



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΡΑΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΟΜΙΚΗΣ

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

“SMART WATCHES AND HEALTH MONITORING SYSTEMS”

Διπλωματική Εργασία

της

Ασημίνας Λαζαρίδου

Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2023

“SMART WATCHES AND HEALTH MONITORING SYSTEMS”

Ασημίνα Λαζαρίδου

Πτυχίο Νομικής Σχολής ΑΠΘ, 2020

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΑΙΟ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής
Κωνσταντίνος Ψάννης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 03/03/2023

Κωνσταντίνος Ψάννης

Στυλιανός Ξυνόγαλος

Κίτσιος Φώτιος

Ασημίνα Λαζαρίδου

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ανταλλαγή μεγάλης ποσότητας ψηφιακών πληροφοριών, όχι μόνο από φυσικά πρόσωπα αλλά και μηχανές. Η χρήση φορητών συσκευών (wearables), όπως έξυπνα ρολόγια και συσκευές καταγραφής υγείας, αποτελεί μια πτυχή του σύγχρονου παραδείγματος της τεχνολογίας Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), όπου συσκευές συνδέονται στο διαδίκτυο και ανταλλάσσουν δεδομένα. Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και οι τεχνολογίες cloud διαδραματίζουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στη βιομηχανία φορητών συσκευών, επιτρέποντας πιο προηγμένη ανάλυση αυτών των δεδομένων. Ωστόσο, εγείρονται ερωτήματα σχετικά με το κατά πόσο διασφαλίζεται απόρρητο αλλά και η ασφάλεια των χρηστών, όπως επίσης και τα σχετικά νομικά και κανονιστικά πλαίσια, οδηγώντας τις έρευνες των τελευταίων ετών να εστιάσουν στα νομικά αλλά και ηθικά πλαίσια της συλλογής και χρήσης προσωπικών δεδομένων από φορητές συσκευές.

Η παρούσα εργασία συμβάλλει στην τρέχουσα βιβλιογραφία, καθώς μελετά τα χαρακτηριστικά των smart watches και συσκευών health monitoring και παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα πεδία εφαρμογής τους. Στα πλαίσια της, αναλύεται ο τρόπος που τα smart watches και τα wearable devices αξιοποιούνται για λόγους παρακολούθησης δεδομένων υγείας. Για το σκοπό αυτό, εξετάζονται και παρουσιάζονται μερικά από τα πιο δημοφιλή συστήματα παρακολούθησης υγείας, με απώτερο σκοπό να καθορισθούν και να συζητηθούν νομικά θέματα και ηθικά ερωτήματα, που σχετίζονται με τη χρήση τους.

Λέξεις Κλειδιά: Διαδίκτυο των Πραγμάτων, Έξυπνα Ρολόγια, Έξυπνες Συσκευές, Συστήματα Παρακολούθησης Υγείας, Τεχνολογία Φορητών Συσκευών

Abstract

Exchange of digital information, not only among individuals but also among machines has been rising over the last years. Utilizing wearable devices, including smartwatches and health monitoring devices, is one aspect of the broader trend of the Internet of Things (IoT), where systems and devices are typically interconnected to achieve data exchange. Artificial intelligence (AI) and cloud technologies are increasingly playing a more significant role in the wearable device industry, allowing for more advanced analysis of this data. However, questions arise regarding privacy and security, as well as related legal and regulatory frameworks. Thus, recent research tends to focus on the legal and ethical frameworks of collecting and using personal data from wearable devices.

The aim of this study is to contribute to literature, by examining characteristics of smartwatches, as well as health monitoring devices and to present their advantages and fields of application. Within this context, the study analyzes how smartwatches and wearable devices can be used to monitor health data. Thus, popular health monitoring systems are presented, with the ultimate goal of identifying and discussing the legal and ethical issues associated with their use.

Keywords: Health Monitoring System; Internet of Things; Smart Watches; Smart Devices; Wearable Technology

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: SMART WATCHES	12
1.1. Δυνατότητες των Smart Watches	12
1.2. Τύποι Smart Watches	13
1.3. Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	15
1.3.1. Αισθητήρες	15
1.3.2. Επεξεργαστής	16
1.3.3. Μπαταρία.....	17
1.3.4. Οθόνη.....	17
1.4. Σημαντικές Βελτιώσεις Λειτουργικότητας.....	18
1.4.1. Ανίχνευση Καρδιακών Ανωμαλιών.....	18
1.4.2. Παρακολούθηση σωματικής δραστηριότητας.....	18
1.4.3. Προτροπή ασκήσεων αναπνοής.....	19
1.4.4. Παρακολούθηση μοτίβων ύπνου	19
1.5. Επιτυχημένα Χαρακτηριστικά Αλληλεπίδρασης.....	20
1.5.1. Δυνατότητα παραμετροποίησης ειδοποιήσεων	20
1.5.2. Δυνατότητα καθορισμού θέσης εφαρμογών.....	21
1.5.3. Μινιμαλιστική διεπαφή χρήστη	21
1.6. Πλεονεκτήματα και τρωτά σημεία των Smart Watches	22
1.7. Στατιστικά στοιχεία χρήσης των Smart Watches	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: SMART WATCHES – WEARABLE DEVICES ΣΑΝ HEALTH MONITORING SYSTEMS	27
2.1. Χρησιμοποιούμενοι Αισθητήρες	27
2.1.1. Αισθητήρας φωτισμού περιβάλλοντος	27
2.1.2. Επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων.....	28
2.1.3. Υψομετρητής	28
2.1.4. Οπτικός αισθητήρας καρδιακού ρυθμού	28
2.1.5. Αισθητήρας μέτρησης οξυγόνου	28
2.1.6. Αισθητήρας βιοαντίστασης	28
2.1.7. Πυξίδα.....	29
2.1.8. Αισθητήρας ECG.....	29
2.1.9. GPS.....	29
2.1.10. Γυροσκόπιο.....	29

