας είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία όχι μόνο των wearables συσκευών αλλά και των wearables υπό μορφή καψακίων. Πρόκειται για τα wearables PillCam δηλαδή τα χάπια παρακολούθησης των διαταραχών του εντέρου[19]. Με τα κλασικά ενδοσκόπια

---

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



είναι δυνατή η εξέταση του οισοφάγου, του στομάχου, του παχέος εντέρου και ενός πολύ μικρού τμήματος του λεπτού εντέρου. Τι γίνεται όμως με τα 7 μέτρα του λεπτού εντέρου που είναι απροσπέλαστα; Το ιατρικό αυτό πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με τη δημιουργία ενδοσκοπίων σε μέγεθος χαπιού τα οποία διαθέτουν μικροσκοπικές κάμερες υψηλής ευκρίνειας με φλας, εσωτερική κάρτα μνήμης και μπαταρία.

### Τρόπος εξέτασης της ενδοσκόπησης με κάψουλα.

Ο ασθενής φοράει μία ειδική ζώνη που επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών με την κάψουλα και καταπίνει την κάψουλα με λίγο νερό. Η κάψουλα καταγράφει την πορεία της από τον στόμαχο μέχρι και το παχύ έντερο. Οι φωτογραφίες αποθηκεύονται προσωρινά στην εσωτερική κάρτα μνήμης και στη συνέχεια μεταφέρονται ασύρματα σε ένα εξωτερικό σκληρό δίσκο που έχει μαζί του ασθενής καθόλη την διάρκεια της εξέτασης. Κατά τη διάρκεια της καταγραφής ο εξεταζόμενος μπορεί να συνεχίσει τις δραστηριότητές του (με εξαίρεση την έντονη φυσική άσκηση και την επαφή με το νερό). Το βράδυ της ίδιας μέρας ο σκληρός δίσκος αποσπάται και το οπτικό υλικό διάρκεια 9-12 ωρών μεταφέρεται στον υπολογιστή όπου και θα γίνει η ανάγνωση. Η κάψουλα είναι μίας χρήσης και αποβάλλεται μετά από λίγες μέρες.



**Εικόνα 32 :Κάψουλα ενδοσκόπησης PillCam**

Η επιστημονικά τεκμηριωμένη εφαρμογή των εξετάσεων με κάψουλα είναι η μελέτη του λεπτού εντέρου. Πληθώρα μελετών έχουν καθιερώσει τη κάψουλα ως την εξέταση εκλογής για τον λεπτομερή έλεγχο του λεπτού εντέρου. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια νέες κάψουλες έχουν σχεδιαστεί, οι οποίες επιτρέπουν την εξέταση και άλλων τμημάτων του γαστρεντερολογικού σωλήνα όπως ο οισοφάγος και το παχύ έντερο. Η ιδέα μίας κάψουλας που μπορεί να αντικαταστήσει την διαγνωστική γαστροσκόπηση και κολonosκόπηση είναι ιδιαίτερος ελκυστική τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους ιατρούς. Διότι η εξέταση είναι ανώδυνη, δεν απαιτείται χορήγηση αναισθησίας ούτε νοσηλεία. Ωστόσο το μέλλον των ενδοσκοπήσεων με κάψουλα θα είναι συναρπαστικό καθώς οι νέες υπό μελέτη κάψουλες έχουν την δυνατότητα τηλεχειρισμού από απόσταση και μικροεργαλεία για τη λήψη βιοψιών.



### ➤ Wearables στην Ωτορινολαρυγγολογία

Μια από τις πιο διαδεδομένες wearable συσκευές στην Ωτορινολαρυγγολογία, είναι οι συσκευές ενίσχυσης της ακοής ή τα ακουστικά βαρηκοΐας. Υπάρχουν διάφορα είδη ακουστικά βαρηκοΐας ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή ή του χρήστη[20].

- Πίσω από το αυτί (BTE), ακουστικά που συνδέονται με ειδικό βύσμα που μπαίνει στο κανάλι του αυτιού.
- Πίσω από το αυτί με το μεγάφωνο μέσα στο κανάλι του αυτιού (RIC).
- Μέσα στο αυτί (ITE), το μεγαλύτερο τμήμα του ακουστικού είναι στο κανάλι του αυτιού και το υπόλοιπο είναι λίγο ορατό.
- Μικρά ακουστικά βαρηκοΐας που τοποθετούνται μέσα στον ακουστικό πόρο και είναι σχεδόν αθέατα. (CIC).
- Η μικρότερη σειρά ακουστικών βαρηκοΐας στον κόσμο, τα λεγόμενα και ακουστικά ψείρες. Εφαρμόζουν βαθιά στον ακουστικό πόρο, παραμένοντας εντελώς αθέατα, προσφέροντας όμως εξαιρετικά αποτελέσματα(ΠC).
- Ακουστικά miniRite: Πρόκειται για την τελευταία εξέλιξη στον χώρο των ακουστικών βαρηκοΐας. Είναι μία λύση που συνδυάζει την ένταση και την καλαισθησία. Το μέγεθος του ακουστικού είναι πολύ μικρό και τοποθετείται πίσω από το αυτί ενώ ο δέκτης τοποθετείται μέσα στο αυτί.
- Streamer: Παρέχει ασύρματη σύνδεση των ακουστικών με διάφορες συσκευές όπως τηλέφωνο, tablet, pc κ.α.

Το καλύτερο ακουστικό, εξαρτάται από την ιδιαίτερη βαρηκοΐα και τις ανάγκες ακοής που έχει ο χρήστης, από το μέγεθος και το σχήμα του αυτιού και του καναλιού του αυτιού, και τη δεξιότητα των χεριών του χρήστη. Πολλά ακουστικά έχουν ειδικό σύστημα για ομιλία στο τηλέφωνο ή όταν υπάρχει θόρυβος στο περιβάλλον. Άλλες επιλογές όπως συστήματα FM και συσκευές Bluetooth σε συνδυασμό με ακουστικά βαρηκοΐας μπορεί να παρέχουν τα καλύτερα οφέλη για μερικούς ασθενείς.

### Ακουστικά με τη χρήση της νανοτεχνολογίας

Μια πρόκληση που είχαν να αντιμετωπίσουν οι χρήστες ακουστικών βαρηκοΐας ήταν η ανθεκτικότητα των ακουστικών στην υγρασία, τη σκόνη και το νερό[20]. Όλοι αυτοί οι παράγοντες δημιουργούσαν προβλήματα στους χρήστες ακουστικών καθώς απαιτούνταν η τακτική και προσεκτική συντήρησή τους. Η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στα ακουστικά βαρηκοΐας βοήθησε στο να αντιμετωπιστεί με επιτυχία αυτή η δυσκολία καθώς δημιουργήθηκαν τα ακουστικά





που είναι θωρακισμένα στο νερό, τη σκόνη και την υγρασία. Έτσι οι χρήστες ακουστικών μπορούν πλέον να απολαμβάνουν καθημερινά τις αγαπημένες τους δραστηριότητες χωρίς να ανησυχούν για τα ακουστικά τους. Παράλληλα τα νέα ακουστικά προσφέρουν εξαιρετική ποιότητα ήχου ακόμα και σε δύσκολες συνθήκες ή σε περιβάλλον με θόρυβο. Τέλος εκτός από την θωράκιση στο νερό τα σύγχρονα ακουστικά έχουν εξαλείψει και τα ανεπιθύμητα σφουρίγματα.



Εικόνα 33: Ακουστικά με τη χρήση της νανοτεχνολογίας

### ➤ Wearables στην Δερματολογία

Σοβαρά προβλήματα υγείας προκύπτουν και από την αλόγιστη έκθεση στον ήλιο, τα οποία δεν αφορούν μόνο τις αθώες δερματοπάθειες, τις ρυτίδες, τα εγκαύματα και τις φωτοδερματοπάθειες αλλά τη φωτογήρανση, την ανοσοκαταστολή, τη φωτοκαρκινογένεση. Η επιπόλαια αντιμετώπιση των κινδύνων από την υπερβολική έκθεση στον ήλιο έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συχνότητας των κρουσμάτων καρκίνου του δέρματος κατά 8-10% κάθε χρόνο. Ο κίνδυνος είναι αθροιστικός, δηλαδή προηγούμενη έκθεση στην ακτινοβολία δεν παραγράφεται αλλά προστίθεται στον οργανισμό, με αποτέλεσμα μακροχρόνια να καταλήγει σε καρκίνο. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε ένα καινοτόμο wearable (**My UV Patch**) της La Roche-Posay που μας προστατεύει από την υπερέκθεση της ηλιακής ακτινοβολίας[21].

### **Τι είναι το My UV Patch;**

Το My UV Patch είναι μια καινοτόμα, εύκαμπτη τεχνολογία σε μορφή αυτοκόλλητου και σχήμα καρδιάς. Αποτελείται από φωτοευαίσθητες χρωστικές, που αλλάζουν χρώμα όταν εκτίθενται στις ακτίνες UV. Με την εφαρμογή My UV Patch που υπάρχει στο smartphone ή tablet, μπορεί να μετρήσει την έκθεση του χρήστη στην ακτινοβολία UV, μέσω ενός έξυπνου αλγόριθμου λαμβάνει υπόψη το προσωπικό προφίλ, την τοποθεσία και την ατομική συμπεριφορά και παρέχει χρήσιμες πληροφορίες στο χρήστη για να προστατευτεί από τον ήλιο. Σε αντίθεση με αλλά wearables, είναι εξαιρετικά λεπτό, εξαιρετικά ανθεκτικό στο νερό και



κατάλληλο για το ευαίσθητο δέρμα. Μπορεί να εφαρμοστεί στο σώμα του χρήστη μέχρι 6 ημέρες.

