



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

"SMARTWATCH ΑΥΤΟΦΟΡΤΙΖΟΜΕΝΟ ΜΕ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΕΛΕΝΗ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ, ΓΙΩΡΓΟΣ ΠΑΝΤΕΛΕΑΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΜΙΧΑΛΗΣ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2017

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η Ελένη Καφαντάρη
του Δημητρίου, με αριθμό μητρώου 42168 φοιτητής / τρια
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 απόφασης 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
δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Η/Ο Δηλώνουσα



Ημερομηνία

23/6/17

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η Γιώργος Παντελεάκος
του Δημητρίου με αριθμό μητρώου 40369 φοιτητής / τριά
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 απόφασης 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

23/6/17

Περιεχόμενα

Δήλωση συγγραφέα πτυχιακής εργασίας	02
Ευρετήριο	03
Κατάλογος Εικόνων	04
Περίληψη	07
Εισαγωγή	08
1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	11
1.1 Λίγα λόγια για τα smartwatches	11
1.2 Λόγοι ύπαρξης των smartwatches	12
1.3 Ιστορική αναδρομή των smartwatches	16
1.4 Smartwatch και Μπαταρίες	30
1.5 Smartwatch με μεγάλη διάρκεια μπαταρίας	31
2. Ανάλυση της ιδέας	35
2.1 Πού βασίστηκε η ιδέα – Παλιά αυτόματα ρολόγια	35
2.2 Βασική ιδέα	37
2.3 Πρόταση μηχανισμού	38
2.4 Πώς λειτουργεί ένα Livecell	39
3. Εναλλακτικός τρόπος φόρτισης	40
3.1 Φόρτιση μέσω διαφοράς θερμοκρασίας ή θερμότητας	41
Συμπέρασμα	41
Βιβλιογραφία	43

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.2.1. Διάφοροι τύποι smartwatch	12
Εικόνα 1.2.2. Διάφοροι τύποι smartwatch με fitness & health εφαρμογές	13
Εικόνα 1.2.3. Σύνδεση smartphone – smartwatch, μέσω τεχνολογίας Bluetooth 4.0, για εξοικονόμηση της μπαταρίας του κινητού	14
Εικόνα 1.2.4. Ποικίλες εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης ζητούν καθημερινά την προσοχή μας	14
Εικόνα 1.2.5. Στατιστική έρευνα που έδειξε ότι οι χρήστες των smartphones κοιτάνε το κινητό τους σχεδόν 150 φορές την ημέρα, για εφαρμογές που θα μπορούσαν να διεκπεραιωθούν κάλλιστα από ένα smartwatch	15
Εικόνα 1.2.6. Παραδείγματα εφαρμογών, που πραγματοποιούνται ευκολότερα με ένα smartwatch, παρά με ένα smartphone, όπως κλήσεις, μηνύματα, καιρός, κτλ	16
Εικόνα 1.3. Η επανάσταση των smartwatch	16
Εικόνα 1.3.1. Το Seiko Data-2000	17
Εικόνα 1.3.2. Το Casio BM-100WJ	17
Εικόνα 1.3.3. Το Casio GMW-15	18
Εικόνα 1.3.4. Το Casio VDB-1000	18
Εικόνα 1.3.5. Το Casio JC-11	19
Εικόνα 1.3.6. Το Casio BP-400	19
Εικόνα 1.3.7. Το Casio CMD-1	20
Εικόνα 1.3.8. Το Casio VivCel VCL-100	20
Εικόνα 1.3.9. Το Casio TSX-1300	21
Εικόνα 1.3.10. Το Casio UV-700	21
Εικόνα 1.3.11. Το Casio JG-100	22

Εικόνα 1.3.12. Το Casio PRT-1GP	22
Εικόνα 1.3.13. Το Casio DBV-V50	23
Εικόνα 1.3.14. Το Casio HBX-100	23
Εικόνα 1.3.15. Το Samsung SPH-WP10	23
Εικόνα 1.3.16. Το Casio WMP-1	24
Εικόνα 1.3.17. Το Casio WQV Series	24
Εικόνα 1.3.17. Το IBM Watchpad	25
Εικόνα 1.3.18. Το Fossil Wrist PDA	25
Εικόνα 1.3.19. Το Casio GWS-900G-Shock	25
Εικόνα 1.3.20. Το Microsoft SPOT series	26
Εικόνα 1.3.21. Το Sony-Ericsson MBW-150	26
Εικόνα 1.3.22. Το LG GD910	27
Εικόνα 1.3.23. Το Samsung S9110	27
Εικόνα 1.3.23. Το WIMM watch	28
Εικόνα 1.3.24. Το Motorola's Moto ACTV	28
Εικόνα 1.3.25. Το Sony Smartwatch	29
Εικόνα 1.3.26. Το Pebble	29
Εικόνα 1.3.27. Το Apple Watch	30
Εικόνα 1.4.1. Το Pulsar Watch, που άναβαν οι LED οθόνες του μόνο με το πάτημα του κουμπιού, για εξοικονόμηση της μπαταρίας	30
Εικόνα 1.4.2. Το Casio με οθόνη LCD	31
Εικόνα 1.4.3. Η CR2032 μπαταρία ρολογιού (lithium anode, 3V, 20.0 mm × 3.2 mm)	31
Εικόνα 1.5.1. Το Cogito Classic smartwatch, που διαρκεί 325 ημέρες	32
Εικόνα 1.5.2. Το ConnecteDevice Cookoo 2 smartwatch, που διαρκεί 180-200 ημέρες	33

Εικόνα 1.5.3. Το Vector Watch Luna smartwatch, που διαρκεί 30 ημέρες	33
Εικόνα 1.5.4. Το Pebble Time Steel smartwatch, που διαρκεί 10 ημέρες	34
Εικόνα 1.5.5. Το Martian Passport smartwatch, που διαρκεί 5 ημέρες	34
Εικόνα 2.1.1. Μηχανισμός ενός αυτόματου ρολογιού	35
Εικόνα 2.1.2. Ο ρότορας	35
Εικόνα 2.1.3. Τα γρανάζια μέσα στον μηχανισμό του αυτόματου ρολογιού ..	35
Εικόνα 2.1.4. Το ηλιακό ρολόι	36
Εικόνα 2.3.1. Η αυτοφορτιζόμενη μπαταρία, μέσω κινητικής ενέργειας, Livecell	38
Εικόνα 2.3.2. Το σύστημα του Livecell	39
Εικόνα 2.3.3. Τα εξαρτήματα του Livecell	40

Περίληψη

Το αντικείμενο αυτής της εργασίας αφορά ένα τρόπο εναλλακτικής φόρτισης των smartwatch. Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας ήταν πάντα πρόβλημα σε όλες τις smart συσκευές, όπως smartphone και smartwatch. Επίσης είναι γνωστό, ότι ο κύριος λόγος δημιουργίας των smart ρολογιών ήταν να εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες. Οπότε η διακοπή εκτέλεσης αυτών των εφαρμογών-εργασιών, λόγω αδειάσματος της μπαταρίας, προκαλεί δυσαρέσκεια στους χρήστες και καθυστέρηση στην διαδικασία, για την οποία χρησιμοποιούν το smartwatch. Έτσι λοιπόν, θεωρήθηκε χρήσιμο να βρεθεί ένας εναλλακτικός τρόπος φόρτισης, χρησιμοποιώντας κινήσεις που ήδη γίνονταν κατά την διάρκεια της ημέρας, από τον χρήστη ενός smartwatch. Η μπαταρία θα έχει την ικανότητα να φορτίζεται από τη φυσική κίνηση του χεριού, οπότε δεν θα υπάρχει καμία ανάγκη να συνδέεται στο ρεύμα. Καθώς φοριέται στο χέρι, η ύπαρξη της κίνησης και κατά συνέπεια της κινητικής ενέργειας είναι δεδομένη. Επομένως, θεωρούμε απαραίτητο να την αξιοποιήσουμε προς όφελός μας.

Σε αυτήν την εργασία, λοιπόν, θα εξετάσουμε την ικανότητα του smartwatch να αναγνωρίζει την κίνηση του χεριού του χρήστη, και στην συνέχεια, την κινητική ενέργεια που παράγεται να την αξιοποιεί, αποθηκευοντάς τη σε μία μπαταρία. Η μπαταρία αυτή, εφόσον θα αποθηκεύει συνεχώς την ενέργεια που παράγεται από την κίνηση του χεριού, θα έχει την δυνατότητα να κρατάει το smartwatch ενεργό, ακόμα και αν για κάποιο χρονικό διάστημα ο χρήστης δεν κινήσει το χέρι του. Σε αντίθεση με τα παλιά αυτόματα ρολόγια, τα οποία λόγω έλλειψης δυνατότητας αποθήκευσης της κινητικής ενέργειας που παραγόταν, σταματούσαν να δουλεύουν αν παρέμεναν ακίνητα για κάποιο μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί η βάση, για περαιτέρω μελέτη των ικανοτήτων των smartwatch που σχετίζονται με την κίνηση σε συνδυασμό με την διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Ένα smartwatch, για παράδειγμα, θα μπορούσε να χρησιμοποιείται σε μελλοντικά συστήματα και εφαρμογές απομακρυσμένης παρακολούθησης της υγείας – μια λειτουργία, για την οποία είναι σημαντικό έως απαραίτητο, να μην σταματάει η λήψη πληροφοριών και ο έλεγχος των δεδομένων από το smartwatch.

Εισαγωγή

Οι φορετοί (wearable) αισθητήρες και οι αισθητήρες κινητού τηλεφώνου γίνονται όλο και πιο διαδεδομένοι, αφού μελέτες δείχνουν, ότι οι χρήστες είναι κοντά στα smartphones τους σχεδόν το 90% του χρόνου τους [1]. Αυτά τα τηλέφωνα έχουν εντυπωσιακές δυνατότητες ανίχνευσης, που κυμαίνονται από την απομακρυσμένη παρακολούθηση της υγείας [2,3] έως και τη συνεχή καταγραφή της ζωής [4]. Ενώ τα τηλέφωνα παρουσιάζουν άφθονη δυνατότητα παρακολούθησης των χρηστών τους, οι μελέτες έχουν δείξει ότι, ενώ είναι κοντά στον χρήστη, το smartphone, στην πραγματικότητα, δεν είναι συχνά πάνω στον χρήστη [5]. Αντ' αυτού, πολλές εργασίες αναφέρουν ότι οι φορετοί αισθητήρες και οι υπολογιστές, μπορεί να είναι πιο κατάλληλοι για εφαρμογές αναγνώρισης ανθρώπινης δραστηριότητας [6,7,8]. Ωστόσο, ο σχεδιασμός του φορετού συστήματος αισθητήρων [9], καθώς και οι μέθοδοι αλληλεπίδρασης [10], οδηγούν σε σημαντικά ερωτήματα σχετικά με τις ικανότητες ανίχνευσης, καθώς και το περιβάλλον (interface) που θα βλέπει ο χρήστης. Η αναδυόμενη αγορά των smartwatches είναι μια επέκταση τέτοιων φορετών πλατφορμών, που επωφελούνται από το να φοριούνται από τον χρήστη σε μία συγκεκριμένη θέση, και είναι ικανές να ανιχνεύουν τη δραστηριότητα, είτε από μόνες τους [11], είτε σε συνδυασμό με τα smartphones [12]. Τα ρολόγια, τα οποία η συνήθης χρήση τους είναι η παρακολούθηση της γενικής δραστηριότητας [13] ή κάποιων εξειδικευμένων κινήσεων (π.χ. ασκήσεις βάρους) [11], όταν συνδυαστούν με τους σωστούς αδρανειακούς αισθητήρες [14], μπορούν να παρακολουθούν συνεχώς τους χρήστες με τρόπο αντίστοιχο των smartphones, παρέχοντας ένα προγραμματιζόμενο περιβάλλον για το χρήστη.