2.1.11. Αισθητήρας UV	29
2.1.12. Μαγνητόμετρο	29
2.1.13. Αισθητήρας ηλεκτροδερμικής δραστηριότητας	30
2.1.14. Αισθητήρας θερμοκρασίας δέρματος	30
2.2. Πεδία εφαρμογής παρακολούθησης υγείας	30
2.3. Τύποι συσκευών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν health monitoring systems	36
2.4. Εμπλεκόμενες Τεχνολογίες	38
2.5. Μελλοντικές Προκλήσεις στην καταγραφή δεδομένων υγείας.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΗΜΟΦΙΛΕΙΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	45
3.1. Garmin Smart Watches.....	45
3.2. Fitbit.....	46
3.3. Motiv Ring.....	48
3.4. Apple Smart Watches	49
3.5. KardiaMobile.....	51
3.6. Libre Sense	52
3.7. Withings Smart Watches	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ	55
4.1. Προσωπικά Δεδομένα.....	55
4.2. Ιδιωτικότητα των δεδομένων και Νομοθετικό Πλαίσιο	57
4.3. Χρήση των δεδομένων για κερδοσκοπικούς λόγους.....	59
4.4. Χρήση των δεδομένων για πραγματοποίηση κακόβουλων ενεργειών	60
4.5. Ασφάλεια των δεδομένων.....	60
4.6. Αξιοπιστία των δεδομένων	62
4.7. Θετικός αντίκτυπος στην διαχείριση νομικών υποθέσεων	62

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Πλήθος χρηστών smart watches (2017 - 2026).....	24
Εικόνα 2 Κατανομή ποσοστών ανά σκοπό χρήσης.....	24
Εικόνα 3 Μερίδιο αγοράς smart watches (2021 - 2022)	25
Εικόνα 4 Garmin.....	46
Εικόνα 5 Fitbit	47
Εικόνα 6 Motiv Ring	48
Εικόνα 7 Apple Health	50
Εικόνα 8 KardiaMobile	51
Εικόνα 9 Libre Sense.....	52
Εικόνα 10 Health Mate App	54

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην καθημερινή ζωή. Σε μια εποχή, στην οποία η υγεία αποτελεί έναν τομέα αρκετά κρίσιμο, υπάρχει διαρκής ανάγκη για την συνεχή παρακολούθησή της. Για τον λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί εργαλεία και συσκευές, τα οποία βοηθούν προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση. Το κύριο χαρακτηριστικό του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και της νέας τεχνολογικής εποχής στην οποία βρισκόμαστε είναι η χρήση φορητών συσκευών και η εξασφάλιση της διασυνδεσιμότητάς τους.

Τα wearables είναι μικρές ηλεκτρονικές συσκευές που μπορούν να ενσωματωθούν σε αξεσουάρ και ρούχα και να προσαρτηθούν στο σώμα του χρήστη για να παρακολουθήσουν και να μετρήσουν διάφορες πληροφορίες σχετικά με τη φυσική του κατάσταση¹. Αυτές οι συσκευές έχουν γίνει δημοφιλείς και ευρέως χρησιμοποιούνται για την καταγραφή δεδομένων υγείας, την ασφάλεια και την παραγωγικότητα. Η ανάπτυξη του τομέα των wearables αναμένεται να είναι μια σημαντική καταναλωτική αγορά με ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 20,5% έως το 2027, με τα πιο δημοφιλή wearables είναι τα έξυπνα ρολόγια και health monitoring devices².

Δεδομένου του ότι, όπως γίνεται φανερό, η βιομηχανία των έξυπνων συσκευών αποτελεί ένα γρήγορα αναπτυσσόμενο τομέα, η τεράστια ποσότητα δεδομένων υγείας από φορητές συσκευές αποτελεί σημαντική πρόκληση για την προστασία δεδομένων³. Πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων, όπως ο καρδιακός ρυθμός ή ακόμη και μοτίβα ύπνου των χρηστών έξυπνων συσκευών, καταγράφονται και κοινοποιούνται καθημερινά με ευκολία από έξυπνες φορητές συσκευές όπως τα smartwatches και συχνά υπόκεινται σε ή διαμοιρασμό με τρίτους.

Συνολικά, η παρούσα έρευνα εξέτασε και σύγκρινε 7 διαφορετικές δημοφιλείς φορητές συσκευές, που χρησιμοποιούνται ευρέως στην καθημερινότητα και κατέγραψε τη συμβολή των smartwatches και health monitoring συσκευών σε διαφορετικούς τομείς, εξετάζοντας

1. Ching, K & Singh, M. (2016)

2. Hayward, J., Chansin, J. & Zervos, H. (2018)

³ Ioannidou, I., & Sklavos, N. (2021)

πάνω από 100 διαφορετικές βιβλιογραφικές πηγές. Μέσα από την ανασκόπηση προέκυψαν σημαντικά ευρήματα, όπως οι διαφορετικές χρήσεις και τα πλεονεκτήματα των wearables, αλλά και η ταχέως αυξανόμενη συμβολή τους στον τομέα της υγείας. Τα παραπάνω αναλύθηκαν τόσο από τεχνολογική σκοπιά, με την ανάλυση των χαρακτηριστικών και των τεχνολογιών που αξιοποιούνται από τις διαφορετικές συσκευές, αλλά και από πλευράς ηθικών και νομικών ζητημάτων, με εκτενή αναφορά στον πρόσφατο κανονισμό προστασίας προσωπικών δεδομένων (GDPR) και τον τρόπο που αυτός επηρεάζει τις φορητές συσκευές και τα δεδομένα που συλλέγουν και επεξεργάζονται.

Διάρθρωση Εργασίας

Η διπλωματική εργασία ασχολείται με τον τρόπο που η τεχνολογία φορετών συσκευών (wearable technology) συμβάλλει στην παρακολούθηση των δεδομένων υγείας των χρηστών τους. Σε αυτό το πλαίσιο εξετάζονται πτυχές προστασίας προσωπικών δεδομένων στην περίπτωση τέτοιου τύπου συσκευών. Για το σκοπό αυτό, διαρθρώνεται ως εξής:

Στο **πρώτο κεφάλαιο** πραγματοποιείται ανάλυση των χαρακτηριστικών, των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών της πιο σημαντικής κατηγορίας τέτοιου τύπου συσκευών, των έξυπνων ρολογιών (smart watches). Επιπλέον, αναφερόμαστε και σε σύγχρονες εξελίξεις οι οποίες σχετίζονται με την βελτίωση της λειτουργικότητάς τους.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** εξειδικεύεται η ανάλυσή, μέσω της ανασκόπησης των φορετών συσκευών και το πως αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν συστήματα παρακολούθησης υγείας (health monitoring systems). Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων συστημάτων αποτελούν τα Apple και Garmin Smart Watches.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά δημοφιλών συστημάτων παρακολούθησης υγείας (health monitoring systems), εστιάζοντας στην λειτουργικότητα και στα δεδομένα τα οποία καταγράφουν.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αναλύονται τα ηθικά και νομικά ζητήματα, τα οποία προκύπτουν από την χρήση των έξυπνων συσκευών και εκφράζονται οι ενδοιασμοί και οι προκλήσεις γύρω από αυτά. Ωστόσο, περιέχεται και ενότητα, στην οποία εξηγείται και η θετική συμβολή στην διαλεύκανση νομικών υποθέσεων, δείχνοντας ότι υπάρχει και η αντίπερα όχθη όσο αφορά τα νομικά και ηθικά ζητήματα.