### Τρόπος λειτουργίας του My UV Patch

1. Ο χρήστης εγκαθιστά την εφαρμογή «My UV Patch» σε κινητό ή tablet
2. Εφαρμόζει το patch σε μια περιοχή του σώματος που είναι εκτεθειμένη στον ήλιο.
3. Φτιάχνει το προφίλ του. Μπορεί να έχει πάνω από ένα προφίλ σε μια συσκευή.
4. Σκανάρει το patch.
5. Λαμβάνει σε πραγματικό χρόνο συμβουλές και ειδοποιήσεις για την προστασία του.



Εικόνα 34:Wearable My UV Patch αντηλιακής προστασίας

#### ➤ Wearable εγκυμοσύνης

Πρόκειται για wearables συσκευές σχεδιασμένες για να παρακολουθούν τις συσπάσεις της εγκύου σε πραγματικό χρόνο και να στέλνουν δεδομένα της εγκυμοσύνης σε ένα app στο smartphone του χρήστη. Χρησιμεύει ως μια έγκυρη δεύτερη γνώμη για τις έγκυες γυναίκες που αντιμετωπίζουν συσπάσεις κατά τη διάρκεια του τρίτου τριμήνου της εγκυμοσύνης τους.

Το wearable της Bloomlife είναι ένας επαναχρησιμοποιήσιμος αισθητήρας που εφαρμόζεται σε ένα patch μιας χρήσης[22]. Το patch διαθέτει ηλεκτρόδια που μετρούν την ηλεκτροδιέγερση της μήτρας. Το αρχείο καταγραφής δεδομένων δίνει



επίσης στις γυναίκες ένα σαφέστερο τρόπο για να συζητήσουν λεπτομέρειες της εγκυμοσύνης με τους γιατρούς τους.



Εικόνα 35:Wearable\_εγκυμοσύνης Bloomlife

➤ Wearables για προβλήματα της σπονδυλικής στήλης

Οι επιπτώσεις της καθιστικής ζωής στην υγεία μας αυξάνονται διαρκώς. Περισσότερο από το 80% των ανθρώπων πάσχουν από προβλήματα της σπονδυλικής στήλης όπως πόνο στην πλάτη στον αυχένα κλπ. Υπολογιστές, smartphones, tablet και άλλα καθημερινά gadget δεν βοηθούν στην σωστή στάση του σώματος και προκαλούνται πόνοι σε διάφορα σημεία. Για την βελτίωση της στάσης του σώματος αλλά και την θεραπεία του από τους αυχενικούς πόνους, η τεχνολογία δημιούργησε wearables ειδικά κατασκευασμένα για την βελτίωση των κακώσεων που προκαλούνται από τις κυρτώσεις της σπονδυλικής στήλης.

Στο εμπόριο υπάρχουν wearables όπως η συσκευή Menics, που ελέγχει τη στάση του σώματος, παρακολουθεί την καθημερινή δραστηριότητα και βοηθά στη βελτίωση της υγείας του χρήστη με έξυπνες συμβουλές[23].



Εικόνα 36: Συσκευή Mevics

### Περιγραφή λειτουργίας του συστήματος Mevics

Πρόκειται για μια συσκευή που παρακολουθεί τη στάση του σώματος και τις καθημερινές δραστηριότητες του χρήστη. Με τη βοήθεια ειδικών αισθητήρων όπως το γυροσκόπιο και το επιταχυνσιόμετρο, η συσκευή ανιχνεύει τη στάση του σώματος όπως κύρτωση και μέσω μικρών δονήσεων μας ειδοποιεί για να τη βελτιώσουμε. Όλα τα δεδομένα της συσκευής μεταφέρονται στην εφαρμογή Mevics του smartphone του χρήστη, με τη μορφή προσβάσιμων και κατανοητών στατιστικών στοιχείων.

Με τη βοήθεια μαθηματικών αλγορίθμων η συσκευή μπορεί να υπολογίσει τον αριθμό των βημάτων που έχουμε διανύσει, τις θερμίδες που κάναμε καθώς και το είδος της δραστηριότητας που εκτελούμε.



Εικόνα 37: Πλακέτα τυπωμένου κυκλώματος της συσκευής Mevics



### ➤ Wearables συσκευές για ανθρώπους με προβλήματα όρασης.

Οι επιστήμονες του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Μασαχουσέτης, κατασκεύασαν ένα «έξυπνο δαχτυλίδι», το οποίο μετατρέπει το κείμενο σε ήχο. Μια συσκευή που συμβάλει στην καλύτερη ποιότητα ζωής των ατόμων με απώλεια της όρασης. Το «έξυπνο» δαχτυλίδι διαθέτει μια μικροκάμερα, καθώς επίσης και αισθητήρες, οι οποίοι καταγράφουν το κείμενο από ένα βιβλίο ή τάμπλετ, με την κίνηση του δαχτύλου του χρήστη πάνω στο κείμενο. Εν συνεχεία η συσκευή αυτή δίνει φωνή στο περιεχόμενο, λειτουργώντας κατά αυτό τον τρόπο ως ένας εναλλακτικός κώδικας Μπράιγ!



Εικόνα 38:Συσκευή Finger Reader

Το Finger Reader βασίζεται σε ένα ειδικό λογισμικό, που καταγράφει τις κινήσεις του δάχτυλου, εντοπίζει τις γραμμένες λέξεις και τις επεξεργάζεται, έτσι ώστε να τις μετατρέψει σε λόγο[24]. Ειδικοί αισθητήρες δόνησης προειδοποιούν τον τυφλό, όταν τα δάχτυλά του ξεφεύγουν από το γραπτό κείμενο, οπότε πρέπει να τα επαναφέρει στη σωστή θέση.

Σκοπός των ερευνητών δεν είναι να καταργήσουν τη γραφή Μπράιγ για τυφλούς, αλλά να τους δώσουν νέες δυνατότητες, να διαβάσουν κείμενα που μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν διαθέσιμα στην εν λόγω γραφή.

### ➤ Wearables στην Ψυχολογία

Το άγχος και το στρες των σύγχρονων ρυθμών ζωής επηρεάζουν αρνητικά την υγεία του ανθρώπου. Έχει αποδειχθεί ότι τα αρνητικά συναισθήματα που βιώνουμε στην καθημερινότητά μας, όπως είναι το άγχος, η θλίψη και ο θυμός έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη σωματική και ψυχική υγεία. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην Αμερική, μια χώρα 300 εκ. κατοίκων, συνταγογραφούνται κάθε χρόνο 273 εκατομμύρια συνταγές για αντικαταθλιπτικά φάρμακα, ενώ το 22% των ανθρώπων πιστεύει ότι πάσχει από κάποια μορφή κατάθλιψη. Παράλληλα, η κακή ψυχολογική κατάσταση και το άγχος μπορεί να προκαλέσουν και να επιδεινώσουν θέματα υγείας. Πέρα όμως



από τη μακροζωία, είναι σημαντική η επίπτωση αυτών των αρνητικών συναισθημάτων στην ποιότητα της ζωής, αφού επηρεάζουν αρνητικά τις διαπροσωπικές σχέσεις, τη σεξουαλική ζωή, και την επαγγελματική επιτυχία

Η τεχνολογία συμβάλλει θετικά στην αντιμετώπιση των αρνητικών συναισθημάτων δημιουργώντας συσκευές που αναγνωρίζουν τα ανθρώπινα συναισθήματα. Μια τέτοια συσκευή είναι το βραχιόλι Feel κατασκευασμένο από Έλληνες Μηχανικούς[25].

Το Feel είναι το πρώτο έξυπνο βραχιόλι που αναγνωρίζει αυτόματα τα ανθρώπινα συναισθήματα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, και προσφέρει συμβουλές για ψυχική ευεξία. Οι ενσωματωμένοι αισθητήρες στο βραχιόλι καταγράφουν μια σειρά βιοσημάτων από τον καρπό του χρήστη, όπως τον καρδιακό παλμό, τη θερμοκρασία και την εφίδρωση, ενώ στο παρασκήνιο, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης αναγνωρίζουν τη συναισθηματική του κατάσταση. Παράλληλα, η εφαρμογή του Feel στο κινητό λειτουργεί σαν ένα συναισθηματικό ημερολόγιο για το χρήστη, που του δείχνει πώς ένιωσε μέσα στην ημέρα, τον βοηθάει να διακρίνει συναισθηματικά μοτίβα, και του παρέχει προσωποποιημένες συμβουλές για να βελτιώσει τις συναισθηματικές του συνήθειες. Επιπλέον, η εφαρμογή σχεδιάζει ένα ολοκληρωμένο προσωπικό πρόγραμμα, βασισμένο στις αρχές της ψυχολογίας, που θα οδηγεί το χρήστη από τα αρνητικά συναισθήματα στα θετικά.



Εικόνα 39:Βραχιόλι συναισθημάτων Feel

### ➤ Wearables για την καταπολέμηση της παχυσαρκίας.

Η παχυσαρκία έχει λάβει τις τελευταίες δεκαετίες διαστάσεις επιδημίας. Το παράδοξο είναι πως, τουλάχιστον μέχρι τώρα, στη συνείδηση του κοινού είναι περισσότερο αντιληπτή ως πρόβλημα αισθητικής φύσης. Η πραγματικότητα όμως είναι πως η



παχυσαρκία δημιουργεί πολλά προβλήματα στην υγεία και την κοινωνική ζωή, καθώς και οικονομική επιβάρυνση στα συστήματα υγείας.

Σύμφωνα με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, η συχνότητα της παχυσαρκίας παγκοσμίως έχει σχεδόν διπλασιαστεί από το 1980. Το 2008, πάνω από 1,4 δισεκατομμύρια ενήλικες άνω των 20 ετών ήταν υπέρβαροι, εκ των οποίων πάνω από 200 εκατομμύρια άνδρες και σχεδόν 300 εκατομμύρια γυναίκες ήταν παχύσαρκοι. Περισσότερο από 10% του ενήλικου πληθυσμού παγκοσμίως ήταν παχύσαρκοι. Πάνω από 40 εκατομμύρια παιδιά, κάτω των 5 ετών, ήταν υπέρβαρα το 2011.