Τα smartwatches, ωστόσο, έχουν περιορισμούς που μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητά τους, όπως το μέγεθος της οθόνης, το ασθενέστερο hardware για την ανίχνευση και τον υπολογισμό, τον αποθηκευτικό χώρο και την περιορισμένη χωρητικότητα της μπαταρίας [7]. Αυτή η εργασία προσπαθεί να εξετάσει τον έναν από αυτούς τους περιορισμούς, που καθιστούν τα smartwatches μη αποτελεσματικά, ο οποίος είναι η περιορισμένη χωρητικότητα της μπαταρίας. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες μείωσης της κατανάλωσής της, καθώς και προσπάθειες

βελτιστοποίησης της διάρκειας ζωής της, τις οποίες θα αναφέρουμε και παρακάτω στο κεφάλαιο 1. Η έρευνα, όμως, που γίνεται σ' αυτήν την εργασία, δεν αφορά κάποια τροποποίηση στο hardware ή στο software του smartwatch, ώστε να καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια, αλλά αναφέρεται σε έναν εναλλακτικό τρόπο φόρτισής τους, ο οποίος θα απαλλάξει τους χρήστες από την συνεχή σύνδεσή τους με το ρεύμα. Αυτή η εναλλακτική μέθοδος φόρτισης δεν θα φανεί χρήσιμη μόνο για λόγους ευκολίας των χρηστών, αλλά θα αποτελέσει την βάση για να θεωρηθεί το smartwatch, ως η βασική πλατφόρμα για ένα απομακρυσμένο σύστημα παρακολούθησης της υγείας. Ένα τέτοιο εργαλείο θα μπορούσε να βρει εφαρμογή από απλές εφαρμογές υγείας, όπως καταγραφή σφυγμών και πίεσης, έως πιο εξειδικευμένες εφαρμογές καθημερινής παρακολούθησης της υγείας και της συμπεριφοράς ογκολογικών ασθενών και ασθενών με άνια.

Τα συστήματα απομακρυσμένης παρακολούθησης της υγείας (Remote health monitoring systems - RHMS) επιτρέπουν τη συνεχή καταγραφή των δεδομένων του ασθενούς και την αναγνώριση της κατάστασής του, σε οποιοδήποτε περιβάλλον [2,3,15]. Το εύρος αυτών των συστημάτων κυμαίνεται από την παρακολούθηση δραστηριότητας [16,17], έως την καρδιακή ανεπάρκεια [18,19,20]. Πολλά φορετά συστήματα με επιταχυνσιόμετρο έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την παρακολούθηση της ανθρώπινης δραστηριότητας [16], την προπόνηση με βάρη [11], την ένταση της άσκησης [21], μέχρι και για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως η ανίχνευση της πτώσης [22]. Στην πραγματικότητα, οι διαδραστικές συσκευές, για εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης, είναι μια προφανής και απαραίτητη εφαρμογή, για τεχνολογία που μπορεί να φορεθεί. Αυτά τα συστήματα και οι αλγόριθμοί τους έχουν τη προοπτική να βελτιώσουν την ταυτοποίηση των αποτελεσμάτων των ασθενών [23], καθώς και να μειώσουν το κόστος παρέμβασης και θεραπείας [24].

Οι ηλικιωμένοι ογκολογικοί ασθενείς είναι μια ομάδα που επωφελείται εξαιρετικά από την τηλεανίχνευση, διότι είναι επιρρεπείς σε ανεπιθύμητη υποτροπή και νοσηλεία μεταξύ κλινικών επισκέψεων, με αποτέλεσμα την υψηλή νοσηρότητα, τη θνησιμότητα και το κόστος. Σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες στατιστικές της Αμερικανικής Ογκολογικής Κοινότητας, το 60%

των καρκίνων και το 70% των θανάτων από καρκίνο συμβαίνουν σε ενήλικες ηλικίας 65 ετών και άνω. Οι γιατροί πρέπει να λαμβάνουν άμεσα αποφάσεις σχετικά με το πόσο αυστηρή πρέπει να είναι η θεραπεία και η παρακολούθησή της. Τα μέσα, όμως, που χρησιμοποιούν σήμερα για να χαρακτηρίσουν τους ηλικιωμένους ασθενείς ως «ευπαθείς» ή «ανθεκτικούς» είναι, στην καλύτερη περίπτωση, ελαττωματικά. Πάνω από το 20% των ηλικιωμένων ογκολογικών ασθενών, που οι γιατροί τους χαρακτηρίζουν ως κατάλληλους για θεραπεία, χαρακτηρίζονται ως «ευπαθείς» από τους γηριατρικούς ειδικούς [25]. Μια πλήρης αξιολόγηση, για την αδυναμία ενός ηλικιωμένου ατόμου, μπορεί να απαιτήσει 45 λεπτά ή και περισσότερο, πράγμα που είναι μια μη πρακτική απαίτηση χρόνου για τις απασχολημένες ογκολογικές κλινικές. Ωστόσο, για να παρακολουθείται με ακρίβεια η στάση σώματος αυτών των ασθενών, η τεχνολογία ανίχνευσης πρέπει πρώτα να αναπτυχθεί και να εξακριβωθεί σε οποιοδήποτε άτομο, προτού να αναπτυχθούν συστήματα για πραγματικές κλινικές δοκιμές.

Πέρα από την τεχνολογία ανίχνευσης, είναι πολύ σημαντική και η συνεχής καταγραφή των δεδομένων που απαιτούνται, ώστε να μπορεί ένα smartwatch να δώσει πλήρη και ακριβή πληροφορία για την κατάσταση του ασθενή. Κάτι τέτοιο θα επιτευχθεί, μόνο εάν η συσκευή ανίχνευσης δεν σταματά να λαμβάνει πληροφορίες από την κατάστασή του. Αυτό φυσικά, σημαίνει ότι ο ρυθμός δειγματοληψίας θα είναι μεγάλος και η κατανάλωση ενέργειας της μπαταρίας υψηλή. Επομένως, είναι απαραίτητος ένας τρόπος φόρτισης, ο οποίος δεν θα απαιτεί από τον χρήστη να αφαιρεί το smartwatch από το χέρι του για να το φορτίσει, και δεν θα σταματάει η λήψη των δεδομένων του. Αυτήν την περίπτωση εξετάζει η συγκεκριμένη εργασία, βρίσκοντας έναν εναλλακτικό τρόπο φόρτισης του smartwatch, ο οποίος μετατρέπει την καθημερινή και απλή κίνηση του χεριού του χρήστη, σε μόνιμο φορτιστή του smartwatch.

1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

1.1 Λίγα λόγια για τα Smartwatch

Το smartwatch είναι ένα μηχανικό ρολόι χειρός με λειτουργίες πέραν της απλής ένδειξης της ώρας. Τα πρώτα μοντέλα smartwatch είχαν απλές δυνατότητες, όπως μαθηματικούς υπολογισμούς, μετάφραση λέξεων από μια γλώσσα σε μια άλλη, καθώς και μερικά απλά παιχνίδια.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 2010 όμως, τα smartwatches έχουν εξελιχθεί σε φορετούς (wearable) μικροϋπολογιστές. Έχουν εφαρμογές των smartphones, καθώς και κάποια λειτουργικά συστήματα αυτών. Επίσης, λειτουργούν και σαν φορητά media players, έχοντας, μερικά από αυτά, δική τους ξεχωριστή μνήμη, για αποθήκευση μουσικών κομματιών και βίντεο. Κάποια άλλα, έχοντας ασύρματα bluetooth ακουστικά ή ακουστικά με USB καλώδιο, ο χρήστης μπορεί να ακούει και ράδιοφωνο. Με την πάροδο του χρόνου, τα smartwatch εξελίσσονται και αποκτάνε όλο και περισσότερες λειτουργίες των smartphones, όπως πραγματοποίηση κλήσεων και αποστολή μηνυμάτων, σε σημείο που μπορούν να τα αντικαταστήσουν. Είναι, όμως, και κάποιες εφαρμογές – λειτουργίες, στις οποίες ένα smartwatch θα μπορούσε να φανεί πολύ πιο χρήσιμο και αποτελεσματικό από ένα smartphone, λόγω της βασικής διαφοράς τους, ότι το smartwatch μπορεί να φορεθεί και να έρθει σε άμεση επαφή με τον χρήστη του, σε αντίθεση με ένα smartphone.

Το hardware του κάθε smartwatch μπορεί να διαφέρει, αλλά τα περισσότερα έχουν οθόνη backlight LCD ή OLED. Κάποια χρησιμοποιούν transfective ή electronic paper (e-paper) για την κατανάλωση λιγότερης ενέργειας. Τα περισσότερα έχουν επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και οθόνη αφής. Επίσης, αρκετά πλέον, έχουν ψηφιακή κάμερα, θερμόμετρο, επιταχυνσιόμετρο, αλτήμετρο, βαρόμετρο, πυξίδα, καθώς και GPS, μικρά ηχεία και κάποια έχουν και δική τους εσωτερική SD card, η οποία αναγνωρίζεται ως μέσο αποθήκευσης, κατά την σύνδεση με τον υπολογιστή.

Το software μπορεί να περιλαμβάνει ψηφιακούς χάρτες, ημερολόγιο, personal organizer, διάφορες εφαρμογές υγείας και fitness tracking, αριθμομηχανή και αρκετές μορφές ρολογιού, ώστε κατά την διάρκεια που δεν χρησιμοποιείται σαν smartwatch, να έχει την εμφάνιση κανονικού ρολογιού

με την επιθυμητή όψη. Το smartwatch μπορεί να επικοινωνεί με εξωτερικές συσκευές, όπως κάποια αισθητήρια, ασύρματα ακουστικά και heads up display (HUD). Επίσης, όπως και άλλοι υπολογιστές, μπορεί να επικοινωνεί και να ανταλλάσει δεδομένα, και ο χρήστης έχει την δυνατότητα, ακόμα και να χειρίζεται το κινητό του μέσω του smartwatch. Τα πιο προηγμένα smartwatch διαθέτουν πέραν της σύνδεσης Bluetooth, GPS, και Wi-Fi [26].