Επίσης, εξάγονται τα **συμπεράσματα**, τα οποία προέκυψαν από την πραγματοποίηση της μελέτης μας, ενώ παραθέτουμε και προτάσεις για το μέλλον.

Τέλος, γίνεται παράθεση των **βιβλιογραφικών πηγών**, πάνω στις οποίες βασίστηκε η συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κι εξαιρετικό άνθρωπο κι επιστήμονα, κο Κωνσταντίνο Ψάννη, Καθηγητή του Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας (ΠΑΜΑΚ) για την πολύτιμη στήριξή του στην προσπάθεια σύνταξης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και τον κο Χρήστο Στεργίου, Μεταδιδακτορικό Ερευνητή, για την προθυμία του να με βοηθήσει κατά την διάρκεια υλοποίησης της εργασίας.

Επίσης, δεν μπορώ να παραγνωρίσω τον ρόλο όλων των καθηγητών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος “Δίκαιο και Πληροφορική” για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν απλόχερα κατά την διάρκεια φοίτησης μου, οπότε θα ήθελα να τους ευχαριστήσω όλους ξεχωριστά για το έργο και την προσπάθειά τους.

Τέλος, ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα να κάνω στην οικογένεια και τους φίλους μου που ήταν δίπλα μου σε κάθε στάδιο σύνταξης της εν λόγω διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: SMART WATCHES

Στο πρώτο αυτό κεφάλαιο, θα αναφερθούμε στην περίπτωση των smart watches, παρουσιάζοντας τις δυνατότητές τους, τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά⁴, τους τύπους τους, τις σημαντικές βελτιώσεις που έχουν επιτευχθεί ως προς την λειτουργικότητά τους, καθώς και στα στατιστικά στοιχεία που αφορούν την χρήση τους.

1.1. Δυνατότητες των Smart Watches

Στο συγκεκριμένο σημείο, θα παρουσιάσουμε τις δυνατότητες που παρέχονται μέσω των smart watches⁵:

- **Παροχή Ειδοποιήσεων:** Το είδος των ειδοποιήσεων που εμφανίζονται στην οθόνη του smart watch εξαρτάται από το είδος του. Υπάρχουν smart watches, τα οποία εμφανίζουν τις ειδοποιήσεις της κινητής συσκευής με την οποία είναι διασυνδεδεμένα, και άλλα τα οποία εμφανίζουν ειδοποιήσεις πιο εξειδικευμένες οι οποίες σχετίζονται με την λειτουργικότητα του ρολογιού. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις, στις οποίες υπάρχουν συνδυαστικές προσεγγίσεις.
- **Διασύνδεση με εφαρμογές κινητών συσκευών:** Τα έξυπνα ρολόγια παρέχουν την δυνατότητα διασύνδεσης με αντίστοιχες εφαρμογές (applications) κινητών συσκευών. Τα οικοσυστήματα εφαρμογών ποικίλλουν και συνδέονται είτε με τα περιβάλλοντα της Apple είτε με τα περιβάλλοντα της Google. Τα έξυπνα ρολόγια ειδικού σκοπού, όπως πεζοπορίας ή καταδύσεων, υποστηρίζουν γενικά τις εφαρμογές που χρειάζονται για να επιτύχουν αυτόν τον σκοπό, χωρίς την ανάγκη να προσθέσουν άλλα είδη εφαρμογών.
- **Διαχείριση πολυμέσων:** Τα περισσότερα smart watches σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες κινητές συσκευές μπορούν να διαχειριστούν την αναπαραγωγή πολυμέσων για τους χρήστες τους.

⁴ Berryhill, S. κ.ά, (2020)

⁵ Reeder, B., & David, A. (2016)

- **Υπαγόρευση μηνυμάτων:** Πρόκειται για μια δυνατότητα αρκετά βολική σε περιπτώσεις που ο χρήστης δεν δύναται να χρησιμοποιήσει την κινητή του συσκευή και υπαγορεύοντας το αντίστοιχο μήνυμα μπορεί να ικανοποιήσει τις επικοινωνιακές του ανάγκες.
- **Παρακολούθηση σωματικής δραστηριότητας:** Αποτελεί μια από τις πλέον διαθέσιμες δυνατότητες χρήσης τους, καθώς μπορούν να καταγράφονται διάφορες πληροφορίες όπως αποστάσεις που έχουν διανυθεί, καρδιακοί παλμοί, θερμίδες που έχουν καταναλωθεί κτλ. Τα σύγχρονα smart watches διαθέτουν ολοκληρωμένες λύσεις για την παρακολούθηση τέτοιου τύπου δραστηριοτήτων.
- **Ανίχνευση τοποθεσίας:** Τα περισσότερα smart watches διαθέτουν GPS δέκτη και με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η εύρεση της τοποθεσίας του χρήστη, ακόμη και η παροχή ειδοποιήσεων προς αυτόν ανάλογα με την τοποθεσία στην οποία βρίσκεται.
- **Διάρκεια Ζωής Μπαταρίας:** Η μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας σε κάποιες συσκευές αυξάνει την αυτονομία τους και δημιουργεί αίσθημα ικανοποίησης και ασφάλειας στους χρήστες τους. Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ διάφορων τύπων συσκευών.

1.2. Τύποι Smart Watches

Όσο αφορά τους τύπους των έξυπνων ρολογιών⁶, διακρίνονται σε:

- **Smart watches γενικού σκοπού**, τα οποία χρησιμοποιούνται από την συντριπτική πλειονότητα των χρηστών.
- **Smart watches ειδικού σκοπού**, που παρέχουν εξειδικευμένη λειτουργικότητα

Όσο αφορά τα έξυπνα ρολόγια ειδικού σκοπού, διακρίνονται σε:

⁶ Silbert, S. 9 (2023)

- **Ρολόγια πεζοπορίας:** Προορίζονται για απομακρυσμένα ταξίδια και διαθέτουν σταθερή διάρκεια ζωής μπαταρίας, παρακολούθηση και πλοήγηση GPS, και δυνατότητα πρόγνωσης καιρού. Προβλέπεται ειδικός τρόπος κατασκευής, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται σε αντίξοες συνθήκες.⁷
- **Ρολόγια καταδύσεων:** Διαθέτουν δυνατότητα εύρυθμης λειτουργίας σε βάθος ως 40 μέτρα, παρέχοντας χρήσιμα στατιστικά στοιχεία τα οποία προκύπτουν κατά την διάρκεια της κατάδυσης.
- **Ρολόγια πτήσεων:** Διαθέτουν δυνατότητες όπως καταγραφή στοιχείων πτήσης και χρήση βαρομετρικού υψομετρητή.