Ένας στους δώδεκα ενήλικες στη Δυτική Ευρώπη χρησιμοποιεί wearable τεχνολογία για να υποστηρίξει και να αλλάξει τη συμπεριφορά της υγείας του. Είναι σαφές λοιπόν, ότι η τεχνολογία είναι αρκετά ώριμη σήμερα για να χρησιμοποιηθεί στην κλινική πρακτική για τους ασθενείς που προσπαθούν να διαχειριστούν το σωματικό βάρος τους. Η φορητή τεχνολογία έχει εξελιχθεί αρκετά ώστε να προσφέρει λύση σε θέματα παχυσαρκίας. Στο πλαίσιο του στηριζόμενου από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή προγράμματος DAPHNE, αναπτύχθηκε υλικό και λογισμικό που επιτρέπει στους επιστήμονες να παρακολουθούν τη σωματική άσκηση, την ανάπαυση, το στρες και τη διατροφή των ασθενών, στο διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των ιατρικών επισκέψεων[26].

### Λογισμικό πρόγραμμα DAPHNE

Το λογισμικό του προγράμματος DAPHNE παρέχει μοντέλα συλλογής δεδομένων και ευφυείς αλγορίθμους που αναγνωρίζουν τη συμπεριφορά του ασθενούς και σχετίζονται με τη διαχείριση του βάρους. Σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε με βάση μικροαισθητήρες και μπορεί να εφαρμοστεί και σε smartphone τηλέφωνα τα οποία θα συλλέγουν στοιχεία για τη φυσική δραστηριότητα αλλά και διατροφικές πληροφορίες. Χρησιμοποιεί τεχνολογία Cloud που προσφέρει στοιχεία σε ασθενείς και επαγγελματίες υγείας μέσα σε ένα ψηφιακό περιβάλλον απολύτως ασφαλές και προστατευμένο.

Στο πρόγραμμα DAPHNE οι εμπειρογνώμονες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής εντόπισαν τα πλεονεκτήματα αλλά και τις αδυναμίες στη χρήση της wearable τεχνολογίας για τη διαχείριση του βάρους. Ενώ σε ότι αφορά τη σωματική δραστηριότητα λειτουργεί πολύ εύκολα και τη διαχειρίζεται επίσης εύκολα ο ασθενής, ωστόσο στο διατροφικό σκέλος η εφαρμογή DAPHNE ζητά από το χρήστη να εντοπίσει τα τρόφιμα που έχει καταναλώσει και το ποσό της κάθε τροφής. Η εξεύρεση της σωστής περιγραφής μπορεί να είναι κουραστική και σύνθετα τρόφιμα, όπως μία πίτσα ή ανάμεικτη σαλάτα, είναι δύσκολο να κωδικοποιηθούν.

Αυτό όμως προς το παρόν γιατί στο μέλλον, μπορεί να είναι αρκετή για να καταγράψει τον αριθμό των σνακς, τα γλυκά, τα ποτά, τα φρούτα ή τα λαχανικά που κατανάλωσε ο χρήστης και έτσι να παρακολουθεί τις τάσεις τους



### 3.2 Εφαρμογές των wearables στον Αθλητισμό

Η τεχνολογία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον Αθλητισμό. Η ανάπτυξη των φορέσιμων συσκευών βοηθάει στην βελτίωση των επιδόσεων του αθλητή αλλά και στη πρόληψη ατυχημάτων. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην αντικατάσταση των ογκωδών έξυπνων ενδυμάτων, με τη χρήση μικρών και διακριτικών συσκευών όπως smartbands και smartwatches. Οι wearables συσκευές συμβάλλουν σαν εργομετρικά τεστ για την επίδοση των Αθλητών.

#### 3.2.1 Η συμβολή των wearables στα εργομετρικά τεστ των αθλητών

Η έννοια εργομετρικός έλεγχος ή αξιολόγηση αθλητικής απόδοσης μπορεί να είναι σε κάποιους κάτι καινούργιο ή κάτι νέο, παρόλα αυτά εδώ και αρκετά χρόνια η επιστημονική αξιολόγηση αθλητικής απόδοσης έχει μπει στην ζωή μας.

Η μέτρηση κάποιων παραμέτρων που αξιολογούν τη φυσική κατάσταση ήταν πριν από μερικά χρόνια προνόμιο των επαγγελματιών αθλητών. Πλέον πολλές ακαδημίες και προπονητές με την ενημέρωση που υπάρχει μέσω (διαδικτύου , περιοδικών , βιβλίων, κλπ) έχουν πειστεί για την χρησιμότητα αυτών των μετρήσεων.

Ενας εργομετρικός έλεγχος θεωρείται απαραίτητος και ιδιαίτερα χρήσιμος για τον καρτισμό του προπονητικού προγράμματος και τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης για τον αθλητή. Η φυσική κατάσταση, η πρόσληψη οξυγόνου από τον αθλητή και η συγκέντρωση γαλακτικού οξέως στο αίμα του, είναι μερικοί από τους δείκτες ενός εργομετρικού ελέγχου.

Δεδομένου ότι υπάρχει ένα πλήθος παραμέτρων που εκφράζουν το επίπεδο της αθλητικής προετοιμασίας και η ετοιμότητας όπως ( η αλτικότητα , η διαφορά ανάμεσα στα πόδια , η αξιολόγηση της ταχύτητας και η ανάλυση της σωματικής σύστασης για τον έλεγχο της μυϊκής μάζας ) που ορίζουν την ικανότητα του αθλητή στην επίδοση των αθλημάτων.

Για το σκοπό αυτό η τεχνολογία κατασκεύασε wearables τα οποία καλύπτουν ένα μέρος των παραπάνω παραμέτρων της εργομετρίας όπως η μέτρηση του καρδιακού ρυθμού, τα επίπεδα του οξυγόνου αλλά και η φυσική κατάσταση του αθλητή.

#### 3.2.2 Είδη των wearables στον Αθλητισμό

##### ➤ Έξυπνα ενδύματα στον Αθλητισμό

Τα πρώτα αθλητικά wearables ήταν τα έξυπνα ενδύματα, τα ρούχα δηλαδή που έλεγχαν την φυσική κατάσταση του αθλητή μέσω ειδικών αισθητηρίων που τοποθετούνταν πάνω στα ρούχα. Ένα τέτοιο wearable είναι και το Wealthy jacket (Φορετό Σύστημα Παρακολούθησης Υγείας)", που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου Wealthy, με συγχρηματοδότηση από το 5ο Πρόγραμμα Πλαίσιο για την Έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Πρόγραμμα "Τεχνολογίες της Κοινωνίας της Πληροφορίας (IST)"), έχει ήδη αποσπάσει διακρίσεις σε σημαντικές διεθνείς εκδηλώσεις όπως η Διευρωπαϊκή Σύνοδος Κορυφής για την Υγεία e-health 2005 και

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



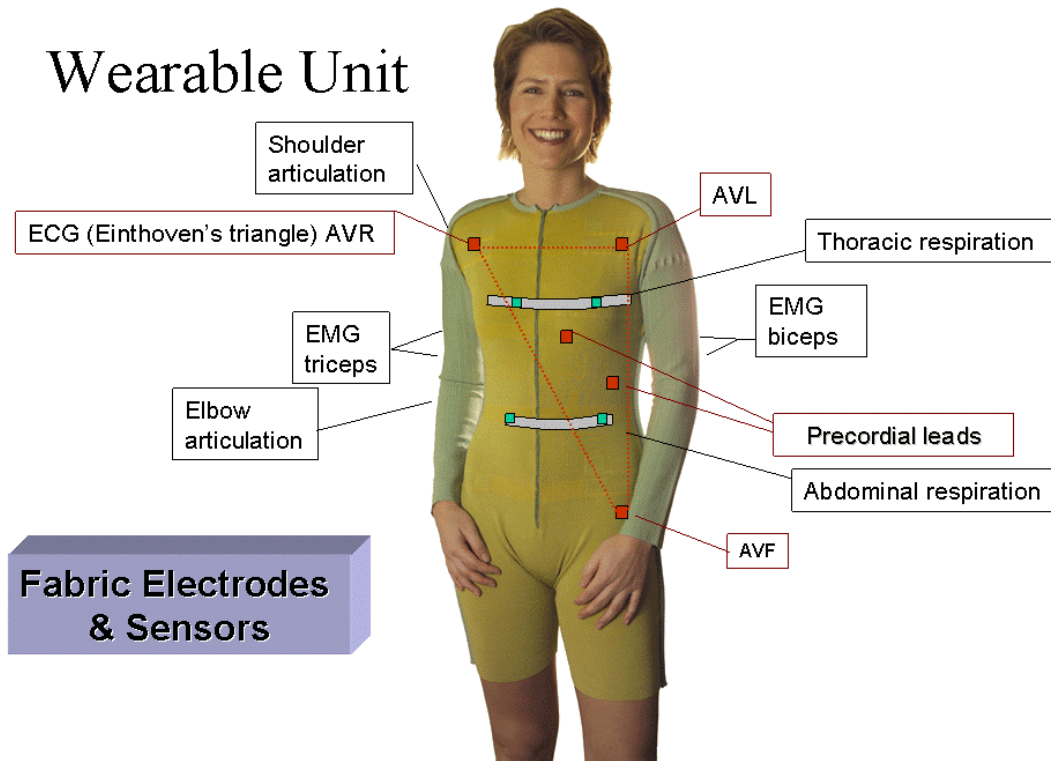


η Διεθνής Εμπορική Έκθεση Καινοτόμων Προϊόντων Ενδυμασίας Techtextil & Avantex 2005.

### Λειτουργία του Wealthy Jacket

Η λειτουργία του Wealthy jacket βασίζεται σε «έξυπνους αισθητήρες», οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι στις ίνες και στα νήματα του ενδύματος, καθώς και σε τεχνολογίες επεξεργασίας σήματος και ασύρματα δίκτυα τρίτης γενιάς 3G[27].