1.2 Λόγοι ύπαρξης των smartwatches

Αρκετά χρόνια πίσω, οι περισσότεροι χρησιμοποιούσαν ρολόγια τσέπης. Με το πέρασμα του χρόνου, όμως, συνειδητοποιήσαν ότι αυτός ο τύπος ρολογιού δεν ήταν βολικός, κι έτσι εμφανίστηκαν τα ρολόγια χείρος, τα οποία και υιοθέτησαν σύντομα. Μια ματιά στην σημερινή κοινωνία θα δείξει, ότι κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και τώρα, με το ρόλο των ρολογιών τσέπης να παίρνουν τα smartphones. Έτσι πλέον τα smartwatches έχουν αρχίσει να μπαίνουν σημαντικά στη ζωή μας και όλο και περισσότεροι αποκτούν από ένα, ο καθένας για διαφορετικό λόγο. Ας δούμε, λοιπόν, τους κυριότερους:



Εικόνα 1.2.1. Διάφοροι τύποι smartwatch [35]

- **Health applications / Fitness applications**

Τι καλύτερο από μιά συσκευή που ακουμπάει επάνω στον χρήστη καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας, για την ακριβή καταγραφή δεδομένων, που έχουν να κάνουν με την υγεία και την φυσική κατάσταση; Αυτά τα δεδομένα μπορεί να είναι η πίεση, οι σφυγμοί, τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, καθώς επίσης, η

απόσταση που έχει διανύσει ο χρήστης κατά την άσκησή του, την μέση ταχύτητα που είχε κατά τη διάρκεια αυτής, τα βήματα που έκανε, ακόμα και τις θερμίδες που έκαψε. Με την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τέτοιες εφαρμογές, τα smartwatch έχουν δώσει ένα μεγάλο κίνητρο για την απόκτησή τους, προσφέροντας τους κατάλληλους αισθητήρες και τις αντίστοιχες εφαρμογές, για την καταγραφή και την αποθήκευση τέτοιων δεδομένων.



Εικόνα 1.2.2. Διάφοροι τύποι smartwatch με fitness & health εφαρμογές [54]

- **Διάρκεια ζωής μπαταρίας κινητών**

Σχέδον κάθε δραστηριότητά μας σχετίζεται με το κινητό, αφού αποτελεί πλέον ένα εργαλείο, για οτιδήποτε κάνουμε κατά την διάρκεια της ημέρας. Το χρησιμοποιούμε από την πιο απλή χρήση σαν ξυπνητήρι, σημειωματάριο, αριθμομηχανή και φωτογραφική μηχανή, μέχρι την επικοινωνία στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, παιχνίδια και εξειδικευμένες εφαρμογές. Για τον λόγο αυτό, οι περισσότεροι από εμάς φορτίζουν το κινητό τους κάθε βράδυ, για να το έχουν στην διάθεσή τους κατά τη διάρκεια της ημέρας. Πολλές φορές, όμως, η αυξημένη χρήση του, κυρίως για να δούμε αν υπάρχει κάποια ειδοποίηση, έχει ως αποτέλεσμα η μπαταρία να τελειώνει πριν το πέρας της ημέρας και χωρίς ο χρήστης να έχει την δυνατότητα να το φορτίσει. Τα smartwatches, με την συνεχή σύνδεσή τους με το κινητό, μέσω της τεχνολογίας Bluetooth 4.0, που είναι ειδικά σχεδιασμένη για smart συσκευές, βοηθούν στην εξάλειψη αυτού του προβλήματος. Επομένως, θεωρούνται κατάλληλα, για τον κατ' εξοχήν λόγο που οι περισσότεροι χρήστες κοιτάνε το

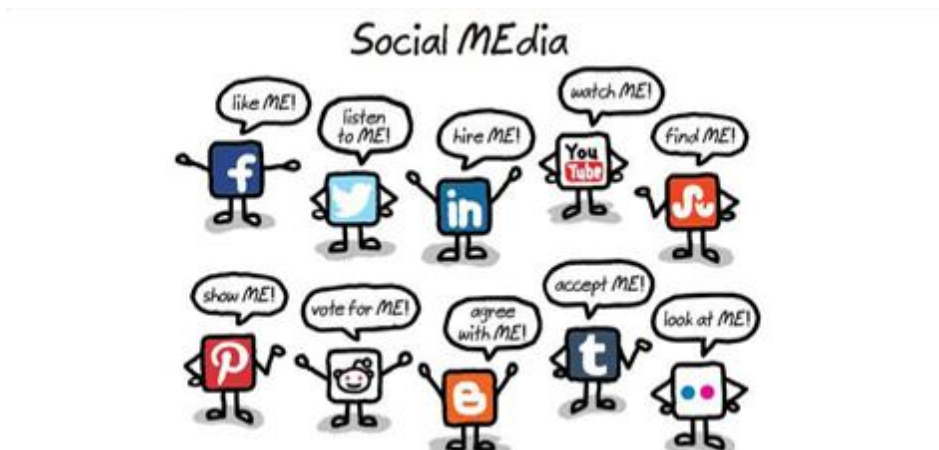
κινητό τους πολλαπλές φορές μέσα στην ημέρα, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο.



Εικόνα 1.2.3. Σύνδεση smartphone – smartwatch, μέσω τεχνολογίας Bluetooth 4.0, για εξοικονόμηση της μπαταρίας του κινητού [54]

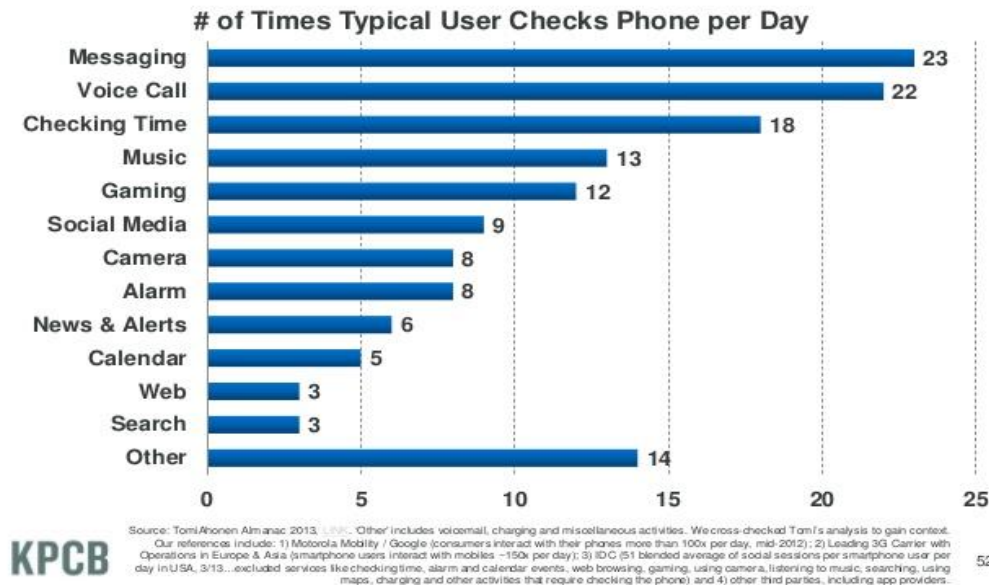
- **FOMO**

FOMO ή αλλιώς Fear Of Missing Out είναι πλέον ο όρος της ανάγκης που νιώθει ο χρήστης και τον κάνει να ξεκλειδώνει το κινητό του και να μπαίνει σε εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης, μήπως και υπάρχει κάποια ειδοποίηση που παρέλειψε ή πολύ απλά, για να κοιτάξει τα εισερχόμενα μηνύματά του. Στατιστικές έχουν δείξει ότι βλέπουμε το smartphone μας κατά μέσο όρο 140 φορές την ημέρα! Το smartwatch εξαλείφει την ανάγκη αυτή, έχοντας πλέον συνεχή σύνδεση με τις εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης και μεταφέροντας, τις όποιες ειδοποιήσεις υπάρχουν στον καρπό του χεριού μας.



Εικόνα 1.2.4. Ποικίλες εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης ζητούν καθημερινά την προσοχή μας [37]

Mobile Users Reach to Phone ~150x a Day...
Could be Hands-Free with Wearables



Εικόνα 1.2.5. Στατιστική έρευνα που έδειξε ότι οι χρήστες των smartphones κοιτάνε το κινητό τους σχεδόν 150 φορές την ημέρα, για εφαρμογές που θα μπορούσαν να διεκπεραιωθούν κάλλιστα από ένα smartwatch [54]

- **Εξεικονόμιση χρόνου**

Πέραν του προβλήματος με την μπαταρία των κινητών, πολλές φορές το να διαβάσουμε ένα εισερχόμενο μήνυμα, να δούμε την ώρα, να απαντήσουμε σε μια κλήση, να δούμε τις ειδοποιήσεις μας ή και άλλες ανάγκες, μας αναγκάζει να ανοίγουμε το κινητό μας. Επίσης, πολλές φορές δεν είμαστε σε θέση να έρθουμε σε επαφή με το κινητό άμεσα, λόγω του ότι βρίσκεται μέσα στην τσάντα μας μπερδεμένο μαζί με άλλα αντικείμενα ή τα χέρια μας είναι απασχολημένα με άλλες τσάντες ή πράγματα και είναι αδύνατο να το ανοίξουμε. Το να μην χρειάζεται να ξεκλειδώσουμε το κινητό μας, για κάποιες χρήσιμες λειτουργίες όπως οι παραπάνω, αλλά με μια γρήγορη ματιά να τις διεκπεραιώνουμε, είναι ένα ακόμα πλεονέκτημα των smartwatch. Αυτό το πλεονέκτημα μας εξοικονομεί αρκετό χρόνο, καθώς μας παρέχει και ευκολία στην καθημερινότητάς μας [55].



Εικόνα 1.2.6. Παραδείγματα εφαρμογών, που πραγματοποιούνται ευκολότερα με ένα smartwatch, παρά με ένα smartphone, όπως κλήσεις, μηνύματα, καιρός, κτλ [36]

1.3 Ιστορική αναδρομή των smartwatches

Από την αρχή της επινόησης και κυκλοφορίας των smartwatches, υπήρχε η αντίληψη ότι χρησιμεύουν περισσότερο ως ένδειξη κύρους και οικονομικής ευχέρειας και μόνο. Το γεγονός, όμως, ότι υπάρχουν εδώ και μερικές δεκαετίες, υποδεικνύει ότι το προϊόν αυτό έχει καταφέρει να τραβήξει την προσοχή τουλάχιστον ενός μεγάλου μέρους του κοινού. Ας κάνουμε, λοιπόν, μια ιστορική αναδρομή στα smartwatches, από την αρχή της δημιουργίας τους και το πως εξελίχθηκαν οι εφαρμογές τους ανά τα χρόνια.



Εικόνα 1.3. Η επανάσταση των smartwatch [27]

Seiko Data-2000

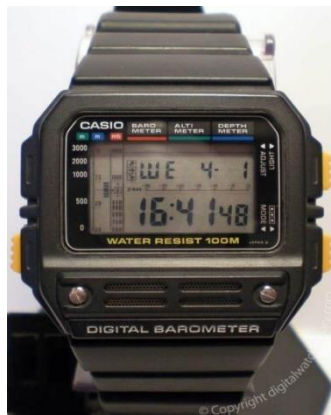
Λανσαρίστηκε για πρώτη φορά το 1983, ο λόγος για το Data-2000 ρολόι της Ιαπωνικής εταιρίας Seiko, που χρησίμευε και σαν αποθηκευτικός χώρος για υπομνήματα και συναντήσεις, καθώς και σαν αριθμομηχανή. Ο χρήστης θα μπορούσε να προχωρήσει σε αυτές της διεργασίες, συνδέοντας το Data-2000 με ένα συνοδευόμενο πληκτρολόγιο, το οποίο μετέφερε τα δεδομένα στη μνήμη του ρολογιού, χρησιμοποιώντας μαγνητικούς παλμούς [28].