⁷ Kumar, D. (2017)

1.3. Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσουμε τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ενός smart watch, εστιάζοντας στους αισθητήρες, στον επεξεργαστή, την μπαταρία και τον οθόνη του.

1.3.1. Αισθητήρες

Ένα από τα πλέον θεμελιώδη χαρακτηριστικά ενός smart watch αποτελούν οι αισθητήρες που περιέχει. Οι αισθητήρες μπορούν να διακριθούν σε 3 κατηγορίες⁸:

- περιβαλλοντικοί αισθητήρες
- βιοαισθητήρες
- αισθητήρες κίνησης

Οι περιβαλλοντικοί αισθητήρες μπορούν να είναι φωτοαισθητήρες υπεριώδους φωτός, υγρασίας, πίεσης και θερμοκρασίας. Παραδείγματα βιοαισθητήρων θα μπορούσαν να είναι αισθητήρες θερμοκρασίας, καρδιακού παλμού, αρτηριακής πίεσης και γλυκόζης. Ομοίως, οι αισθητήρες κίνησης μπορούν να είναι γεωμαγνητικοί, αισθητήρες περιστροφής (γυροσκόπιο) και αισθητήρες επιτάχυνσης. Όλοι αυτοί οι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον και τα στέλνουν προς τον επεξεργαστή του smart watch.

Οι βιοαισθητήρες είναι αναλυτικές συσκευές που χρησιμοποιούν βιολογικά συστατικά, όπως ένζυμα ή αντισώματα, για να ανιχνεύσουν και να ποσοτικοποιήσουν μια συγκεκριμένη αναλυόμενη ουσία. Το βιολογικό συστατικό αλληλεπιδρά με την αναλυόμενη ουσία για να παράγει ένα μετρήσιμο σήμα, το οποίο στη συνέχεια μεταφράζεται σε ένα ποσοτικό αποτέλεσμα⁹. Οι βιοαισθητήρες έχουν ένα μεγάλο φάσμα εφαρμογών, ιδιαίτερα σε τομείς όπως η ιατρική διάγνωση, η περιβαλλοντική παρακολούθηση και η ασφάλεια των τροφίμων. Προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές αναλυτικές τεχνικές, όπως η υψηλή ευαισθησία, η ειδικότητα και οι γρήγοροι χρόνοι ανίχνευσης.

⁸ Silva, J. κ.ά. (2019)

⁹ Zhang, L. κ.ά. (2020)

Οι βιοαισθητήρες έχουν εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με τις προόδους στην νανοτεχνολογία, τη μικροκατασκευή και τη βιομηχανία που επιτρέπουν την ανάπτυξη νέων και βελτιωμένων πλατφορμών βιοαισθητήρα. Ως αποτέλεσμα, οι βιοαισθητήρες γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς ως ένα αξιόπιστο και οικονομικό εργαλείο για διάφορες εφαρμογές. Αποτελούν σημαντικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε πολλές φορετές συσκευές για τη μέτρηση φυσιολογικών παραμέτρων και την παρακολούθηση της δραστηριότητας και στοιχείων σχετικών με την κατάσταση υγείας του χρήστη. Ανιχνεύουν και μετρούν διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους, όπως η καρδιακή συχνότητα, η αρτηριακή πίεση, η θερμοκρασία του σώματος, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο του αίματος, οι επίπεδοι αργινίνης και γλυκόζης στο αίμα και πολλές άλλες παραμέτρους¹⁰.

Η χρήση βιοαισθητήρων σε wearables έχει αυξήσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των μετρήσεων και έχει βελτιώσει την παρακολούθηση της υγείας του χρήστη. Με τη βοήθεια των βιοαισθητήρων, μπορούν να παρέχουν στους χρήστες πολλές χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την υγεία τους, όπως πόσο καλά κοιμούνται, πόσο συχνά ασκούνται και πόσο ενεργοί είναι κατά τη διάρκεια της ημέρας.

1.3.2. Επεξεργαστής

Πολλά έξυπνα ρολόγια και γενικότερα οι φορετές συσκευές (wearable devices) διαθέτουν ARM (Advanced RISK (reduced instruction set computer) Machines) επεξεργαστές¹¹, λόγω μικρού μεγέθους, μειωμένης πολυπλοκότητας και χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας¹², αν και στην αγορά υπάρχουν και άλλοι τύποι επεξεργαστών, όπως αυτοί της εταιρείας Intel. Είναι αδιαμφισβήτητο, πάντως, το γεγονός ότι σε σχέση με επεξεργαστές που χρησιμοποιούνται σε συσκευές όπως Laptop ή Desktop, οι επεξεργαστές που χρησιμοποιούνται στα smart watches καταναλώνουν πολύ λιγότερη ενέργεια.

Ένα άλλο κρίσιμο στοιχείο των έξυπνων ρολογιών είναι ένα ασύρματο chipset. Σχεδόν όλη η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ smartwatches και περιβάλλοντος πραγματοποιείται μέσω

¹⁰ Sharma, A., κ.ά. (2021)

¹¹ Tan, C κ.ά. (2018).

¹² Kaewkannate, K. και Kim, S. (2016)

ασύρματων λειτουργιών, όπως GPS, NFC, Wi-Fi και Bluetooth. Πολλοί κατασκευαστές έξυπνων ρολογιών προτιμούν chipsets με ενσωματωμένες λειτουργίες GPS, Wi-Fi και Bluetooth, καθώς τα ρολόγια πρέπει να είναι μικρά και ελαφριά και οι μονάδες πρέπει να φοριούνται αβίαστα γύρω από τον καρπό του χρήστη. Επιπλέον, η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί έναν ακόμη σημαντικό δείκτη, που λαμβάνεται υπόψη κατά την κατασκευή αυτών των chipsets. Για παράδειγμα, πολλά έξυπνα ρολόγια προσφέρουν μια σταθερή λειτουργία συγχρονισμού, πράγμα που σημαίνει ότι το chipset παραμένει ενεργοποιημένο συνεχώς. Η ισχύς από την μπαταρία πρέπει να διαχειρίζεται προσεκτικά για να εξασφαλιστεί η μακροζωία της συσκευής.