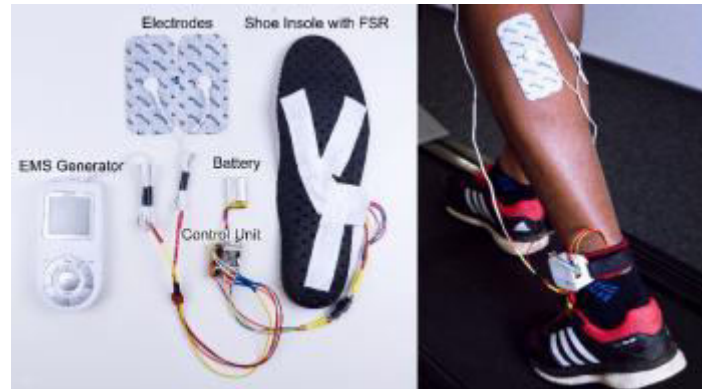
Συγκεκριμένα, όταν ο χρήστης φοράει το Wealthy jacket, παρακολουθούνται ταυτόχρονα σήματα των ζωτικών λειτουργιών του οργανισμού, όπως καρδιακοί παλμοί, ρυθμός αναπνοής, κίνηση και στάση, θερμοκρασία και οξυμετρία, τα οποία δίνουν πληροφορίες στους αισθητήρες για τις φυσικές λειτουργίες του ατόμου (ηρεμία, δράση, άσκηση, κρίση, κ.λπ.). Στη συνέχεια, τα αντίστοιχα μηνύματα μεταβιβάζονται στη φορητή μονάδα επεξεργασίας και μετάδοσης σημάτων. Τα σήματα συγκεντρώνονται στο λογισμικό διαχείρισης, όπου γίνεται η ανάλυση και ερμηνεία τους, προβλέπονται συμβάντα και εκδίδονται ειδοποιητήρια μηνύματα (alert messages), συνοπτικοί πίνακες για την κατάσταση του χρήστη και γραφικές παραστάσεις που καταχωρούνται στον Ηλεκτρονικό Φάκελο του αθλητή αλλά και του ασθενή για την παρακολούθηση της υγείας του σε βάθος χρόνου. Το Wealthy jacket μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατ' οίκον νοσηλεία, ασθενείς με χρόνια νοσήματα, αλλά και για τη μελέτη αθλητικών επιδόσεων, κ.λπ.



Εικόνα 40: Ένδυμα παρακολούθησης υγείας Wealthy Jacket

- Wearable υποδήματα καταγραφής αθλητικής δραστηριότητας.

Εκτός από τα έξυπνα ενδύματα η Αθλητική τεχνολογία κατασκεύασε έξυπνα υποδήματα καταγραφής αθλητικής δραστηριότητας όπως το FootStriker , μια καινοτόμο τεχνολογία που βοηθάει τους χρήστες να τρέχουν σωστά χωρίς τραυματισμούς[28].



Εικόνα 43:Τεχνολογικά εξαρτήματα του FootStriker

### Λειτουργία του FootStriker:

Το FootStriker χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα πίεσης που τοποθετείται στο εσωτερικό του πάτου του παπουτσιού. Κάθε φορά που ο δρομέας πάει να πατήσει λάθος με το πίσω μέρος του ποδιού του πρώτα, μεταδίδεται ένα σήμα σε ένα επίθεμα που έχει προσκολληθεί στο πίσω μέρος της γάμπας. Αυτό στέλνει μια μικρή δόση ηλεκτρισμού, με αποτέλεσμα οι μύες να ενεργοποιούνται, ώστε να διορθώσουν τη θέση του ποδιού στο επόμενο βήμα και το πόδι να πατήσει πρώτα με το μπροστινό μέρος του.

Η συσκευή δοκιμάστηκε σε έξι ανθρώπους που έτρεξαν αρχικά μια απόσταση ενός χιλιομέτρου χωρίς το FootStriker και στη συνέχεια άλλα τρία χιλιόμετρα με τη συσκευή ενεργοποιημένη.

Στο πρώτο τμήμα του πειράματος (χωρίς το FootStriker) οι δρομείς πατούσαν λανθασμένα πρώτα τη φτέρνα του στο 95% κατά μέσο όρο του δρόμου. Αλλά όταν άρχισαν τα μίνι-ηλεκτροσόκ, το ποσοστό λάθους τρεξίματος έπεσε δραστικά στο 16%. Μάλιστα, όταν οι δρομείς έτρεξαν ένα τελευταίο πέμπτο χιλιόμετρο, με το FootStriker ξανά εκτός λειτουργίας, το ποσοστό λάθους βηματισμού είχε μειωθεί κι άλλο στο 8%, πράγμα που σημαίνει ότι είχαν πλέον μάθει να τρέχουν πιο σωστά. Επίσης, ακόμη κι όταν οι δρομείς φορούσαν τη συσκευή μόνο στο ένα πόδι, η βελτίωση υπήρχε και στα δύο πόδια.

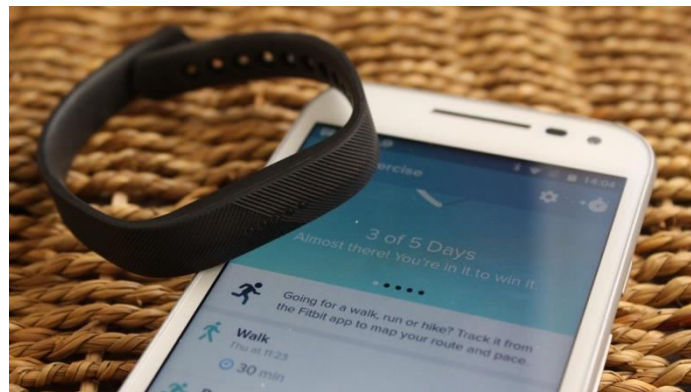
- Wearable βραχιόλι μέτρησης φυσικής δραστηριότητας

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στο χώρο των wearables οδήγησε στη κατασκευή και χρήση διακριτικών συσκευών παρακολούθησης φυσικής δραστηριότητας όπως τα βραχιόλια. Ένα από τα πιο δημοφιλή βραχιόλια φορετής παρακολούθησης είναι το



βραχιόλι Fitbit Flex 2[29]. Αν και υπάρχουν στην αγορά διάφορα wearables και fitness trackers, τα οποία θεωρητικά είναι αδιάβροχα, αλλά θα πρέπει να σημειωθεί ότι ελάχιστα είναι κατάλληλα για κολύμβηση.

Το Fitbit Flex 2 απέχει πολύ από την εποχή που τα wearables δεν μετρούσαν σωστά τις δραστηριότητες σας ή δεν ήταν συμβατά με το λογισμικό των συσκευών όπως για παράδειγμα των κινητών τηλεφώνων.



Εικόνα 41: Βραχιόλι Fitbit Flex 2

### Λειτουργίες Fitbit Flex 2

- Ειδοποίηση εισερχόμενων κλήσεων και μηνυμάτων του κινητού: Οι φωτεινές ενδείξεις των πέντε led της συσκευής δείχνουν διάφορα πράγματα, από το ποσοστό του ημερήσιου στόχου που έχει καλύψει ο χρήστης μέχρι τα μηνύματα και τις εισερχόμενες κλήσεις στο κινητό του. Η συσκευή δονείται και αναβοσβήνει κάθε φορά που έρχεται ένα μήνυμα ή έχετε εισερχόμενη κλήση ή email στο κινητό του χρήστη. Αυτή η επιλογή είναι ιδανική, καθώς ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ειδοποιείται όταν χτυπάει το τηλέφωνό του την ώρα της γυμναστικής, ακόμα και αν δεν το έχει κοντά του.
- Μέτρηση καρδιακών παλμών και οξυγόνου: Μέσω του αισθητήρα μέτρησης καρδιακών παλμών που διαθέτει η συσκευή ο χρήστης μπορεί να ενημερώνεται για την αρτηριακή του πίεση, τους παλμούς της καρδιάς του αλλά και για τα επίπεδα του οξυγόνου.
- Μέτρηση θερμίδων και βημάτων: Μπορεί να μετράει τα βήματα, τις θερμίδες που καταναλώνει και τα λεπτά που πραγματοποιείται έντονη άσκηση.
- Μετρήσεις σχετικές με την ποιότητα ύπνου. Η εφαρμογή δεν καταγράφει απλώς πόσες ώρες κοιμήθηκε ο χρήστης, αλλά και αν πέρασε κάποια διαστήματα κατά τη διάρκεια της νύχτας που δεν κοιμόταν καθώς και άλλα στοιχεία. Έτσι έχει μια συνολική εικόνα για την ποιότητα του ύπνου, πόσες ώρες κοιμάται κατά μέσο όρο, πόσο βαθιά κλπ. Το Fitbit Flex 2 είχε ειδικό σύστημα στο software και στο hardware και μπορεί με ακρίβεια να καταλάβει πότε χρήστης κοιμάται. Ξεκινά να καταγράφει από τη στιγμή που ξαπλώνει ο χρήστης και συνεχίζει να παίρνει μετρήσεις μέχρι την ώρα που θα ξυπνήσει.

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



- Αναγνώριση των δραστηριοτήτων : Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της συσκευής είναι η αναγνώριση των δραστηριοτήτων του χρήστη. Μπορεί να αναγνωρίσει την δραστηριότητα που εκτελείται όπως περπάτημα, τρέξιμο, βόλτα με το ποδήλατο, ελλειπτικό μηχάνημα, ποδόσφαιρο, τένις και άλλες δραστηριότητες.
- Καθορισμός στόχων: Μπορεί ο χρήστης να θέτει ως στόχο μια συγκεκριμένη δραστηριότητα και να ενημερώνεται όταν την έχει πραγματοποιήσει. Αν για παράδειγμα θέσει ως στόχο να κάνει καθημερινά 5000 βήματα τότε για κάθε 1000 βήματα θα ανάβει και ένα από τα πέντε led της συσκευής. Όταν ολοκληρώσει τα 5000 βήματα τότε θα ανάψουν και τα πέντε led ενώ παράλληλα η συσκευή θα αρχίσει να δονείται για να ειδοποιήσει το χρήστη ότι πέτυχε το στόχο του.