Εικόνα 1.3.1. Το Seiko Data-2000

Casio BM-100WJ

Το Casio BM-100WJ, ρολόι του 1989, μπορούσε με βάση την ατμοσφαιρική πίεση, να προβλέψει τον καιρό. Είχε ενσωματωμένο βαρόμετρο, το οποίο έπαιρνε μετρήσεις κάθε 3 ώρες και έδειχνε ανάλογες ενδείξεις στην οθόνη του. Με τις μετρήσεις της ατμοσφαιρικής πίεσης, μπορούσε επίσης να πει στον χρήστη το κατ' εκτίμηση ύψος που βρίσκεται [29].



Εικόνα 1.3.2. Το Casio BM-100WJ

Casio GMW-15

Το Casio GMW-15 εμφανίστηκε κι αυτό το 1989. Το χαρακτηριστικό που το έκανε ξεχωριστό, ήταν η δυνατότητά του να δείχνει τις ώρες ανατολής και δύσης, τις φάσεις του φεγγαριού, προς ποια κατεύθυνση βρίσκεται ανά πάσα στιγμή το φεγγάρι, καθώς και πότε είχαμε καινούργιο φεγγάρι και πανσέληνο. Επίσης, ήταν αδιάβροχο έως τα 50 μέτρα υπό το νερό [30],[31].



Εικόνα 1.3.3. Το Casio GMW-15

Casio VDB-1000

Το VDB-1000 ήταν ένα ρολόι Casio με οθόνη αφής, που εμφανίσθηκε το 1991. Είχε πολλαπλές εφαρμογές μέσα, όπως τηλεφωνικό κατάλογο, μνήμη, ημερολόγιο, παγκόσμια ώρα, καθώς και αριθμομηχανή. Επίσης, είχε πληκτρολόγιο με Ρωμαϊκούς και Ιαπωνικούς χαρακτήρες [32].



Εικόνα 1.3.4. Το Casio VDB-1000

Casio JC-11

Το JC-11, το οποίο επίσης λανσαρίστηκε το 1991 από την Casio, είχε τη δυνατότητα να μετρήσει πόσες θερμίδες έκαιγε ο χρήστης, πόσα βήματα έκανε, καθώς και την απόσταση που είχε διανήσει. Ήταν, ουσιαστικά, ένας σημερινός βηματομετρητής [33].



Εικόνα 1.3.5. Το Casio JC-11

Casio BP-400

Επίσης ρολόι του 1991, το Casio BP-400, ήταν ικανό να μετρήσει καρδιακούς παλμούς, καθώς και την αρτηριακή πίεση [34].



Εικόνα 1.3.6. Το Casio BP-400

Casio CMD-10

Το 1992 εμφανίστηκε το CMD-10 πάλι της εταιρίας Casio, το οποίο λειτουργούσε και σαν ασύρματο κοντρόλ για τηλεοράσεις, συσκευές βίντεο και στερεοφωνικά [38].



Εικόνα 1.3.7. Το Casio CMD-1

Casio VivCel VCL-100

Το Casio VivCel VCL-100, του 1994, είχε την ικανότητα να ανιχνεύει πότε χτυπούσε το κινητό του χρήστη και τον ειδοποιούσε στέλνοντας δονήσεις στον καρπό του [39].



Εικόνα 1.3.8. Το Casio VivCel VCL-100

Casio TSX-1300

Το TSX-1300, επίσης ρολόι του 1994, μπορούσε να υπολογίσει την θερμοκρασία της επιφάνειας ενός αντικειμένου, κάτι που κατάφερε ανιχνεύοντας υπέρυθρες ακτινοβολίες που εξέπεμπε το αντικείμενο [40].



Εικόνα 1.3.9. Το Casio TSX-1300

Casio UV-700

Όπως υποδηλώνει και το όνομά του, το ρολόι UV-700 το οποίο λανσαρίστηκε το 1994, είχε built-in αισθητήρα για την μέτρηση των ultraviolet rays, ή αλλιώς υπεριώδους ακτινοβολίας, κάτι που βοηθούσε τους χρήστες να αποφύγουν τα ηλιακά εγκαύματα [41].



Εικόνα 1.3.10. Το Casio UV-700

Casio JG-100

Λανσαρίστηκε το 1995, ο λόγος για το JG-100, είχε εσωτερική μνήμη για να αποθηκεύει ονόματα και τηλέφωνα, καθώς και game mode όπου ο χρήστης μπορούσε να παίζει συγκεκριμένα παιχνίδια. Επίσης, μπορούσε να συνδέεται και να ανταλλάσει δεδομένα με άλλα ρολόγια, ώστε οι χρήστες να παίζουν σαν αντίπαλοι στα παιχνίδια [42].



Εικόνα 1.3.11. Το Casio JG-100

Casio PRT-1GP

Το PRT-1GP, βγήκε στην αγορά το 1999 και είχε προεγκατεστημένο GPS, για ακριβή ανίχνευση τοποθεσίας χρήστη, χαρακτηριστικό που ακόμα και στις μέρες μας δεν διαθέτουν όλα τα smartwatch [43].



Εικόνα 1.3.12. Το Casio PRT-1GP

Casio DBV-V50

Επίσης λανσαρισμένο το 1999 από την Casio, το ρολόι DBV-V50 είχε τη δυνατότητα ηχογράφησης. Μπορούσε να αποθηκεύσει μέχρι 5 ηχογραφήσεις, συνολικής διάρκειας 30 δευτερολέπτων, με τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν και ως ήχοι για ξυπνητήρι [44].



Εικόνα 1.3.13. Το Casio DBV-V50

Casio HBX-100

Ένα ακόμα ρολόι του 1999, το HBX-100, υποστήριζε επικοινωνία υπερύθρων δεδομένων (infrared data communication), πράγμα που έδινε τη δυνατότητα στο χρήστη να ανεβάσει ή να κατεβάσει δεδομένα στον ή από τον υπολογιστή του. Επίσης είχε τη δυνατότητα μεταφοράς αρχείων και επαγγελματικών καρτών μεταξύ δύο ρολογιών [45].



Εικόνα 1.3.14. Το Casio HBX-100

Samsung SPH-WP10

Λανσαρισμένο το 1999, το SPH-WP10 ήταν πρακτικά ίδιο με ένα κινητό τηλέφωνο, με τη διαφορά ότι το φορούσες στον καρπό σου. Είχε ασπρόμαυρη LCD οθόνη, μικρόφωνο και ηχείο. Ζύγιζε περίπου 50 γραμμάρια και είχε πάχος 2 cm. Ισχυριζόταν ότι παρείχε αυτονομία ομιλίας 90 λεπτών [46].



Εικόνα 1.3.15. Το Samsung SPH-WP10

Casio WMP-1

Το WMP-1 του 2000, είναι το πρώτο παγκοσμίως ρολόι MP3 αν και παρείχε μόλις 32MB μνήμης για μουσικά κομμάτια [47].



Εικόνα 1.3.16. Το Casio WMP-1

Casio WQV Series

Η σειρά ρολογιών της Casio WQV, πρωτοεμφανιζόμενη το 2000, με το WQV-1 (το εικονιζόμενο), ήταν το πρώτο ψηφιακό ρολόι που είχε κάμερα, μια 120x120 οθόνη και τραβούσε ασπρόμαυρες εικόνες 0.03 MP. Τα άλλα ρολόγια της σειράς, το WQV-3 και WQV-10, λανσαρισμένα το 2001, είχαν έγχρωμη κάμερα και έγχρωμη οθόνη αντίστοιχα [48].



Εικόνα 1.3.17. Το Casio WQV Series

IBM Watchpad

Λανσαρισμένο το 2001, το Watchpad ήταν δημιούργημα της IBM και της Citizen Watch με σκοπό την “εκτεταμένη έρευνα ενός καινούργιου μέσου πρόσβασης στις προσωπικές πληροφορίες, σε μια καινούργια εποχή υπολογιστών”. Είχε λειτουργικό Linux 2.4, οθόνη QVGA 320x240 pixel LCD, καθώς και 8MB Ram και 16MB μνήμη. Παρείχε ημερολόγιο, Bluetooth και επιταχυνσιόμετρο [49].



Εικόνα 1.3.17. Το IBM Watchpad

Fossil Wrist PDA

Το Fossil Wrist PDA, ρολόι του 2002, είχε επεξεργαστή 66Mhz και μια οθόνη αφής 160x160. Λειτουργικό Palm OS 4.1.2, θύρα υπερήθρων, εικονικό πληκτρολόγιο και ήταν ικανό να ανταλλάξει πληροφορίες με υπολογιστή [50].



Εικόνα 1.3.18. Το Fossil Wrist PDA

Casio GWS-900G-Shock

Το 2004 πρωτοεμφανίσθηκε το GWS-900, το οποίο ήταν ένα ρολόι της σειράς G-Shock και είχε ένα σύστημα πληρωμής, ονομαζόμενο Speed Pass. Το ζητούμενο ήταν να μπορούν οι χρήστες να πληρώνουν αμέσως στα βενζινάδικα [51].



Εικόνα 1.3.19. Το Casio GWS-900G-Shock

Microsoft SPOT series

Το 2004 εμφανίσθηκαν για πρώτη φορά ρολόγια της σειράς Smart Personal Objects Technology (SPOT), η οποία βγήκε ολόκληρη στην αγορά το 2006, παρείχε πληροφορίες στους χρήστες όπως τις τιμές μετοχών, τίτλους ειδήσεων, πληροφορίες για οδική κίνηση, σκορ αγώνων και τον καιρό. Ήταν μεγάλα ρολόγια σε μέγεθος και για να έχουν τις συγκεκριμένες πληροφορίες οι χρήστες θα έπρεπε να πληρώνουν συνδρομή [52].



Εικόνα 1.3.20. Το Microsoft SPOT series

Sony-Ericsson MBW-150

Το MBW-150 λανσαρίστηκε το 2007 και ο χρήστης μπορούσε ασύρματα να χειρίζεται την μουσική των Sony-Ericsson ακουστικών του. Η OLED οθόνη στο ρολόι εμφάνιζε πληροφορίες όπως το νούμερο των εισερχόμενων κλήσεων και πληροφορίες για το κομμάτι μουσικής που έπαιζε εκείνη τη στιγμή. Ο χρήστης μπορούσε να αυξομειώσει την ένταση και να αλλάξει κομμάτι από το ρολόι του. Το ρολόι ήταν αδιάβροχο και δονούταν κατά την διάρκεια εισερχόμενης κλήσης [53].



Εικόνα 1.3.21. Το Sony-Ericsson MBW-150

LG GD910

Το GD910, ρολόι του 2009, ήταν ουσιαστικά ένα κινητό τηλέφωνο-ρολόι που υποστήριζε μια οθόνη 1.4 inch αφής και δυνατότητα φωνητικής γραφής. Υποστήριζε βίντεο κλήσεις και μαζί με το ρολόι ο χρήστης έπαιρνε και ένα Bluetooth hands-free [54].



Εικόνα 1.3.22. Το LG GD910

Samsung S9110

Επίσης ρολόι του 2009, το S9110 ήταν επίσης ένα ρολόι-κινητό τηλέφωνο με οθόνη 1.76 inch με ενσωματωμένο μικρόφωνο και ηχείο. Είχε Bluetooth, αναγνώριση φωνής, αλλά δεν υποστήριζε βίντεο κλήσεις [55].