1.3.3. Μπαταρία

Οι μπαταρίες πολυμερών λιθίου και οι μπαταρίες Li-ion είναι οι δύο κύριοι τύποι που χρησιμοποιούνται στα smartwatches. Οι μπαταρίες πολυμερών λιθίου προτιμώνται δεδομένου ότι μπορούν να παρέχουν την ικανότητα υψηλότερης δύναμης. Ακόμα και σήμερα, η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις της ανάπτυξης έξυπνων ρολογιών. Οι κατασκευαστές μπορούν να ενισχύσουν την κατασκευή μπαταριών ή να αναβαθμίσουν το υλικό τους, αλλά αυτό δεν θα ενισχύσει σημαντικά την χωρητικότητα της μπαταρίας. Αυτό αποτελεί συνέπεια του ότι μια μπαταρία λειτουργεί με την μετατροπή χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια, γεγονός που περιορίζει την παραγόμενη χωρητικότητα ισχύος.

Πολλά έξυπνα ρολόγια απαιτούν φόρτιση σε καθημερινή ή εβδομαδιαία βάση, γεγονός που μπορεί να μην είναι επιθυμητό σε πολλούς χρήστες. Καινοτόμες τεχνολογίες φόρτισης όπως η ηλιακή και η παθητική ασύρματη φόρτιση ερευνώνται σε έξυπνα ρολόγια. Παρ' όλα αυτά, η συνολική ισχύς της μπαταρίας του έξυπνου ρολογιού εξακολουθεί να είναι ένας σημαντικός περιοριστικός παράγοντας.

1.3.4. Οθόνη

Η οθόνη του έξυπνου ρολογιού είναι συνήθως μια οθόνη αφής. Για πολλά smartwatches, αυτή είναι η μόνη είσοδος χρήστη. Οι οθόνες LCD και OLED είναι πιο συνηθισμένες, με

την τελευταία μια πιο ακριβή επιλογή, λόγω των φωτεινών χρωμάτων, της λεπτής οθόνης και της κατανάλωσης ενέργειας.

1.4. Σημαντικές Βελτιώσεις Λειτουργικότητας

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσουμε σημαντικές βελτιώσεις, που έχουν επέλθει όσο αφορά την λειτουργικότητα¹³ των έξυπνων ρολογιών και τον ρόλο τους γύρω από την παρακολούθηση της υγείας των χρηστών¹⁴, συμβάλλοντας ακόμη περισσότερο στην επέκταση της χρήσης τους.

1.4.1. Ανίχνευση Καρδιακών Ανωμαλιών

Η πρώτη εξαιρετικά σημαντική βελτίωση που έχει πραγματοποιηθεί είναι η ικανότητα των έξυπνων ρολογιών να ανιχνεύουν καρδιακές ανωμαλίες. Είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι υπάρχουν πολλές περιπτώσεις, στις οποίες έχουν σωθεί ανθρώπινες ζωές εξαιτίας των ειδοποιήσεων που παρέχονται προς τους χρήστες συμβουλευοντάς τους για επίσκεψη σε κάποιον γιατρό.

Χαρακτηριστικά αναφέρουμε την περίπτωση της κολπική μαρμαρυγή, που αποτελεί έναν τύπο ανωμαλίας στους καρδιακούς παλμούς που αυξάνει τον κίνδυνο εγκεφαλικών επεισοδίων, θρόμβων αίματος και καρδιακής ανεπάρκειας. Το γεγονός ότι ένα smart watch έχει την ικανότητα να ανιχνεύει τέτοιες πτυχές του ανθρώπινου σώματος αποτελεί μία πολύ σημαντική εξέλιξη και αποδεικνύει την σημαντική πρόοδο που έχει επέλθει προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση.

1.4.2. Παρακολούθηση σωματικής δραστηριότητας

Ένα από τα πιο δημοφιλή χαρακτηριστικά που έχουν εισαχθεί είναι η ικανότητα των έξυπνων ρολογιών να παρακολουθούν τη σωματική δραστηριότητα. Αυτό το χαρακτηριστικό

¹³ Takiddeen, N. και Zualkernan, I. (2019)

¹⁴ Chandel, R. κ.ά. (2022)

έχει καταστεί δυνατό λόγω μιας ποικιλίας αισθητήρων. Οι τρεις κύριες πηγές καταγραφής δεδομένων που επιτρέπουν την παρακολούθηση της φυσικής δραστηριότητας είναι τα επιταχυνσιόμετρα, τα γυροσκόπια και οι πυξίδες¹⁵. Τα επιταχυνσιόμετρα είναι ιχνηλάτες κίνησης και έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης της αρχής και του τέλους της κίνησης, όπως επίσης και την ένταση της κίνησης¹⁶. Ένας άλλος αισθητήρας που ονομάζεται γυροσκόπιο χρησιμοποιεί τη βαρύτητα της γης για να καθορίσει τον προσανατολισμό ενός αντικειμένου. Τέλος, οι πυξίδες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της βασικής κατεύθυνσης. Όλοι αυτοί οι αισθητήρες μαζί είναι σε θέση να συλλέξουν δεδομένα για τον υπολογισμό διαφορετικών παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένης της ταχύτητας, του ρυθμού, της απόστασης που έχει διανυθεί και των θερμίδων που καταναλώνονται.

1.4.3. Προτροπή ασκήσεων αναπνοής

Τα έξυπνα ρολόγια τείνουν να παρακολουθούν τη μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού ενός χρήστη. Συλλέγουν δεδομένα και διαμορφώνουν τάσεις με βάση τον φυσιολογικό καρδιακό ρυθμό του χρήστη όταν είναι ενεργός έναντι του όταν είναι ανενεργός. Όταν ο καρδιακός ρυθμός ενός χρήστη περάσει ένα συγκεκριμένο όριο ενώ είναι ανενεργός, τα έξυπνα ρολόγια είναι σε θέση να ανιχνεύσουν ότι ο καρδιακός ρυθμός είναι πολύ υψηλότερος από τον κανονικό. Αυτό συμβαίνει όταν τείνουν να προτείνουν στον χρήστη να αναπνεύσει.