### Wearable για κολύμβηση

Η Samsung Electronics και η Speedo International βοηθούν τους κολυμβητές σε όλον τον κόσμο να παρακολουθούν την προπόνησή τους, μέσω πρόσβασης στην πλατφόρμα κολύμβησης Speedo On. Η εφαρμογή παρακολούθησης κολύμβησης Speedo On διατίθεται στο νέο Samsung Gear Sport και στο Gear Fit2 Pro[30]. Και οι δυο συσκευές είναι πιστοποιημένες για ανθεκτικότητα στο νερό έως και 50 μέτρα.

Η εφαρμογή παρακολούθησης Speedo On καταγράφει τις βασικές μετρήσεις κολύμβησης, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού και του χρόνου των γύρων και του τύπου κολύμβησης, ώστε οι επιδόσεις της προπόνησης να παρακολουθούνται εύκολα και να ενσωματώνονται στους προσωπικούς στόχους φυσικής κατάστασης. Το Gear Sport είναι ένα κομψό και μοντέρνο smartwatch με καινοτόμα χαρακτηριστικά, ενώ το Gear Fit2 Pro είναι ένα ολοκαίνουριο εργονομικό fitness band με συνεχή παρακολούθηση του καρδιακού παλμού και με GPS. Τα δεδομένα από την Speedo On είναι επίσης συμβατά με το Samsung Health, την ολοκληρωμένη πλατφόρμα παρακολούθησης της Samsung για τη φυσική κατάσταση, ώστε να παρέχουν μια ευρύτερη εικόνα πληροφοριών υγείας και ευεξίας.



Εικόνα 42 :Ρολόι κολύμβησης Gear Sport

### Χαρακτηριστικά του Gear Sport

Το Gear Sport είναι κομψό αλλά και πρακτικό, διαθέτει μινιμαλιστική κυκλική στεφάνη, με " Super AMOLED 1.2" οθόνη και ενισχυμένη εμπειρία χρήσης, καθιστώντας εύκολη την προβολή πληροφοριών ακόμα και εν κινήσει. Οι χρήστες μπορούν να επιτύχουν στόχους υγείας και ευεξίας, καθώς και να λαμβάνουν ειδοποιήσεις για τη διαχείριση της διατροφής και προτεινόμενες δραστηριότητες, ακόμα και όταν είναι offline.

Σχεδιασμένο με υψηλό επίπεδο αντοχής, το Gear Sport μπορεί να ανταπεξέλθει σε να ευρύ φάσμα περιστάσεων. Είναι ιδανικό για κάθε περίπτωση, από το γυμναστήριο έως μία νυχτερινή έξοδο με φίλους. Το Gear Sport περιλαμβάνει τις βασικές λειτουργίες των Gear:

- Ελέγχει τις Samsung IoT συσκευές μέσω του Samsung Connect
- Λειτουργεί ως χειριστήριο, είτε πρόκειται για μία παρουσίαση PowerPoint ή για το Samsung Gear VR
- Χρησιμοποιείται για πληρωμές προϊόντων με μία κίνηση του καρπού μέσω του SamsungPay (NFC μόνο).

### Χαρακτηριστικά του Gear Fit2 Pro

Το νέο Samsung Gear Fit2 Pro διαθέτει την προεγκατεστημένη εφαρμογή παρακολούθησης Speedo On, η οποία τροφοδοτείται από τον εξειδικευμένο αλγόριθμο της Speedo για μέγιστη ακρίβεια και απρόσκοπτη μεταφορά δεδομένων στην πλατφόρμα Speedo On στο διαδίκτυο. Κατασκευασμένη για κολυμβητές που

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



ενδιαφέρονται για τα δεδομένα της φυσικής τους κατάστασης, η διαδραστική πλατφόρμα παρακολούθησης κολύμβησης λειτουργεί ως πολύτιμος συνεργάτης κατά την προπόνηση. Προσφέρει ανάλυση της κολύμβησης του χρήστη και παρακολουθεί την πρόοδό του σε σχέση με τους στόχους για τη φυσική κατάστασή του. Επιπλέον, περιλαμβάνει πρόσθετα προπονητικά προγράμματα, και συμβουλές που δημιουργήθηκαν από ορισμένους από τους καλύτερους προπονητές και αθλητές του κόσμου, προσαρμοσμένες στις ανάγκες του. Η Speedo On δίνει, επίσης, μια κοινωνική διάσταση στο κολύμπι, επιτρέποντάς στο χρήστη να παρακολουθεί άλλους κολυμβητές, να συμμετέχει σε αγώνες και να μοιράζεται τα κατορθώματά του. Και στις δύο συσκευές, η εφαρμογή Speedo On επιτρέπει στους κολυμβητές να ολοκληρώνουν προκριματικούς αγώνες και να κρατούν το SWOLF σκορ τους (έναν τρόπο μέτρησης αποτελεσματικότητας της κολύμβησης).



Εικόνα 44: Samsung Gear Fit2 Pro

- Ασύρματα ακουστικά καταγραφής αθλητικής δραστηριότητας

Η πρόοδος της Αθλητικής Βιομηχανίας στο κλάδο των wearables είχε ως αποτέλεσμα τη χρήση ασύρματων ακουστικών όπως τα ακουστικά IconX, κάνοντας την προπόνηση των αθλητών πιο ευχάριστη και πιο αποδοτική[31].

Τα ασύρματα ακουστικά IconX επιτρέπουν στους καταναλωτές να ακούν άνετα την αγαπημένη τους μουσική – κάνοντας την καθημερινή μετακίνηση πιο ευχάριστη ή την προπόνηση πιο αποδοτική. Μπορούν να απολαύσουν τη μουσική τόσο online όσο και offline, μεταφέροντας τραγούδια από ένα Samsung smartphone ή H/Y ή αποκτώντας πρόσβαση στα αγαπημένα τους κομμάτια μέσω σύνδεσης Bluetooth.



- Εικόνα 45: Ασύρματα ακουστικά IconX καταγραφής αθλητικής δραστηριότητας



Τα Gear IconX καταγράφουν αυτόματα τις προπονήσεις τρεξίματος και διαθέτουν αυτόνομη λειτουργία Running Coach που μπορεί να ενεργοποιηθεί, απλά αγγίζοντας το ακουστικό, ώστε να ακούσουν ηχητικές ειδοποιήσεις ασκήσεων – σε πραγματικό χρόνο και χωρίς τη συσκευή τηλεφώνου. Με μπαταρία γρήγορης φόρτισης και βελτιωμένη διάρκεια ζωής με δυνατότητα μέχρι και πέντε ώρες streaming και επτά ώρες αυτόνομης μουσικής καθώς και με εσωτερική μνήμη μέχρι και 4GB, οι καταναλωτές μπορούν να απολαμβάνουν μια ολοκληρωμένη και αυτόνομη μουσική εμπειρία.

### **Κεφάλαιο 4ο**

#### **Συμπεράσματα- Μελλοντικές βελτιστοποιήσεις**

Από τη μελέτη της παραπάνω εργασίας καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι χρήση των wearables τόσο στην Ιατρική όσο και στον Αθλητισμό παρέχουν επαρκή κάλυψη καθημερινών αναγκών του ανθρώπου, καθώς προσφέρουν λύσεις και εφαρμογές χωρίς την άμεση εποπτεία του ιατρού (όταν πρόκειται για προβλήματα ιατρικής φύσεως) ή του προπονητή( για περιπτώσεις που αφορούν την αθλητική δραστηριότητα των αθλητών).

Ευελπιστούμε ότι στο μέλλον η εξέλιξη των wearables θα παρέχει ακόμα μεγαλύτερη κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου με τη χρήση αξιόπιστων και ευέλικτων συσκευών.

#### **4.1 Μελλοντικές προτάσεις wearables συσκευών**

Από τη μελέτη της διατριβής συμπεράναμε ότι η τεχνολογία των wearables τόσο στην Ιατρική όσο και στον Αθλητισμό έχει συμβάλει θεαματικά στην κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου. Ωστόσο υπάρχουν συσκευές που φέρουν κάποιες βελτιστοποιήσεις ώστε να εξυπηρετούν περισσότερες ανάγκες. Παρακάτω αναφέρουμε ενδεικτικά ορισμένες προτάσεις και βελτιστοποιήσεις για την τεχνολογία των wearables συσκευών.

##### **➤ Wearable συσκευή για τη μέτρηση της χοληστερόλης**

Από μελέτες που έχουν δημοσιευθεί παρατηρήσαμε ότι το ποσοστό των ανθρώπων που παρουσιάζουν χοληστερόλη, και τείνουν να κινδυνεύουν από διάφορα νοσήματα, είναι τεράστιο. Ήδη ο μισός ελληνικός πληθυσμός πάσχει από " κακή" LDL χοληστερόλη και το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού να βρίσκεται σε πλήρη άγνοια. Για το λόγο αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας ειδικών συσκευών





μέτρησης των επιπέδων της χοληστερόλης στο αίμα. Όπως υπάρχουν συσκευές που ανιχνεύουν τη συγκέντρωση της γλυκόζης τόσο στο αίμα όσο και στον ιδρώτα, εξίσου προτείνουμε τη δημιουργία συσκευών που να ανιχνεύουν τη συγκέντρωση της χοληστερόλης στο αίμα. Γνωρίζοντας ότι για ένα υγιή άτομο η τιμή αναφοράς για την ολική χοληστερόλη δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 160mg/dL, μπορούμε με τη χρήση ειδικών αλγορίθμων και αισθητηρίων να υπολογίζουμε το ποσοστό της χοληστερόλης. Η συσκευή αυτή θα βοηθήσει όχι μόνο τους ανθρώπους που πάσχουν από προβλήματα παχυσαρκίας αλλά και ανθρώπους που πάσχουν από διάφορα κληρονομικά νοσήματα.