Εικόνα 1.3.23. Το Samsung S9110

WIMM watch

Λανσαρισμένο το 2011, το WIMM ήταν ένα ρολόι με λειτουργικό Android και οθόνη LCD. Είχε σύνδεση Bluetooth και Wi-Fi. Όταν το συγχρόνιζε ο χρήστης με το κινητό, δονούταν κατά τη διάρκεια των εισερχομένων

κλήσεων και έδειχνε το νούμερο του καλούντος. Το αρνητικό του ήταν ότι ήταν ογκώδες [56].



Εικόνα 1.3.23. Το WIMM watch

Motorola's Moto ACTV

Επίσης λανσαρισμένο το 2011 ήταν το Moto ACTV, το οποίο είχε επεξεργαστή 600Mhz καθώς και GPS, Bluetooth, και ραδιόφωνο. Κρατούσε τα στατιστικά του χρήστη για τρέξιμο, περπάτημα, ποδηλάτο ακόμα και διάδρομο, καθώς επίσης και τους καρδιακούς παλμούς του. Είχε, επίσης, και ένα έξυπνο music player, το οποίο μπορούσε να βρει με ποιιά μουσικά κομμάτια απέδιδε καλύτερα ο χρήστης [57].



Εικόνα 1.3.24. Το Motorola's Moto ACTV

Sony Smartwatch

Το 2012 η Sony λανσάρει το Sony Smartwatch, με οθόνη αφής OLED 1.3 inch, θύρα USB 3.0 το οποίο συγχρονιζόταν σχεδόν με όλα τα Android τηλέφωνα. Παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να βλέπει συγκεκριμένες ενημερώσεις διαφόρων εφαρμογών και υπηρεσιών, πληροφορίες των

εισερχομένων κλήσεων και μηνυμάτων, χειρισμό του media player, ακόμα και πρόσβαση σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook και το Twitter. Τη συσκευή διαδέχθηκε το Sony Smartwatch 2 και Sony Smartwatch 3 το 2013 και 2014 αντίστοιχα [58].



Εικόνα 1.3.25. Το Sony Smartwatch

Pebble

Επίσης του 2012, το Pebble Smartwatch, 144x168 pixels Sharp Memory LCD και είχε λειτουργικό Pebble OS. Μπορούσε να συνδεθεί και με Android και με iOS εφαρμογές, μέσω Bluetooth. Είχε μαγνητόμετρο, φωτοαισθητήριο και επιταχυνσιόμετρο. Ο διάδοχός του, το Pebble Time, λανσαρίστηκε το 2015 [59].



Εικόνα 1.3.26. Το Pebble

The Apple Watch

Λανσαρισμένο στις αρχές του 2015, το Apple Watch, διαθέσιμο σε δύο μεθέγη, 38mm και 42mm. Το πρώτο με οθόνη 272x340 και το δεύτερο

390x312. Έχει λειτουργικό WatchOS, 512 MB Ram και 8 GB εσωτερική μνήμη. Έχει συνδέσεις Bluetooth και Wi-Fi και συγχρονίζεται με κινητά iPhones μέσω αυτών [60].



Εικόνα 1.3.27. Το Apple Watch

1.4 Smartwatch και Μπαταρίες

Ένα από τα μεγαλύτερα θέματα όλων των φορητών ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών είναι η διάρκεια ζωής των μπαταριών τους. Το smartwatch δεν αποτελεί εξαίρεση. Από το πρώτο ψηφιακό ρολόι μέχρι και στις μέρες μας, οι δυνατότητες των μπαταριών είναι που περιορίζουν και τις δυνατότητες των ρολογιών.

Από τα πρώτα ψηφιακά ρολόγια, γύρω στο 1972-5, το Pulsar Watch και το Black Watch της Sinclair, ρολόγια μοντέρνα και φουτουριστικά για την εποχή τους, είχαν το πρόβλημα των μπαταριών. Οι οθόνες και τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, κατανάλωναν τόση ενέργεια από τις μικρές μπαταρίες που χώραγαν μέσα στις θήκες τους, που τα ρολόγια δεν έδειχναν την ώρα συνέχεια, παρά μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού άναβαν οι LED οθόνες τους.



Εικόνα 1.4.1. Το Pulsar Watch, που άναβαν οι LED οθόνες του μόνο με το πάτημα του κουμπιού, για εξοικονόμηση της μπαταρίας

Στα επόμενα 20 χρόνια, η επανάσταση των μικροεπεξεργαστών από σιλικόνη, σε συνδυασμό με την ραγδαία ανάπτυξη στο χώρο των μπαταριών, είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία πιο επεξεργαστικά δυνατών ρολογιών, που χρησιμοποιούσαν οθόνες LCD [66].



Εικόνα 1.4.2. Το Casio με οθόνη LCD

Τα τελευταία χρόνια, τα smartwatch όπως και οι περισσότερες φορητές συσκευές, δουλεύουν με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες lithium-ion polymer (Πολυμερών Ιόντων Λιθίου) Li-Po. Τις προτιμούν γιατί είναι ελαφριές, δεν περιορίζονται ως προς το σχήμα τους και μπορούν να έχουν πάχος ορισμένων χιλιοστών, κάνοντάς τες ιδανικές για τα smartwatch [65]. Το εύρος των mAh κυμαίνεται από 140mAh μέχρι και 700mAh, με το μέσο όρο να βρίσκεται κάπου στα 350mAh. Ενδεικτικά το Sony Smartwatch 3 έχει μπαταρία 420 mAh και η διάρκεια λειτουργίας του είναι 48 ώρες, ενώ το Samsung Gear S2 έχει μπαταρία 250 mAh και διάρκεια λειτουργίας 72 ώρες [26].



Εικόνα 1.4.3. Η CR2032 μπαταρία ρολογιού (lithium anode, 3 V, 20.0 mm × 3.2 mm) [67]

1.5 Smartwatch με μεγάλη διάρκεια μπαταρίας

Η μέση μπαταρία των smartwatches διαρκεί περίπου 1 με 2 ημέρες. Εάν σκεφτεί κανείς, ότι ήδη φορτίζουμε τα κινητά μας σε καθημερινή βάση, το να προστεθεί μια ακόμα συσκευή που χρήζει ίδιας συχνότητας φόρτισης δεν είναι βολικό.

Υπάρχουν, όμως, κάποια smartwatches που η μπαταρία τους ξεπερνά την μέση διάρκεια αντοχής των υπολοίπων. Όπως είναι φυσικό, το τίμημα είναι ότι και οι εφαρμογές των συγκεκριμένων ρολογιών υπολείπονται των άλλων, ώστε να καταφέρνουν αυτό το αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, το Pebble που είδαμε παραπάνω, μπορεί να αντέξει έως και μια εβδομάδα χωρίς επαναφόρτιση. Το συγκεκριμένο smartwatch έχει μια χαμηλής κατανάλωσης ασπρόμαυρη e-paper οθόνη, σε αντίθεση με τις έγχρωμες LCD ή OLED οθόνες που, παραδείγματος χάρη, συναντάμε σε ένα Samsung smartwatch. Ας δούμε λοιπόν, μερικά παραδείγματα, για το πόσο μπορεί να αντέξει ένα smartwatch χωρίς φόρτιση και ποιο το τίμημα όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του.

Cogito Classic – 365 Ημέρες

Το Cogito Classic έχει μια αναλογική οθόνη με LED ενδείξεις, οι οποίες δείχνουν ποιες εφαρμογές ή υπηρεσίες έχουν ειδοποιήσεις. Οι ενδείξεις δεν έχουν τίποτα παραπάνω από απλά εικονίδια, τα οποία φωτίζονται σε περίπτωση ειδοποίησης. Έχει, επίσης, τη δυνατότητα χειρισμού music player, δυνατότητα εντολή για λήψη φωτογραφίας, ενδείξεις για αθλητικές δραστηριότητες, καθώς και δείκτες για την κατάσταση της μπαταρίας του κινητού. Είναι συμβατό με λειτουργικά iOS (7+) και Android (4.3+) smartphone συσκευές [68].



Εικόνα 1.5.1. Το Cogito Classic smartwatch, που διαρκεί 325 ημέρες

ConnecteDevice Cookoo 2 – 180 Ημέρες

Το ConnectedDevice Cookoo 2 έχει μέση ζωή μπαταρίας 180-200 ημέρες. Αυτό επιτυγχάνεται, γιατί δεν είναι η μπαταρία του μια απλή μπαταρία

συμβατικών ρολογιών. Η όψη του είναι αναλογική και από πίσω της υπάρχει μια χαμηλής κατανάλωσης οθόνη που εμφανίζει τις LED ενδείξεις. Το Cookoo 2 μπορεί να δείχνει ειδοποιήσεις από μέσα κοινωνική δικτύωσης, e-mails, μηνύματα, κλήσεις και ειδοποιήσεις του τηλεφώνου. Η βασική ιδέα πίσω από αυτό το smartwatch είναι, αντί να ψάχνεις τι γίνεται στην συσκευή στον καρπό σου, με μια ματιά να βλέπεις αν υπάρχει κάτι νεότερο στις ειδοποιήσεις του κινητού σου. Το smartwatch αυτό μπορεί να συνδεθεί με Android (4.3+) και iOS (8+) συσκευές, μέσω της εφαρμογής Cookoo με σύνδεση Bluetooth 4.0. Είναι αδιάβροχο έως τα 100 μέτρα, έχει καταγραφή αθλητικών δραστηριοτήτων, διαχείριση μουσικής, ειδοποίηση εισερχομένων κλήσεων και ασύρματη διαχείριση της κάμερας του κινητού [69].



Εικόνα 1.5.2. Το ConnecteDevice Cookoo 2 smartwatch, που διαρκεί 180-200 ημέρες

Vector Watch Luna – 30 Ημέρες

Το Luna, ρολόι της εταιρίας Vector Watch, μπορεί να περάσει ένα ολόκληρο μήνα με μία μόνο φόρτιση. Το καταφέρνει αυτό, χρησιμοποιώντας μια χαμηλής κατανάλωσης ασπρόμαυρη οθόνη, η οποία δεν είναι αφής, καθώς το ρολόι λειτουργεί με κουμπιά. Μεταφέρει ειδοποιήσεις από το κινητό και τρέχει συγκεκριμένες δικές του εφαρμογές και άλλα. Μπορεί να συνδεθεί με Android, iOS και Windows συσκευές [70].



Εικόνα 1.5.3. Το Vector Watch Luna smartwatch, που διαρκεί 30 ημέρες

Pebble Time Steel – 10 Ημέρες

Το Pebble Time Steel είναι μια πιο εξελιγμένη έκδοση του Pebble Time, το οποίο έχει έγχρωμη e-paper οθόνη και με μια και μόνο φόρτιση λειτουργεί για 7-10 ημέρες. Έχει όλες τις βασικές λειτουργίες ενός smartwatch, καθώς και μικρόφωνο που δίνει τη δυνατότητα φωνητικών εντολών. Ο χρήστης, επίσης, μπορεί να απαντήσει μέσω αυτού σε κλήσεις του κινητού του. Μπορεί να συνδεθεί με Android (4.0+) και iOS (8+) συσκευές [71].