1.4.4. Παρακολούθηση μοτίβων ύπνου

Υπάρχουν ορισμένα έξυπνα ρολόγια, τα οποία διαθέτουν την δυνατότητα παρακολούθησης των προτύπων ύπνου. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν ειδικές εφαρμογές που επιτρέπουν στους χρήστες να παρακολουθούν τα μοτίβα ύπνου τους στις κινητές συσκευές με τις οποίες είναι συνδεδεμένα τα smart watches. Το επιταχυνσιόμετρο που αναφέρθηκε προηγουμένως για την παρακολούθηση της κίνησης χρησιμοποιείται επίσης για την παρακολούθηση της κίνησης κατά τη διάρκεια του ύπνου. Αυτές οι εφαρμογές προσπαθούν να

¹⁵ Becerra, V. κ.ά. (2021)

¹⁶ Rybarczyk, D. (2021)

έχουν μεγάλη ακρίβεια, όπως ποτέ δεν είναι τέλειες οι καταγραφές. Επιτρέπεται στους χρήστες να εισέρχονται και να επεξεργάζονται τους χρόνους ύπνου με βάση την προσωπική τους μνήμη¹⁷. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια αναλύονται ξανά και χρησιμοποιούνται για μελλοντική ανάλυση ύπνου (επομένως υπάρχει διαδικασία ανατροφοδότησης).

Όλα τα παραπάνω επιτυγχάνονται μέσω ενσωματωμένου λογισμικού, που ονομάζεται καταγραφέας ύπνου (actigraph)¹⁸. Μια συσκευή actigraph φοριέται στον καρπό και χρησιμοποιεί λογισμικό που παρακολουθεί και μεταφράζει την κίνηση κατά τη διάρκεια του ύπνου. Διακρίνει τις περιόδους ύπνου από αυτές της αφύπνισης με βάση τις κινήσεις των χρηστών, αξιολογώντας εν τέλει διαφορετικά στάδια ύπνου. Η συσκευή actigraph είναι σε θέση να κάνει διάκριση μεταξύ περιόδων ύπνου και αφύπνισης με βάση αυτές τις κινήσεις και έτσι αξιολογεί διαφορετικά στάδια ύπνου.¹⁹

1.5. Επιτυχημένα Χαρακτηριστικά Αλληλεπίδρασης

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσουμε τα πιο επιτυχημένα χαρακτηριστικά της αλληλεπίδρασης χρηστών και smart watches, βελτιστοποιώντας με τον τρόπο αυτό την ευχρηστία τους και την συνολική εμπειρία χρήστη²⁰.

1.5.1. Δυνατότητα παραμετροποίησης ειδοποιήσεων

Το πρώτο πραγματικά σημαντικό χαρακτηριστικό που επιτρέπει στους χρήστες να αισθάνονται ότι η συσκευή τους είναι εξατομικευμένη για αυτούς είναι η δυνατότητα προσαρμογής των ειδοποιήσεων. Επιπλέον, πολλά έξυπνα ρολόγια επιτρέπουν την προσαρμογή διαφορετικών δονήσεων για διαφορετικούς τύπους ειδοποιήσεων. Πρόκειται για δυνατότητες αρκετά σημαντικές, καθώς η παραμετροποίηση μιας συσκευής παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να την καταστήσει σε λειτουργία με βάση τις εκάστοτε προσωπικές α-

¹⁷ Miller, D, Sargent, C., & Roach, G. (2022)

¹⁸ Grandner, M., & Rosenberger, M. (2019)

¹⁹ Girschik, J., κ.ά. (2012)

²⁰ Shadiev, R., Hwang, W. και Liu, T. (2018)

νάγκες και προτιμήσεις. Η χρήση διαφορετικού τύπου ειδοποιήσεων συμβάλλει στην διευκόλυνση του χρήστη κατά την χρήση της συσκευής, καθώς ο ίδιος κρίνει εάν πρέπει ή όχι να δώσει την προσοχή του.

1.5.2. Δυνατότητα καθορισμού θέσης εφαρμογών

Τα έξυπνα ρολόγια επιτρέπουν στους χρήστες να προσαρμόζουν την βασική οθόνη του ρολογιού τους. Κατά συνέπεια, οι χρήστες είναι σε θέση να προσθέσουν τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εφαρμογές τους στην αρχική οθόνη, παρέχοντας με τον τρόπο αυτό μια τεράστια διευκόλυνση. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει και πάλι την επιτυχή αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών και των έξυπνων ρολογιών τους, επειδή επιτρέπει περισσότερες επιλογές εξατομίκευσης.

1.5.3. Μινιμαλιστική διεπαφή χρήστη

Το επόμενο χαρακτηριστικό που επιτρέπει την επιτυχή αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών και των έξυπνων ρολογιών τους είναι η μινιμαλιστική διεπαφή χρήστη²¹. Ορισμένες διεπαφές είναι πιο μινιμαλιστικές από άλλες, αλλά συχνά οι χρήστες μπορούν να αποφασίσουν πόσο απλές ή πολύπλοκες θέλουν να είναι οι οθόνες τους. Ο μινιμαλισμός γενικά αποδεικνύεται ότι επιτρέπει την επιτυχή αλληλεπίδραση επειδή εμποδίζει τους χρήστες από τον αποπροσανατολισμό τους. Ο στόχος είναι να μην εμφανίζονται πάρα πολλά στοιχεία ταυτόχρονα, ειδικά επειδή πρόκειται για μια μικρή οθόνη. Είναι σημαντικό τα ρολόγια να εμφανίζουν μόνο τις πιο σχετικές πληροφορίες εκείνη τη στιγμή. Η ανάμειξη με την ανθρώπινη εξοικείωση είναι επίσης συνήθως ένα πλεονέκτημα και επιτρέπει μια καλή εμπειρία χρήστη. Ένα πιθανό μειονέκτημα της ύπαρξης μιας μινιμαλιστικής διεπαφής είναι ότι ορισμένες πληροφορίες, δυνατότητες ή λειτουργίες ενδέχεται να μην είναι άμεσα ορατές ή προσβάσιμες. Επιπλέον, για πολύ έμπειρους χρήστες, μπορεί να προτιμούν μια πιο περίπλοκη ή λιγότερο μινιμαλιστική έκδοση της διεπαφής.²² Ωστόσο, δεδομένης της επι-

²¹ Xu, J. κ.ά. (2017)

²² Liu, H κ.ά. (2017)

λογής να πρέπει για επιλογή μεταξύ απλού και σύνθετου, το απλό είναι συνήθως η ασφαλέστερη επιλογή, και επομένως μια μινιμαλιστική διεπαφή χρήστη τείνει να επιτρέπει την επιτυχή αλληλεπίδραση.