### ➤ **Γυαλιά που ανιχνεύουν την πίεση των ματιών**

Μιλώντας για wearable γυαλιά οι περισσότεροι σκεφτόμαστε τα γυαλιά της Google τα οποία συμβάλλουν κυρίως στην ψυχαγωγία του ανθρώπου. Σκοπός της διατριβής δεν είναι μόνο η μελέτη των ήδη υπάρχοντων wearables αλλά και οι προτάσεις για βελτιστοποίηση. Οι περισσότεροι άνθρωποι ανησυχούν για την αρτηριακή τους πίεση, λίγοι όμως είναι αυτοί που ελέγχουν την πίεση των ματιών.

Ο έλεγχος της οφθαλμικής πίεσης ωστόσο, είναι απαραίτητος καθώς αν ανέβει επικίνδυνα μπορεί να βλάψει την όραση.

Τα μάτια περιέχουν ένα υγρό που παράγεται και ρέει συνεχώς μέσα και έξω από αυτά. Η διακίνηση αυτού του υγρού, που δεν αποτελεί μέρος των δακρύων, δημιουργεί μια πίεση στο εσωτερικό του ματιού. Αν για κάποιο λόγο παρεμποδίζεται η παροχέτευση του υδατοειδούς αυτού υγρού, τότε αυτό συσσωρεύεται μέσα στο μάτι και η πίεση των ματιών ανεβαίνει. Η πρόοδος της τεχνολογίας μπορεί να διορθώσει το πρόβλημα αυτό με τη δημιουργία ειδικών γυαλιών που θα ανιχνεύουν την πίεση των ματιών μέσω ειδικών αισθητηρίων(ενσωμάτωση ειδικής κάμερας) που θα υπολογίζουν το πάχος του κερατοειδούς, δεδομένου ότι τα όρια της οφθαλμικής πίεσης είναι 10mmHg έως 21mmHg. Όλα τα δεδομένα θα αποστέλλονται στο smartphone του χρήστη, έτσι ώστε να υπάρχει ένας πλήρης καταγραφικός έλεγχος, προκειμένου ο θεράπων ιατρός του χρήστη να προβεί σε θεραπεία του ασθενούς αν κρίνει ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα.

### ➤ **Ακουστικό βίντεο-ωτοσκόπιο και καταγραφής ήχων(ακουσόγραμμα)**

Τα προβλήματα ακοής είναι πολύ συχνά. Μπορούν να εμφανιστούν σε οποιαδήποτε ηλικία αλλά με την αύξηση της ηλικίας παρουσιάζονται με μεγαλύτερη συχνότητα

Η ξαφνική απώλεια της ακοής είναι μία πάθηση στην οποία έχουμε, χωρίς ένα ευδιάκριτο αίτιο, μία μονόπλευρη νευροαισθητήρια βαρηκοΐα ή κώφωση. Ταυτόχρονα υπάρχουν βουητά (90%) ή ωτικό αίσθημα πίεσης (50%), καθώς και/ή υποκειμενική αίσθηση ιλίγγου (30%), όπως και/ή διπλοακουσία (25%). Από μελέτες που έχουν ολοκληρωθεί οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι αν η αιφνίδια απώλεια ακοής ανιχνευτεί σε πρώιμο στάδιο δηλαδή στα πρώτα δεκαπέντε λεπτά από τη στιγμή που εκδηλώθηκαν τα πρώτα συμπτώματα τότε ο ασθενής μπορεί να θεραπευτεί διαφορετικά η ασθένεια τον ακολουθεί σε όλη του την ζωή. Προτείνουμε τη δημιουργία ακουστικών τα οποία θα περιέχουν ενσωματωμένη κάμερα και ακουστικό (δηλαδή θα γίνεται καταγραφή της έντασης των ήχων του χρήστη),

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



έτσι ώστε οι ασθενείς που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές να μπορούν να αντιληφθούν το πρόβλημα εγκαίρως. Η χρήση της κάμερας θα λειτουργεί σαν ένα μικρό βίντεο-ωτοσκόπιο το οποίο θα καταγράφει και θα αποστέλλει στο smartphone του (χρήστη ή του ιατρού) το εσωτερικό του αυτιού. Αν για κάποιο λόγο παρατηρηθεί κάποια μόλυνση στο εσωτερικό του αυτιού, τότε ο γιατρός χορηγεί την κατάλληλη θεραπεία έτσι ώστε να αποτρέψει σοβαρές επιπλοκές .

### ➤ **Wearable υπερηχογράφημα εγκυμοσύνης**

Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφέραμε τη wearable συσκευή Bloomlife για εγκύους η οποία παρακολουθεί τις συσπάσεις της εγκύου σε πραγματικό χρόνο. Όπως αναφέραμε η συσκευή περιέχει ηλεκτρόδια τα οποία παρακολουθούν τις συσπάσεις και στέλνουν τα δεδομένα στην εφαρμογή που υπάρχει στο smartphone του χρήστη. Στην ίδια συσκευή προτείνουμε την χρήση υπερηχητικών κυμάτων έτσι ώστε να εμφανίζεται η εικόνα του εμβρύου.

Είναι γεγονός ότι οι συγκεκριμένες προτάσεις ακούγονται σαν σενάρια επιστημονικής φαντασίας. Η πρόσφατη εξέλιξη της τεχνολογίας έχει αποδείξει ακριβώς το αντίθετο . Πιστεύουμε στην πρόοδο της τεχνολογίας και ευελπιστούμε ότι στον μέλλον οι προτάσεις αυτές θα είναι πραγματοποιήσιμες.



## **Βιβλιογραφία**

- [1] 2017, Διπλωματική "Wearables With Internet of Things"- Μπέλτσος Λεωνίδας  
[2] <http://24h.com.cy/2014/05/25/i-istoria-tis-foretis-texnologias/>  
[3] Elgar, P. 2000 "Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου. Θεσσαλονίκη" Εκδόσεις Τζιόλα  
[4] <https://www.pneumonologos.net/faq-oxymetry>  
[5] 2015, Πτυχιακή " Σχεδίαση και ανάπτυξη πλατφόρμας για την μέτρηση , παρακολούθηση, διαχείριση και έλεγχο Βιοϊατρικών μετρήσεων ασθενών σε πραγματικό χρόνο και παρουσίαση στο διαδίκτυο ή σε άλλη εφαρμογή (smartphone / tablet)"- Κουντιούδη Γεωργία, Σκεπετζάκης Ιωάννης.  
[6] <https://www.medtronic-diabetes.gr/to-σύστημα-minimed/συνεχής-παρακολούθηση-γλυκόζης/guardian-real-time>  
[7] <https://support.apple.com/el-gr/HT204666>  
[8] 2011, Διπλωματική " Χρήση Βιοαισθητήρων στην Τηλεϊατρική"- Τσιμικλής Γεώργιος.  
[9] [http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Accelmeter/accel\\_gr.htm](http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Accelmeter/accel_gr.htm)  
[10] <https://physicsandroid.wordpress.com>  
[11] Δασυγένης, Μ., Σούντρης, Δ. 2015. " Αρχιτεκτονικές Ενσωματωμένων Συστημάτων" Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2250>  
[12] 2017, Διπλωματική "Internet of Things"- Παπασταθοπούλου Αλεξάνδρα  
[13] <https://el.wikipedia.org/wiki/NFC>  
[14] [www.alivecor.com/](http://www.alivecor.com/)  
[15] [http://www.incardiology.gr/pathiseis\\_alles/bimatodotes\\_apinidotes.html](http://www.incardiology.gr/pathiseis_alles/bimatodotes_apinidotes.html)  
[16] <http://www.freestylelibre.gr/freestyle-libre-sensor-kit-gr.html>  
[17] <https://www.indiegogo.com/projects/embrace-a-gorgeous-watch-designed-to-save-lives>  
[18] <https://www.techlicious.com/blog/temptraq-disposable-thermometer-patch-bluetooth/>  
[19] [www.givenimaging.com/en-int/Innovative-Solutions/Capsule-Endoscopy/](http://www.givenimaging.com/en-int/Innovative-Solutions/Capsule-Endoscopy/)  
[20] <https://www.akousticamedica.gr/tupoi-akoustikwn-varhkoias/>  
[21] <http://www.newsbeast.gr/woman/arthro/2718932/i-la-roche-posay-apokalipti-tin-proti-wearable-technologie-se-morfi-aftokollitou>  
[22] <https://techcrunch.com/2017/01/05/bloomlife-wearable-helps-pregnant-women-track-their-contractions/>  
[23] <https://mevics.com/product>



- [24] <http://fluid.media.mit.edu/projects/fingerreader>
- [25] [http://www.huffingtonpost.gr/2015/11/14/startupp-feel-vraxioli-suxaisthimata\\_n\\_8544370.html](http://www.huffingtonpost.gr/2015/11/14/startupp-feel-vraxioli-suxaisthimata_n_8544370.html)
- [26] <http://www.worldobesity.org/what-we-do/policy-prevention/projects/daphne/>
- [27] <http://archive.ekt.gr/content/display1a1a.html>
- [28] [http://www.pronews.gr/epistimes/tehnologia/573207\\_footstriker-mini-ilektrismos-sta-podia/](http://www.pronews.gr/epistimes/tehnologia/573207_footstriker-mini-ilektrismos-sta-podia/)
- [29] <https://laptopblog.gr/fitbit-flex-2/>
- [30] <http://www.samsung.com/global/galaxy/gear-sport/specs/>
- [31] <https://www.techpress.gr/index.php/archives/125114>