Εικόνα 1.5.4. Το Pebble Time Steel smartwatch, που διαρκεί 10 ημέρες

Martian Passport – 5 Ημέρες

Το Martian Passport είναι άλλο ένα ρολόι αναλογικού τύπου. Έχει μια οθόνη 1 inch OLED κάτω από το αναλογικό ρολόι, στην οποία εμφανίζονται ειδοποιήσεις. Συνδέεται με όλες τις κύριες συσκευές smartphone, συμπεριλαμβανομένου των Android (2.3+), Blackberry (10+), iOS (6+) και Windows phone (7+). Έχει ενσωματωμένο μικρόφωνο και ηχείο για φωνητική εντολοδότηση και απάντηση κλήσεων κατευθείαν από αυτό. Η σύνδεσή του με το κινητό γίνεται μέσω ασύρματης σύνδεσης Bluetooth 4.0 [72].



Εικόνα 1.5.5. Το Martian Passport smartwatch, που διαρκεί 5 ημέρες

2. Ανάλυση της ιδέας

2.1 Πού βασίστηκε η ιδέα – Παλιά αυτόματα ρολόγια

Ένα αυτόματο ή αυτοκουρδιζόμενο ρολόι είναι ένα μηχανικό ρολόι, στο οποίο ο κύριος μηχανισμός γυρνάει αυτόματα, ως αποτέλεσμα της φυσικής κίνησης του χεριού του χρήστη. Έτσι, παρέχει ενέργεια για να λειτουργήσει το ρολόι, καθιστώντας το χειροκίνητο κούρδισμα περιττό. Ένα μηχανικό ρολόι που δεν είναι ούτε αυτο-κουρδιζόμενο, ούτε ηλεκτροκίνητο ονομάζεται χειροκίνητο ρολόι. Τα περισσότερα μηχανικά ρολόγια που κατασκευάζονται σήμερα είναι αυτο-κουρδιζόμενα.



Εικόνα 2.1.1. Μηχανισμός ενός αυτόματου ρολογιού [61] Εικόνα 2.1.2. Ο ρότορας [62]

Λειτουργία

Η κίνηση ενός αυτο-κουρδιζόμενου ρολογιού έχει ένα μηχανισμό που κουρδίζει το κύριο ελατήριο. Πιο συγκεκριμένα, το ρολόι περιέχει ένα έκκεντρο βάρος, τον ρότορα (βλ. Εικόνα 1.4.2), που συνδέεται με ένα οδοντωτό περιστροφικό μηχανισμό και λόγω της φυσικής κίνησης του χεριού του χρήστη, περιστρέφεται πάνω σε έναν άξονα περιστροφής (βλ. Εικόνα 1.4.1). Με τον τρόπο αυτό, η κίνηση του βραχίονα του χρήστη μετατρέπεται σε κυκλική κίνηση του δρομέα η οποία, μέσα από μια σειρά αναστροφών και γραναζιών, τελικά κουρδίζει το κύριο ελατήριο (βλ. Εικόνα 1.4.3).



Εικόνα 2.1.3. Τα γρανάζια μέσα στον μηχανισμό του αυτόματου ρολογιού [63]

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί σχεδιασμοί για το σύγχρονο αυτο-κουρδίζόμενο μηχανισμό. Μερικοί σχεδιασμοί έχοντας ένα γρανάζι επιτρέπουν το κούρδισμα του ρολογιού, καθώς ο δρομέας κινείται προς μία μόνο κατεύθυνση, ενώ άλλοι, πιο προηγμένοι σχεδιασμοί, κουρδίζουν το ρολόι τόσο με την δεξιόστροφη όσο και με την αριστερόστροφη κίνηση του δρομέα, διότι έχουν δύο γρανάζια.

Ένα πλήρως φορτισμένο ελατήριο, σε ένα τυπικό ρολόι, μπορεί να αποθηκεύσει ενέργεια, για περίπου δύο ημέρες, επιτρέποντας το ρολόι να συνεχίσει να δουλεύει όλη τη νύχτα, όντας σταματημένο. Σε πολλές περιπτώσεις, επίσης, τα αυτόματα ρολόγια μπορούν να φορτιστούν χειροκίνητα, περιστρέφοντας το στέμμα, έτσι ώστε το ρολόι να μπορεί να συνεχίσει να δουλεύει, ακόμα κι όταν δεν φοριέται, ή σε περίπτωση που οι κινήσεις του καρπού του χρήστη δεν επαρκούν, για να παραμείνει αυτόματα κουρδισμένο [61].

Αυτόματος χαλαζίας ή κινητική ενέργεια

Μετά την εισαγωγή των ρολογιών χαλαζία, αναπτύχθηκαν από την Seiko ηλεκτρονικά αυτόματα ρολόγια χαλαζία, που τροφοδοτούνται από την κίνηση του βραχίονα. Τυπικά, ένας ρότορας γυρίζει μια μικρή ηλεκτρική γεννήτρια, φορτίζοντας μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία ή ένα πυκνωτή χαμηλής διαρροής, τα οποία τροφοδοτούν την κίνηση του χαλαζία. Αυτή η αυτόματη ρύθμισή του, του παρέχει ακρίβεια στην κίνηση, χωρίς την ανάγκη αντικατάστασης της μπαταρίας. Μια εναλλακτική πηγή ενέργειας με παρόμοια λειτουργικά αποτελέσματα είναι ένα φωτοηλεκτρικό κύτταρο/φωτοβολταϊκό ("ηλιακό ρολόι") [64].



Εικόνα 2.1.4. Το ηλιακό ρολόι

2.2 Βασική ιδέα

Το αυτοφορτιζόμενο smartwatch με την κίνηση θα μπορούσε να είναι το πρώτο smartwatch που δεν απαιτεί φόρτιση. Η μπαταρία στη συσκευή θα τροφοδοτείται από την κινητική ενέργεια, που παράγεται από την φυσική κίνηση του χεριού του χρήστη. Με αυτό το τρόπο, επομένως, δεν θα πρέπει να υπάρχει ποτέ σύνδεση στο ρεύμα.

Αυτό το smartwatch, θα διαθέτει βασικές λειτουργίες, όπως ειδοποιήσεις, υπενθυμίσεις ημερολογίου και ειδοποιήσεις εισερχόμενων κλήσεων και μηνυμάτων.

Από την πλευρά της υγείας και της φυσικής κατάστασης, θα μετράει τα βήματα και θα έχει ένα χρονόμετρο, για την παρακολούθηση της δραστηριότητας και της προπόνησης. Επίσης, θα μπορεί να ελέγχει τους καρδιακούς παλμούς, έχοντας στο πίσω μέρος έναν αισθητήρα. Αυτός ο αισθητήρας, ερχόμενος σε επαφή με τον καρπό, θα έχει την δυνατότητα να εντοπίζει του σφυγμούς του χρήστη (αντίστοιχη τεχνολογία με αυτή των λαβών του διαδρόμου γυμναστικής).

Όσον αφορά το hardware θα είναι συμβατό με συσκευές iOS, Android και Windows Phone και θα έχει χωρητικότητα 2 GB για αποθήκευση ψηφιακής μουσικής - με στοιχεία ελέγχου αναπαραγωγής στη ίδια τη συσκευή. Επίσης, θα διαθέτει Bluetooth και Wi-Fi για ασύρματο συγχρονισμό, καθώς και GPS, για τον εντοπισμό της τοποθεσίας του χρήστη [73].

Εδώ και κάποια χρόνια ένας αντίστοιχος μηχανισμός φόρτισης, έχει ήδη βγει στην αγορά σε μορφή εφεδρικής εξωτερικής μπαταρίας (power bank). Μία τέτοια φορητή μπαταρία αυτοφορτιζόμενη με την κίνηση είναι το AMPY Move. Αυτός είναι, ίσως, ο πιο γνωστός από όλους τους φορτιστές κινητών που ανακτούν ενέργεια, μέσω της κίνησης που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά. Έχει λάβει αρκετή προσοχή, καθώς υπόσχεται ότι ένα πλήρως φορτισμένο AMPY, μπορεί να προσφέρει στον χρήστη έως και 24 ώρες, επιπλέον διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Πέρα από αυτό, η μονάδα αυτή μπορεί να φορτιστεί, από την ενέργεια που παράγεται από τις καθημερινές σας κινήσεις, όπως το περπάτημα και το τρέξιμο, χωρίς κάποια περαιτέρω προσπάθεια [74,75].

Το smartwatch αυτό, δεν θα πρέπει να απαιτεί πολύ αθλητικούς χρήστες. Απλώς, θα πρέπει να το φοράτε και να ξεκινάτε την ημέρα σας. Όσο πιο έντονη είναι η άσκηση, τόσο περισσότερη δύναμη θα αντλήσετε σε αυτό. Για παράδειγμα, μια κανονική ημέρα περπατήματος (περίπου 10.000 βήματα), θα πρέπει να μπορεί να σας δώσει περίπου 3 ώρες ζωής της μπαταρίας, ενώ ένα jogging, τουλάχιστον τις διπλάσιες. Οι αριθμοί αυτοί είναι λίγο ασαφείς, αλλά αυτό θα αποτελέσει και θέμα για τις μελλοντικές έρευνες.

2.3 Πρόταση μηχανισμού

Ο βασικός μηχανισμός που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, για να επιτευχθεί το επιθυμητό μας αποτέλεσμα είναι μια μπαταρία Livecell. Το Livecell είναι μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία που τροφοδοτείται με ενέργεια από την κίνησή μας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε συσκευή, αλλά είναι ιδιαίτερα ιδανική για μικρές συσκευές όπως τηλεχειριστήρια, ασύρματο ποντίκι, μικρά ρολόγια, Wiimote, κλπ. Όταν οι μπαταρίες αυτών των συσκευών εξαντληθούν, δεν χρειάζεται καν να αφαιρεθούν. Για παράδειγμα, όταν οι μπαταρίες του τηλεχειριστηρίου της τηλεόρασης εξαντληθούν, απλά με ένα κούνημα για λίγα λεπτά, μπορούμε να έχουμε αρκετή φόρτιση για τις επόμενες ημέρες.

Για ένα Wiimote είναι ακόμα καλύτερο, διότι ποτέ δεν πρέπει να θυμόμαστε να το φορτίσουμε, καθώς απαιτεί κίνηση και κούνημα όλη την ώρα, ούτως ή άλλως! Στην πραγματικότητα, το Wiimote θα δημιουργούσε τόσο μεγάλο πλεόνασμα ενέργειας, που θα μπορούσαμε, προσωρινά, να τοποθετήσουμε στο Willmote τα Livecells από άλλες συσκευές, ώστε να φορτιστούν κι αυτά.