1.6. Πλεονεκτήματα και τρωτά σημεία των Smart Watches

Θα ξεκινήσουμε παρουσιάζοντας συνοπτικά τα πλεονεκτήματα, τα οποία προκύπτουν και με βάση τις δυνατότητες²³ που έχουν αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα:

- Γρήγορη πρόσβαση σε ειδοποιήσεις
- Δυνατότητα απευθείας απάντησης κλήσεων
- Προσωποποιημένη πληροφόρηση και παρακολούθηση υγείας
- Πραγματοποίηση κλήσεων και αποστολή μηνυμάτων
- Προβολή αρχείων πολυμέσων για λόγους ενημέρωσης και ψυχαγωγίας
- Εύκολη Πλοήγηση

Όσο αφορά τα τρωτά σημεία, θα πραγματοποιήσουμε πιο αναλυτική παρουσίαση, καθώς δεν έχουν αναλυθεί σε πρότερο στάδιο στο συγκεκριμένο κεφάλαιο:

- **Περιορισμένη Διάρκεια Μπαταρίας:** Τα έξυπνα ρολόγια συνήθως μπορούν να χρησιμοποιηθούν 1-2 ημέρες μετά από πλήρη φόρτιση και ορισμένα ρολόγια δεν διαρκούν ούτε μια μέρα²⁴. Το γεγονός αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα για λειτουργίες όπως η παρακολούθηση ύπνου, σε περίπτωση που το ρολόι απενεργοποιηθεί κατά διάρκεια του ύπνου.

²³ Baskan, A. και Goncu-Berk, G. (2022).

²⁴ UL LLC (2015)

- **Έλλειψη ακρίβειας δεδομένων:** Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει ζήτημα ακρίβειας των δεδομένων, ²⁵γεγονός που μπορεί να ληφθεί σοβαρά υπόψη ειδικά για μερικές περιπτώσεις δεδομένων που καταγράφονται.
- **Μικρό μέγεθος οθόνης:** Το μικρό μέγεθος οθόνης μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα όσο αφορά την προβολή των δεδομένων και του εκάστοτε περιεχομένου. ²⁶Πρόκειται για ένα τρωτό σημείο, το οποίο μπορεί δύσκολα να αντιμετωπιστεί, καθώς αύξηση της οθόνης σημαίνει και αύξηση του μεγέθους του ρολογιού.
- **Ζητήματα Συμβατότητας:** Υπάρχουν ζητήματα συμβατότητας, τα οποία σχετίζονται με την συνδεσιμότητα με κινητές συσκευές και αντίστοιχα τις εφαρμογές που αυτές χρησιμοποιούν²⁷. Για παράδειγμα, αναβάθμιση της έκδοσης μιας εφαρμογής μπορεί να δημιουργήσει ζητήματα δυσλειτουργιών στο αντίστοιχο smart watch, με το οποίο συνδέεται.
- **Ευπάθειες Δικτύου και κίνδυνοι απορρήτου:** Λόγω των δυνατοτήτων τους να συνδέονται στο IoT και να παρακολουθούν άτομα απρόσκοπτα ώστε να εξατομικεύουν τις συστάσεις υγείας και ευεξίας, οι φορετές συσκευές υιοθετούν επίσης πολλές από τις ευπάθειες του δικτύου, του λογισμικού και του υλικού ²⁸:

1.7. Στατιστικά στοιχεία χρήσης των Smart Watches

Αρχικά, παραθέτουμε διάγραμμα, στο οποίο παρουσιάζεται το πλήθος των χρηστών smart watches για τα έτη 2017 – 2026 (Εικόνα 1). Για τα έτη 2023 – 2026 έχουν πραγματοποιηθεί προβλέψεις. Αρχικά να αναφέρουμε ότι οι αριθμοί είναι εκφρασμένοι σε εκατομμύρια όσο αφορά το πλήθος των χρηστών. Επιπλέον, παρατηρούμε μια ραγδαία αύξηση του πλήθους

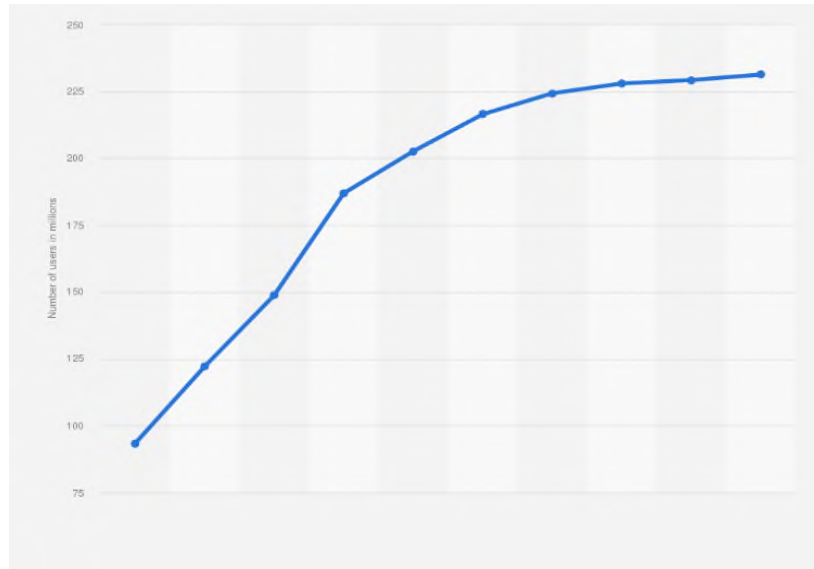
²⁵ Cosoli, G. κ.ά. (2022)

²⁶ Yanez-Sedeno, P. κ.ά (2020)