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: PROPOSAL**

**Πρόταση Μεταπτυχιακής Διατριβής**

1. **Όνομα Φοιτητή:** Βασιλική Γουρνάρη (αρ.μητρ. 45)
2. **Όνομα Επιβλέποντα Καθηγητή:** Δρ. Μιχάλης Παπουτσιδάκης
3. **Τίτλος Διατριβής:** (Ελληνικά/Αγγλικά)

**Μελέτη των νέων τάσεων στην χρήση των wearables για παρακολούθηση και καταγραφή βιομετρικών δεδομένων**

**A study of the new trends in the use of wearables for monitoring and recording biometric data**

**Περίληψη Διατριβής:**

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και οι απαιτήσεις της νέας αγοράς κυρίως στους τομείς της υγείας και του αθλητισμού, έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία φορητών συσκευών, τα επονομαζόμενα wearables. Ο όρος wearable στη τεχνολογία χρησιμοποιείται για να περιγράψει οποιοδήποτε προϊόν μιας τεχνολογίας που έχει κατασκευαστεί για να φοριέται από τους ανθρώπους ή τους καταναλωτές. Στη παρούσα διατριβή θα παρουσιαστεί η μελέτη και η εφαρμογή ενός wearable στον τομέα της υγείας και του αθλητισμού, με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής ή ψηφιακής τεχνολογίας. Στη συνέχεια, θα αναλυθούν τα μέρη και τα αισθητήρια που συντελούν ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό wearable. Το αντικείμενο της μελέτης εμπίπτει με το πρόγραμμα μεταπτυχιακού σπουδών, δεδομένου ότι πραγματεύεται σύγχρονες εφαρμογές τεχνολογιών αυτοματισμού και θα καλύψει προβλήματα στο χώρο υγείας και αθλητισμού. Σκοπός της διατριβής, είναι να γίνει κατανοητή και προσιτή η χρησιμότητα των wearable στους περισσότερους ανθρώπους ή καταναλωτές και η βελτίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων τους. Πιο συγκεκριμένα το κυρίως μέρος της μελέτης θα επεξηγεί τα κριτήρια σχεδιασμού ενός τέτοιου συστήματος, τα εξαρτήματα και τα αισθητήρια που χρησιμοποιούνται, καθώς και όλους τους ενεργοποιητές που εκτελούν τα σενάρια λειτουργίας του συγκεκριμένου αυτοματοποιημένου συστήματος. Ο τρόπος προγραμματισμού και ο τρόπος επικοινωνίας με τον χρήστη του μηχανήματος θα παρουσιαστούν αναλυτικά, ενώ από όλα τα παραπάνω θα προκύψουν τα συμπεράσματα χρήσης του συγκεκριμένου ψηφιακού συστήματος wearable. Στη συνέχεια θα συζητηθούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του και ταυτόχρονα θα αναφερθούν οι τρόποι

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



βελτιστοποίησης τους έτσι ώστε να επεκταθούν περαιτέρω τα οφέλη από την λειτουργία του. Υπολογίζεται ότι η μελέτη θα ολοκληρωθεί εντός τεσσάρων μηνών, ενώ τα ενδιάμεσα στάδια της παρέχονται αναλυτικά κατωτέρω:

### Στάδια υλοποίησης διατριβής

- Πρώτο στάδιο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση, σχεδιασμός έρευνας (πρώτος μήνας)
- Δεύτερο στάδιο: Διεξαγωγή Έρευνας (δεύτερος μήνας)
- Τρίτο στάδιο: Επεξεργασία δεδομένων/εξαγωγή αποτελεσμάτων-συμπερασμάτων (τρίτος μήνας)
- Τέταρτο στάδιο: Ολοκλήρωση της εργασίας (συγγραφή, διορθώσεις, παράδοση) (τέταρτος μήνας).

### Βιβλιογραφία

1. Mann S. *Smart Clothing: The Shift to Wearable Computing*, Communications of the ACM, 1996
2. Mann S. *Smart Clothing: The Wearable Computer and WearCam*, Personal and Ubiquitous Computing, 1997
3. Bottner H. *Thermoelectric Micro Devices: Current State, Recent Developments and Future Aspects for Technological Progress and Applications*, Twenty-First
4. International Conference on Thermoelectrics, 2002
5. Donovan J. *Wearable Computers Morph from Geek to Chic*, Portable Design, 2007
6. Ramon Beckmann Christian Bertelsmeyer Holger Kenn Wearable games as a benchmark method for wearable computing research, 2006
7. Suisse, C. *The Next Big Thing - Wearables Are In Fashion*, 2013
8. Thierer, A. *The Internet of Things and Wearable Technology*, 2014
9. Goransson Andreas Professional Android Wearables, 2015
10. Stern Rebecca Getting Started with Adafruit Flora, 2015
11. <https://www.wearable.com/>
12. <https://www.wearable-technologies.com/>
13. <https://ahci.wikispaces.com/Wearable+Interface>
14. [https://en.wikipedia.org/wiki/Wearable\\_technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Wearable_technology)
15. <http://www.newsbomb.gr/bombplus/tecnologia/story/535686/ti-einai-ta-wearables>



## 1. Σχέδιο Βαθμολόγησης (με ενδεικτική ποσόστωση)

- Εισαγωγή 10%
- Βιβλιογραφική Έρευνα 30%
- Σχεδιασμός Ερευνητικής Μεθοδολογίας 15%
- Μελέτη Συστήματος 5%
- Παρουσίαση Συστήματος 15%
- Συμπεράσματα 10%
- Αυτοαξιολόγηση 5%
- Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα 10%

### Επιτροπή Έγκρισης & Βαθμολόγησης

<b>Δ. Δ. Τσελές</b>	<b>Δ. Κ. Αλαφοδήμος</b>	<b>Δ. Μ. Παπουτσιδάκης</b>
Καθηγητής	Καθηγητής	Επίκουρος Καθηγητής
Διευθυντής Π.Μ.Σ	Πρόεδρος Τμ. Μηχ. Αυτοματισμού	Τμ.Μηχ. Αυτοματισμού Επιβλέπων-Εισηγητής



**Title:**

**A study of the new trends in the use of wearables for monitoring and recording biometric data**

**ABSTRACT**

The requirements of modern times and particularly the last years or so, have imposed a rapidly developing technology in the field of health and sport have resulted in the creation of portable devices, called wearables. The term of wearable in technology is used to describe any product of a technology that is made to be worn by people or consumers. This thesis will be presented the study and implementation of a wearable in the field of health and sport, with the help of electronic or digital technology. The parts and sensors that make up an integrated digital wearable as well as the actuators that perform the automated system scripts will then be analyzed. The way of programming and how to communicate with the user of the machine will be presented in detail, and from all of the above, the conclusions of using the wearables systems will emerge. Finally, some proposals for the implementation of wearables as well as optimizations of existing systems are proposed.

**KEYWORDS**

Wearable, digital electronic technology, wireless communication, portable device, automated technology, smartwatch, microcontroller, actuators, sensors, cholesterol, virtual vision, programming wearable.





## 1. Introduction

In recent years, so-called wearables or smart portable devices have passed into our lives to offer more capabilities to users and to meet as many of their needs as possible.

They have a plethora of applications that are easy to find and install by the user as they are in specific web sites. They also have toys that have begun to overtake both and tend to the three dimensions.

In general, wearables are becoming every day more and more necessary in our lives and the development of technology will become an integral part as they will cover more and more functions of a personal computer [1].

Wearables and characteristic properties.

Wearable technology, wearables, fashionable technology, wearable devices, tech togs, or fashion electronics are smart electronic devices (electronic device with micro-controllers) that can be worn on the body as implants or accessories

Characteristics of wearables:

In order for a wearable device to be worn, a guide has been developed and designed to indicate the characteristics of these devices to provide the user with flexibility and protection. Below are listed their characteristics:

- Positioning: Depending on the needs we want to serve each device, there are

specific placement points in the human body.

- Creation of the shape: The shape of the device is related to the dynamic human form ensuring comfort and stability to the user.

- Human motion: Taking into account every element that composes movement such as joints mechanisms, flexion and muscle extension, we see that human movement is an important factor in shaping wearables.

- Weight: The weight of the devices should not hamper the balance or movement of the human being [2].

Advantages and disadvantages of wearables

Advantages:

- Medical health:

The evolution of wearables technology on human health issues has resulted in the treatment of diseases that were difficult to detect until a few years ago.

- Sector of society:

Wearables also contribute positively to the reduction of crime as they provide more security to the user such as placing a bracelet in a child so that it can be detected in case of danger.

- Sports:

Vehicle technology has greatly helped the athlete's performance and prevent accidents [2].

Disadvantages:



- Architectural structure of the device:

The primary limiting factor until a few years ago was the size and volume of the wearable. Already, the size, weight and volume of the devices has been greatly reduced by the placement of smaller electronic components which give a more discreet form to the user but not obscure to the observer.

- Flexibility:

Any device added to the human body should not be considered foreign to it. That is, not to restrict the user's movements.

That is why special attention should be paid to the ergonomics of the system.

- Energy Consumption:

The energy issue is considered to be an inhibiting factor in wearables devices [2].

## 2. Modules of wearables

The basic modules that make up all wearables are sensors and actuators. Sensors are considered to be physical quantity detection devices and their conversion to a measurable output so that they will be read by the observer who studies them. The structure of the sensors has evolved by finding applications in many electronic circuits [3], [4].

### Sensor of Oximetry

Firstly, we will refer to one of the best known wearables that is the oxygen meter. In trade there are many wearables of oxygen measurement and heartbeats at the same time. The sensor

contained in these devices is being called an Sensor of Oximetry. A small medical device called a pulse oximeter is clipped to some part of the body, usually in one of the fingers of the hand, and uses a sensor. This sensor harbors a light source, a light detector, and a microprocessor that compares and calculates the differences between oxygen-rich hemoglobin and oxygen-deficient hemoglobin. The percentage of oxygen saturation is reported as % SpO<sub>2</sub> [3], [4].