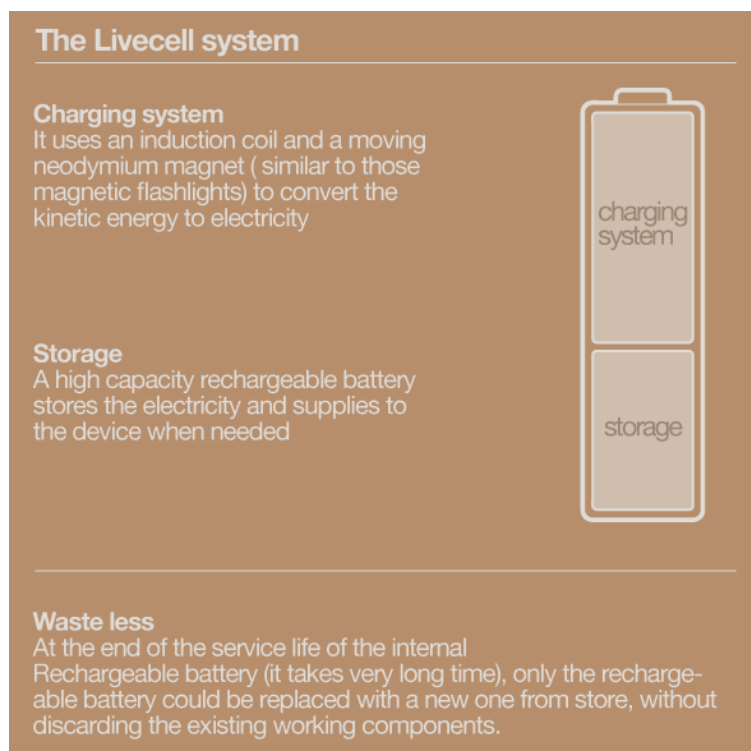
Εικόνα 2.3.1. Η αυτοφορτιζόμενη μπαταρία, μέσω κινητικής ενέργειας, Livecell

Το αρνητικό στα Livecells, είναι ότι μετά το πέρας των κύκλων φόρτισης, εξαντλούνται, αλλά χρειάζεται πολύς χρόνος για να συμβεί αυτό και είναι γενικά πολύ περισσότερος από τη διάρκεια ζωής των κοινών καθημερινών προϊόντων που χρησιμοποιούμε. Επίσης, ένα δεύτερο αρνητικό είναι το μέγεθός τους, διότι είναι μια μπαταρία standard μεγέθους AA.

Το κυριότερο, όμως, θετικό των Livecells, είναι ότι το σύστημα τους μπορεί να τροποποιηθεί, για να χωρέσει σε μπαταρίες οποιουδήποτε μεγέθους και μορφής. Αυτό το στοιχείο, θα αποτελέσει την βάση για περαιτέρω μελέτη και σχεδιασμό των μελλοντικών smartwatches, που θα έχουν κύριο στόχο την αποκοπή από το ρεύμα και την φόρτιση μέσω αυτού.

2.4 Πώς λειτουργεί ένα Livecell

Η βασική ιδέα πίσω από το σύστημα του Livecell είναι πολύ απλή. Έχει δύο βασικά συστατικά: 1) το σύστημα φόρτισης, που χρησιμοποιεί ένα επαγωγικό πηνίο και έναν ταλαντευόμενο μαγνήτη, που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια, και 2) το σύστημα αποθήκευσης, που περιέχει μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία με υψηλή πυκνότητα (όπως μπαταρία ιόντων λιθίου).



Εικόνα 2.3.2. Το σύστημα του Livecell

Πιο αναλυτικά: Η μονάδα φόρτισης περιέχει ένα μαγνήτη νεοδυμίου, το κύκλωμα επαγωγής και το κύκλωμα διαχείρισης ενέργειας, το οποίο είναι τυλιγμένο σε ένα πλαστικό κάλυμμα με ενσωματωμένη μαγνητική ασπίδα. Η μονάδα αποθήκευσης είναι μια μπαταρία ιόντων λιθίου υψηλής χωρητικότητας, η οποία μπορεί να αντικατασταθεί, ανοίγοντας το αποσπώμενο κάλυμμα βάσης. Το κάτω κάλυμμα είναι διαφανές, καθιστώντας τις πληροφορίες της μπαταρίας ορατές χωρίς άνοιγμα.



Εικόνα 2.3.3. Τα εξαρτήματα του Livecell

Υπάρχουν πολλά προϊόντα στην αγορά, που λειτουργούν σε παρόμοια αρχή, αλλά το Livecell την ενσωματώνει σε τυποποιημένες μπαταρίες, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε υπάρχουσα συσκευή, χωρίς τροποποιήσεις [76].

3. Εναλλακτικός τρόπος φόρτισης

3.1 Φόρτιση μέσω διαφοράς θερμοκρασίας ή θερμότητας

Ένα smartwatch, που μπορεί να αξιοποιήσει και να μετατρέψει την διαφορά θερμοκρασίας του σώματος του χρήστη με το γύρω περιβάλλον, θα μπορούσε να αποτελέσει έναν ακόμη εναλλακτικό τρόπο αυτοφόρτισης. Για να λειτουργήσει ένα κύκλωμα θερμοηλεκτρικής γεννήτριας, η μία πλευρά απαιτεί μια σταθερή πηγή θερμότητας, ενώ η άλλη πλευρά πρέπει να παραμείνει πολύ πιο δροσερή. Ο σημαντικός παράγοντας είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο, γι 'αυτό η τεχνολογία λειτουργεί τόσο καλά, όταν ενσωματώνεται σε ένα ρολόι.

Το ανθρώπινο σώμα, συνήθως, παραμένει σε σταθερή εσωτερική θερμοκρασία των 36,6 βαθμών Κελσίου. Αυτή η θερμότητα διαδίδεται στο δέρμα, όπου μπορεί να απορροφηθεί, από το πίσω μέρος του smartwatch, ενώ φοριέται. Από την άλλη πλευρά του ρολογιού είναι ένα μεταλλικό περίβλημα, που το βοηθούν να παραμείνει πολύ πιο δροσερό, από την πλευρά που αγγίζει το δέρμα του χρήστη.

Όσο αυτή η διαφορά θερμοκρασίας υπάρχει, το smartwatch είναι σε θέση να παράγει όλη την ισχύ που χρειάζεται για να δουλέψει. Όταν το ρολόι δεν φοριέται, μεταβαίνει αυτόματα σε λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, που τροφοδοτείται από μια εσωτερική μπαταρία, έτσι ώστε να διατηρεί τη σωστή ώρα και ημερομηνία, μέχρι να την θέσετε ξανά σε λειτουργία [77].

Συμπέρασμα

Μετά το πέρας αυτής της πτυχιακής εργασίας, διακρίνουμε κάποια συμπεράσματα. Οι έξυπνες συσκευές έχουν διεισδύσει στην καθημερινότητά μας με ασυναγώνιστους ρυθμούς, με τα smartphones να θεωρούνται η πιο ανατρεπτική τεχνολογία μέχρι σήμερα. Στον 21^ο αιώνα όμως, ο τομέας της τεχνολογίας εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και επηρεάζει πολλούς τομείς της εποχής μας, όπως της υγείας, της επικοινωνίας, της διασκέδασης και πολλούς άλλους. Έτσι, βλέπουμε τα τελευταία χρόνια οι φορετές (wearable) συσκευές, όπως τα smartwatch, να εξελίσσονται όλο και περισσότερο, σε

σημείο που να αντικαθιστούν κάποιες λειτουργίες των smartphones. Η ανάγκη ύπαρξης μιας έξυπνης συσκευής, η οποία να έρχεται σε άμεση επαφή με τον χρήστη, είναι ο κύριος λόγος, που συνεχώς αναβαθμίζονται και εξελίσσονται τα smartwatches. Βασικό πρόβλημα, όπως, παρέμενε πάντα η προσθήκη μιας ακόμα συσκευής στην πρίζα μας. Επόμενος, μία μόνο ανακάλυψη, όπως οι αυτοφορτιζόμενες συσκευές, μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα για τον χώρο της τεχνολογίας σε λίγους μήνες.

Κύριος στόχος αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη για τον σχεδιασμό ενός smartwatch, το οποίο θα μπορεί να είναι ανεξαρτητοποιημένο από οποιοδήποτε μέσο φόρτισης και σύνδεσης στο ρεύμα, με μόνη πηγή ενέργειας την καθημερινή κίνηση του χεριού του χρήστη. Η ιδέα προήλθε από τα παλιά αυτόματα ρολόγια, τα οποία εκμεταλλεύονταν την φυσική κίνηση του χεριού, ώστε να κουρδίζεται το ρολόι. Ο μηχανισμός, φυσικά, δεν θα μπορούσε να είναι ο ίδιος, εφόσον δεν ήταν smartwatch.

Η μελέτη έγινε πάνω σε ένα μηχανισμό που ονομάζεται livecell. Είναι μια αυτοφορτιζόμενη μπαταρία, η οποία χρησιμοποιεί την κινητική ενέργεια, ώστε να παραμείνει φορτισμένη, αποθηκεύοντάς την σε μία μπαταρία ιόντων λιθίου, που αποτελεί την μονάδα αποθήκευσής της. Το σύστημα, από το οποίο αποτελείται η μπαταρία livecell, έχει την δυνατότητα να τροποποιείται και να παίρνει οποιαδήποτε μορφή μπαταρίας, βασική προϋπόθεση για να χρησιμοποιηθεί σε ένα smartwatch, που όλοι οι μηχανισμοί του πρέπει να είναι μικρού μεγέθους.

Η εφαρμογή μιας τέτοιας τεχνολογίας θα αποτελέσει μια σημαντική πρόοδο σε πολλούς τομείς. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο smartwatch θα είναι η λύση για ένα πλήρες σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης της υγείας, στο οποίο δεν θα υπάρχει περιορισμός στον ρυθμό δειγματοληψίας, και επομένως θα υπάρχει ακρίβεια στα δεδομένα που λαμβάνει. Σε συνδυασμό με project που ήδη έχουν γίνει πάνω σε smartwatch, που αφορούν την ανίχνευση της κίνησης και της στάσης του σώματος του ασθενούς, καθώς και την λήψη διαφόρων σωματικών μετρήσεων, αυτή η τεχνολογία θα ήταν ένα εργαλείο για τον τομέα της υγείας και όχι μόνο.

Βιβλιογραφία

1. Dey, A.K.; Wac, K.; Ferreira, D.; Tassini, K.; Hong, J.H.; Ramos, J. Getting closer: An empirical investigation of the proximity of user to their smart phones. In Proceedings of the 13th International Conference on Ubiquitous Computing, Beijing, China, 17–21 September 2011; ACM: New York, NY, USA, 2011; pp. 163–172. [[Google Scholar](#)]
2. Lan, M.; Samy, L.; Alshurafa, N.; Suh, M.K.; Ghasemzadeh, H.; Macabasco-O’Connell, A.; Sarrafzadeh, M. Wanda: An end-to-end remote health monitoring and analytics system for heart failure patients. In Proceedings of the Conference on Wireless Health, La Jolla, CA, USA, 22–25 October 2012; ACM: New York, NY, USA, 2012. [[Google Scholar](#)]
3. Alshurafa, N.; Eastwood, J.; Nyamathi, S.; Xu, W.; Liu, J.J.; Sarrafzadeh, M. Battery Optimization in Smartphones for Remote Health Monitoring Systems to Enhance User Adherence. In Proceedings of the 7th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments, Island of Rhodes, Greece, 27–30 May 2014; ACM: New York, NY, USA, 2014. [[Google Scholar](#)]
4. Rawassizadeh, R.; Tomitsch, M.; Wac, K.; Tjoa, A.M. UbiqLog: A generic mobile phone-based life-log framework. *Pers. Ubiquitous Comput.* **2013**, *17*, 621–637. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
5. Van Laerhoven, K.; Borazio, M.; Burdinski, J.H. Wear is Your Mobile? Investigating Phone Carrying and Use Habits with a Wearable Device. *Front. ICT* **2015**, *2*. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- Roggen, D.; Perez, D.G.; Fukumoto, M.; Van Laerhoven, K. ISWC 2013—Wearables Are Here to Stay. *IEEE Pervasive Comput.* **2014**, *13*, 14–18. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
6. Rawassizadeh, R.; Price, B.A.; Petre, M. Wearables: Has the age of smartwatches finally arrived? *Commun. ACM* **2015**, *58*, 45–47. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
7. Tognetti, A.; Lorussi, F.; Tesconi, M.; Bartalesi, R.; Zupone, G.; de Rossi, D. Wearable kinesthetic systems for capturing and classifying body posture and gesture. In Proceedings of the 27th Annual International Conference of

- the Engineering in Medicine and Biology Society, Shanghai, China, 17–18 January 2006; pp. 1012–1015.
8. Dietrich, M.; van Laerhoven, K. A Typology of Wearable Activity Recognition and Interaction. In Proceedings of the 2nd International Workshop on Sensor-Based Activity Recognition and Interaction, Rostock, Germany, 25–26 June 2015; ACM: New York, NY, USA, 2015. [[Google Scholar](#)]
 9. Mayer, S.; Soros, G. User Interface Beaming–Seamless Interaction with Smart Things Using Personal Wearable Computers. In Proceedings of the 11th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks Workshops (BSN Workshops), Zurich, Switzerland, 16–19 June 2014; pp. 46–49.
 10. Mortazavi, B.J.; Pourhomayoun, M.; Alsheikh, G.; Alshurafa, N.; Lee, S.I.; Sarrafzadeh, M. Determining the Single Best Axis for Exercise Repetition Recognition and Counting on SmartWatches. In Proceedings of the 11th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, Zurich, Switzerland, 16–19 June 2014; pp. 33–38.
 11. Zeni, M.; Zaihrayeu, I.; Giunchiglia, F. Multi-device activity logging. In Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication, Seattle, WA, USA, 13–17 September 2014; ACM: New York, NY, USA, 2014; pp. 299–302. [[Google Scholar](#)]
 12. Bieber, G.; Kirste, T.; Urban, B. Ambient Interaction by Smart Watches. In Proceedings of the 5th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Heraklion, Crete, Greece, 6–9 June 2012; ACM: New York, NY, USA, 2012. [[Google Scholar](#)]
 13. Bieber, G.; Haescher, M.; Vahl, M. Sensor Requirements for Activity Recognition on Smart Watches. In Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Island of Rhodes, Greece, 29–31 May 2013; ACM: New York, NY, USA, 2013. [[Google Scholar](#)]
 14. Ghasemzadeh, H.; Ostadabbas, S.; Guenterberg, E.; Pantelopoulos, A. Wireless Medical-Embedded Systems: A Review of Signal-Processing

- Techniques for Classification. *IEEE Sens. J.* **2013**, 13, 423–437. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
15. Bao, L.; Intille, S.S. Activity recognition from user-annotated acceleration data. In *Pervasive Computing*; Springer: Berlin, Germany, 2004; pp. 1–17. [[Google Scholar](#)]
16. Ravi, N.; Dandekar, N.; Mysore, P.; Littman, M.L. Activity recognition from accelerometer data. In *Proceedings of the Twentieth National Conference on Artificial Intelligence and the Seventeenth Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference*, Pittsburgh, PA, USA, 9–13 July 2005; pp. 1541–1546.
17. Chaudhry, S.I.; Phillips, C.O.; Stewart, S.S.; Riegel, B.; Mattera, J.A.; Jerant, A.F.; Krumholz, H.M. Telemonitoring for patients with chronic heart failure: A systematic review. *J. Card. Fail.* **2007**, 13, 56–62. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Chaudhry, S.I.; Mattera, J.A.; Curtis, J.P.; Spertus, J.A.; Herrin, J.; Lin, Z.; Phillips, C.O.; Hodshon, B.V.; Cooper, L.S.; Krumholz, H.M. Telemonitoring in patients with heart failure. *N. Engl. J. Med.* **2010**, 363, 2301–2309. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Suh, M.k.; Chen, C.A.; Woodbridge, J.; Tu, M.K.; Kim, J.I.; Nahapetian, A.; Evangelista, L.S.; Sarrafzadeh, M. A remote patient monitoring system for congestive heart failure. *J. Med. Syst.* **2011**, 35, 1165–1179. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Alshurafa, N.; Xu, W.; Liu, J.J.; Huang, M.C.; Mortazavi, B.; Sarrafzadeh, M.; Roberts, C.K. Robust human intensity-varying activity recognition using Stochastic Approximation in wearable sensors. In *Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Body Sensor Networks (BSN)*, Cambridge, MA, USA, 6–9 May 2013; pp. 1–6.
21. Pourhomayoun, M.; Jin, Z.; Fowler, M.L. Indoor Localization, Tracking and Fall Detection for Assistive Healthcare Based on Spatial Sparsity and Wireless Sensor Network. *Int. J. Monit. Surveill. Technol. Res.* **2013**, 1, 72–83. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

22. Wiens, J.; Gutttag, J.; Horvitz, E. Learning evolving patient risk processes for c. diff colonization. In ICML Workshop on Machine Learning from Clinical Data, Edinburgh, UK, 30 June–1 July 2012.
23. Lee, S.I.; Ghasemzadeh, H.; Mortazavi, B.; Lan, M.; Alshurafa, N.; Ong, M.; Sarrafzadeh, M. Remote Patient Monitoring: What Impact Can Data Analytics Have on Cost? In Proceedings of the 4th Conference on Wireless Health, Baltimore, MD, USA, 1–3 November 2013; ACM: New York, NY, USA, 2013. [[Google Scholar](#)]
24. Aaldriks, A.; Maartense, E.; Le Cessie, S.; Giltay, E.; Verlaan, H.; van der Geest, L.; Kloosterman-Boele, W.; Peters-Dijkshoorn, M.; Blansjaar, B.; Van Schaick, H.; et al. Predictive value of geriatric assessment for patients older than 70 years, treated with chemotherapy. *Crit. Rev. Oncol. Hematol.* **2011**, *79*, 205–212. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Balan, R.K.; Lee, Y.; Wee, T.K.; Misra, A. The challenge of continuous mobile context sensing. In Proceedings of the 2014 Sixth International Conference on Communication Systems and Networks (COMSNETS), Bangalore, India, 6–10 January 2014; pp. 1–8.
26. <https://en.wikipedia.org/wiki/Smartwatch>
27. <https://blog.inventhelp.com/wp-content/uploads/2015/04/Smartwatch-FB-Link.png>
28. <http://pocketcalculatorshow.com/nerdwatch/seiko-computer-watch-fun/>
29. <http://forums.watchuseek.com/f296/back-grave-casio-bm-100wj-long-post-450442.html>
30. <http://zonacasio.blogspot.gr/2013/06/prueba-casio-gmw-15-un-moon-graph-como.html>
31. http://watches.gafortiby.com/watch/Casio_GMW_15_832_Moon_Graph/
32. <http://cdecas.free.fr/computers/pocket/vdb1000.php>
33. http://watches.gafortiby.com/watch/Casio_JC_11_880_Jog_n_Walk_Calorie_Animated_Running_Man_watch/
34. <http://www.theverge.com/2015/6/29/8860737/casio-watches-smartwatch-features-photos-exhibition>
35. <https://thenextweb.com/gadgets/2015/12/11/everything-you-need-to->

- know-before-buying-a-smartwatch/#.tnw_wiaI8LVp
36. <https://www.laptopmag.com/articles/5-reasons-youll-wear-a-smart-watch>
 37. <http://www.therestlesswriter.com/2015/09/fighting-fomo.html>
 38. http://watchshock.com/archive/Casio/Misc_Gadget/model/CMD-10/
 39. <http://whichwatchtoday.blogspot.gr/2015/06/casio-vivcel-vcl-101-trans-biosis.html>
 40. <http://www.theverge.com/2015/6/29/8860737/casio-watches-smartwatch-features-photos-exhibition>
 41. <http://vintagedigitalwatches.com/0,60,vintage-rare-casio-uv-700-uv-sensor-sports-diver-marlin-digital-analog-lcd-watch-japan.html>
 42. http://www.digital-watch.com/DWL/1work/casio_jg-100/
 43. <https://www.firstclasswatches.co.uk/blog/2015/07/casio-show-off-their-early-smartwatches/>
 44. <http://forums.watchuseek.com/f296/everything-you-ever-wanted-know-about-casio-dbc-series-726143.html>
 45. <http://www.electricstuff.co.uk/casiowatch.html>
 46. http://www.phonearena.com/news/Did-you-know-that-Samsung-announced-a-watch-phone-in-1999_id69376
 47. <http://www.stuff.tv/news/retro-chic-casio-wmp1-wrist-audio-player-2000>
 48. <https://www.engadget.com/2013/12/29/time-machines/>
 49. <http://www.linuxjournal.com/article/5580>
 50. https://en.wikipedia.org/wiki/Fossil_Wrist_PDA#Gallery
 51. <http://www.casio.com/products/Watches/G-Shock/MTGM900DA-8/>
 52. <http://news.microsoft.com/2006/01/04/microsoft-spot-unveils-next-generation-of-smart-watches-expands-smart-product-suite-with-weather-stations/#sm.0001gp9v7b3okeq5ykc26txit83bc>
 53. <https://www.engadget.com/2007/06/14/sony-ericssons-new-mbw-150-bluetooth-watch-rocks-avrcp/>
 54. http://www.gsmarena.com/lg_gd910_watch_phone_to_hit_orange_networks_in_july-news-952.php
 55. http://www.gsmarena.com/samsung_s9110_wristwatch_phone_unveiled_no_video_calling_though-news-1032.php
 56. <https://www.cnet.com/news/life-with-the-worlds-geekiest-watch/>

57. <https://techcrunch.com/2011/10/18/motorola-announces-the-motoactv-smart-watch/>
58. <https://www.cnet.com/news/sony-smartwatch-is-an-android-phones-best-friend/>
59. https://en.wikipedia.org/wiki/Pebble_%28watch%29
60. https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Watch
61. https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_watch
62. <http://i38.tinypic.com/t06yqt.jpg>
63. <http://uptime.mensup.fr/thema/automobile/a,84947,heuer-silverstone.html>
64. <http://www.uniquewatchguide.com/image-files/synchronar.png>
65. <http://www.modelteam.gr/index.php?topic=14923.0;wap2>
66. <https://medium.com/@kiteaton/dont-stress-about-smartwatch-battery-life-its-a-500-year-old-problem-bec2868f95e5>
67. https://en.wikipedia.org/wiki/CR2032_battery
68. <http://smartwatches.org/models/cogito/classic/98/>
69. <http://store.cookoowatch.com/>
70. <http://vectorwatch.com/vector-luna-smart-watch#luna-black-blackmetal-regular>
71. <https://www.pebble.com/pebble-time-steel-smartwatch-features>
72. <https://www.martianwatches.com/passport/>
73. <https://www.wareable.com/smartwatches/element1-smartwatch-kinetic-price-specs-release-date-1370>
74. <https://www.cnet.com/news/ampy-motion-powered-backup-battery-stores-kinetic-energy/>
75. <https://velocity.us/top-3-kinetic-energy-phone-chargers-2016/>
76. <http://www.saikatbiswas.com/web/Projects/Livecell.htm>
77. <http://gizmodo.com/this-smartwatch-powered-by-your-body-heat-never-needs-c-1788878862>