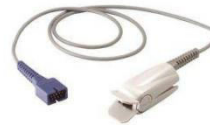
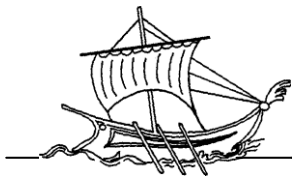


Figure 1: Sensor of Oximetry

### Sensor of Blood Pressure (NIBP)

The main function of the sensor blood pressure is to measure the rate of human heart rate. Most devices use the oscillometric method to measure blood pressure. . In a very short time the sensor incorporated in the device records the small oscillations due to the expansion and contraction of the arteries in the wrist (pulse) [3], [4].



• Figure 2: Sensor of Blood Pressure

### Sensor of Glucose measurement (Enlite)

The sensor of glucose is a small electrode that measures glucose levels. It is placed under the skin in the interstitial fluid, that is where cells receive oxygen and nutrients, including glucose. Commercial sensors detect four times more glucose deviations than normal blood glucose monitoring [3], [4].

### Sensor of Electromyography

The sensor of electromyograph is mainly used in portable textile garments which contain sensor-electrodes that detect the activity of muscle movement. The measurement of muscle activity is detected by enhancing the electrical stimulation of muscle fibers during contraction. Since all the muscle fibers in the sensor monitoring and recording region are pulsing at a different rate, the signal detected by the sensor is a

constantly varying potential difference between its positive and negative poles. Because of this, the density (width) of the generated electrical signal is proportional to the force of the contraction [5], [6].

### Sensor of Accelerometer

The Accelerometers or different inertial sensors are basically sensors that detect linear acceleration along one or different directions. The Acceleration can be measured electrically with the natural changes in the reference weight shift relative to the reference frame. There are devices in the trade that use the accelerometer sensor such as monitoring human kinematic activities and burning calories [5], [6].

### Sensor of gyroscope

The gyroscope is a sensor that is applied to many wearable devices such as mobile, tablet, smartwatch, and more. This is a sensor that calculates changes in the user's space. Its use is not limited to sports but also to medicine as there are smart devices such as glasses used for visually impaired people [5], [6].

## 3. Processors of wearables

In addition to the sensory key module of wearables are the actuators or other processors. Thus, actuators transform electrical signals into natural phenomena. The function of the actuators is to respond to the various stimuli they receive through the sensors after processing the data.

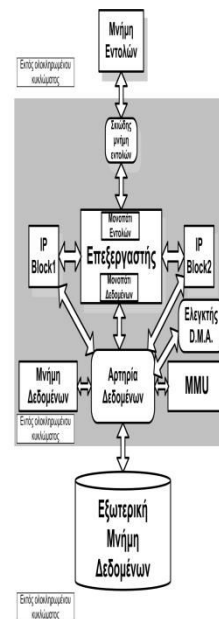


Specifically, a processor performs four functions continuously:

5. fetch
6. decode
7. execute
8. store

A description of the processor architecture of a wearable system

The method of designing a wearable system is based on some architecture. The choice of architecture needs to be done carefully, otherwise it may not be practical. Architecture should have as low a cost as possible, be truly realistic (that is, not just a theoretical methodology), and be parametrization, that is to say give the designer the flexibility to modify some features that may be best of suited to the problem [5], [6].



Architecture of a processor

In conclusion, a modern microprocessor can execute commands for which it is programmed at a high rate. In order to take full advantage of this powerful performance, the processor must be connected to a memory system that is too large and fast. If the memory is too small, it will not be able to keep enough programs to keep the processor busy. If it is too slow, the memory will not be able to provide commands as fast as the processor can perform. The longer a memory is, the slower it is. It is therefore not possible to design a single memory that is large enough and fast enough to keep a high-performance processor busy [5], [6].



Connectivity:

Connectivity refers to how wearing devices are related and is relevant to the Internet of Things. The term "Internet of Things" (or Internet of Things) was devised in the late 1990s by businessman Kevin Ashton. Ashton, who is one of the founders of the Auto-ID Center at MIT, was part of a team that discovered how to connect objects to the internet via an RFID tag. He has stated that he used the phrase "Internet of Things" for the first time in a presentation he made in 1999 - and this term has been used since then. But what characterizes IoT is that it is comprised of "smart" (ie computer-equipped) devices that are linked to each other and with servers to provide a host of services that use and rely on the data they provide the devices owned and used by people every day. Until recently, this idea was considered innovative and revolutionary, but IoT is not something new as an act, since it has relied on technology developments over the past decades. One of these developments is the computer segment, from computers to PCs, from PCs to notebooks and notebooks to portable devices (such as tablets, smartphones and wearables). The performance of these devices exceeds the performance of the bulky hosts of the past. In addition to the evolution of hardware in computers, progress on connectivity issues is equally important. Technologies such as 3G and 4G have enabled consumers to be connected wherever they are. At the same time, the connectivity features of the devices offer the ability to directly connect two or more devices to each other, or indirectly connect them via wi-fi to

communicate with each other [6], [7], [8].

#### **4. Applications of wearables in Medicine health and Sport.**

##### Wearable Cardiology Devices

The progress of technology has resulted in the creation of small, reliable and flexible portable devices such as smartwatch, to meet the needs of the human being.

Recently, electrocardiographic monitoring devices for consumers such as the Kardia device have been marketed.

The Kardia device marketed by AliveCor Inc. connects to a nearby smartphone and provides ECG data analysis and transmission for remote interpretation without the need for prescription physician [7], [8].

##### Wearable clothing and sports footwear.

The earliest athletic wearables were the smart clothes, the clothes that controlled the athlete's physical condition through special sensors placed on the clothes. Such

wearable is also the Wealthy jacket, "and the Wealthy jacket is based on" smart sensors "embedded in the garment fibers and yarns as well as signal processing technologies and wireless networks of third generation 3G. In particular, when the user wears the Wealthy jacket, signals of the vital functions of the body, such as



heartbeats, breathing rate, movement and stop, temperature and oximetry, are also monitored that give the sensors information about the natural functions of the person (calm, action, exercise, judgment, etc.) [7], [8].

In addition to smart clothes, the Athletic Technology has crafted sports footwear such as FootStriker, an innovative technology that helps users run properly without injuries. The FootStriker uses a pressure sensor that is placed inside the shoe bottom. Whenever the runner goes wrong with the back of his leg first, a signal is transmitted to a patch that is attached to the back of the leg. This sends a small dose of electricity, causing the muscles to be energized to correct the leg's position in the next step and the foot step first with the front [7], [8].

### 5. Future improvements of device wearables

From the study of the dissertation we concluded that wearable technology in both Medicine and Sport has made a spectacular contribution to meeting human needs. However, there are devices that carry some optimizations to serve more needs. Here are some suggestions and optimizations for device wearables technology [9], [10].

Wearable device for measuring cholesterol

From published studies we have noticed that the percentage of people who have cholesterol, and tend to be at risk from various diseases, is enormous. For this reason, it is imperative to create specific

devices for measuring blood cholesterol levels. As there are devices that detect the concentration of glucose in both blood and sweat, we equally recommend creating devices that detect blood cholesterol concentration [9], [10].

Glasses that detect eye pressure

Most people are concerned about their blood pressure, but few are the ones who control eye pressure.

However, control of the eye pressure is necessary as if it climbs dangerously it can damage vision. The advancement of the technology can correct this problem by creating special eyewear that will detect eye pressure by means of special sensors (incorporating a special camera) that will calculate the corneal thickness, since the limits of the eye pressure are 10mmHg to 21mmHg. All data will be sent to the user's smartphone so that there is a complete logging control so that the patient's treating physician can treat the patient if who sees a problem [9], [10].

Acoustic video-otoscope and sound recorder (acoustic)

Hearing problems are very common. They can occur at any age, but with increasing age they are more frequent. Sudden hearing loss is a condition in which we have, without a distinct cause, a one-sided neurosensory hearing or deafness.

We suggest creating headphones that contain a built-in camera and an audiogram (that is, recording the user's volume) so that patients in distant regions can sense the problem in time [9], [10].



### Wearable pregnancy ultrasound

There are devices such as the wearable Bloomlife device for pregnant women that monitor pregnancy contractions in real time. As mentioned, the device contains electrodes that monitor the contractions and send the data to the application on the user's smartphone. In the same device, we recommend the use of ultrasonic waves so that the image of the fetus appears.

It is a fact that these proposals sound like scenarios of science fiction. The recent development of technology has proven exactly the opposite. We believe in the advancement of technology and we hope that these proposals will be feasible in the future [9], [10].

### 6. References:

- [1] 2017, Diploma "Internet of Things" - Papastathopoulou Alexandra
- [2] <https://el.wikipedia.org/wiki/NFC>
- [3] [www.alivecor.com/](http://www.alivecor.com/)
- [4] [http://www.incardiology.gr/pathiseis\\_all/es/bimatodotes\\_apinidotes.html](http://www.incardiology.gr/pathiseis_all/es/bimatodotes_apinidotes.html)
- [5] <http://www.freestylelibre.gr/freestyle-libre-sensor-kit-gr.html>
- [6] <https://www.indiegogo.com/projects/embrace-a-gorgeous-watch-designed-to-save-lives>
- [7] <https://www.techlicious.com/blog/temptraq-disposable-thermometer-patch-bluetooth/>
- [8] [www.givenimaging.com/en-int/Innovative-Solutions/Capsule-Endoscopy/](http://www.givenimaging.com/en-int/Innovative-Solutions/Capsule-Endoscopy/)
- [9] <https://www.akousticamedica.gr/tupoi-akoustikwn-varhkoias/>
- [9] <http://www.newsbeast.gr/woman/arthro/2718932/i-la-roche-posay-apokalipti-tin-proti-wearable-technologia-se-morfifitokollitou>
- [10] <https://techcrunch.com/2017/01/05/bloomlife-wearable-helps-pregnant-women-track-their-contractions/>