²⁷ Emami-Naeini, P. κ.ά. (2019) “

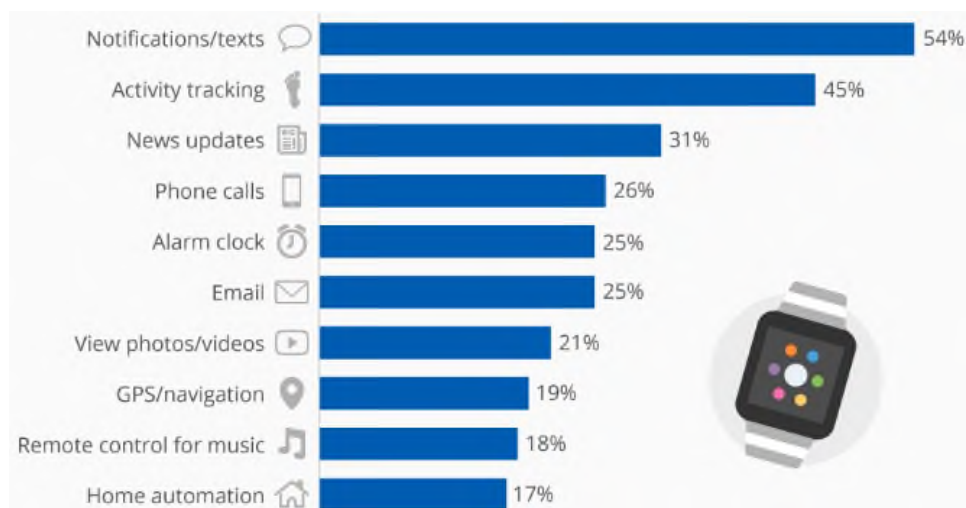
²⁸ Langone, M. κ.ά. (2017)

των χρηστών μεταξύ των ετών 2017 και 2021, ενώ στην συνέχεια παρατηρείται μια σταθεροποίηση²⁹.



Εικόνα 1 Πλήθος χρηστών smart watches (2017 - 2026)

Χρήσιμη είναι επίσης η επόμενη εικόνα από το statista.com, στην οποία παρουσιάζεται η κατανομή των ποσοστών όσο αφορά τον σκοπό χρήσης των smart watches:

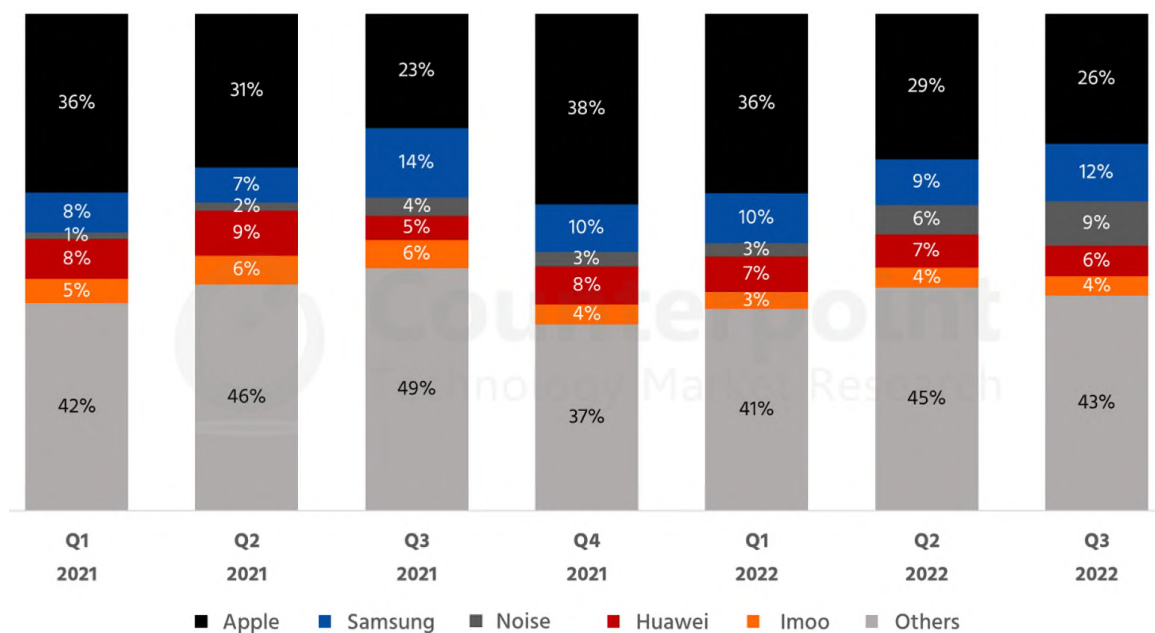


Εικόνα 2 Κατανομή ποσοστών ανά σκοπό χρήσης

²⁹ <https://www.statista.com>

Η περίπτωση που μας αφορά, εξαιτίας του αντικειμένου της εργασίας μας κατέχει ποσοστό 45% και έρχεται στην δεύτερη θέση, με την περίπτωση χρήσης των smart watches για χρήση ειδοποιήσεων και μηνυμάτων να κατέχει την πρώτη θέση με 54%. Στην τελευταία θέση έρχεται η χρήση για σκοπούς αυτοματισμού σπιτιού, η οποία όμως αναμένεται να αυξήσει τα ποσοστά της στα χρόνια που θα ακολουθήσουν.

Τέλος, παραθέτουμε αντίστοιχο διάγραμμα όσο αφορά το μερίδιο αγοράς στην περίπτωση των smart watches για τα έτη 2021 και 2022 ³⁰:



Εικόνα 3 *Μερίδιο αγοράς smart watches (2021 - 2022)*

Παρατηρούμε ότι η εταιρεία Apple κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς, παρά τα υψηλά κόστη αγοράς των προϊόντων της, με τις υπόλοιπες εταιρείες να απέχουν αρκετά όσο αφορά τα καταγραφόμενα ποσοστά. Δεν θα πρέπει επίσης να παραβλέψουμε το γεγονός ότι στην κατηγορία “Others” καταγράφεται ένα μεγάλο ποσοστό, γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη πληθώρα επιλογών στην περίπτωση της αγοράς των smart watches.

³⁰ <https://www.counterpointresearch.com/global-smartwatch-shipments-market-share/>

Από όσα επομένως αναφέραμε στο παραπάνω κεφάλαιο, συμπεραίνουμε ότι υπάρχει παρελθόν, παρόν και μέλλον όσο αφορά την τεχνολογία των smart watches. Τα οφέλη χρήσης είναι αρκετά, το πεδία εφαρμογής και η χρησιμότητά τους μεγάλη, αλλά υπάρχουν και τρωτά σημεία, τα οποία πρέπει να ξεπεραστούν. Μέσα από τα κεφάλαια που ακολουθούν εξειδικεύεται ακόμη περισσότερο η ανάλυση, δείχνοντας πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν συστήματα παρακολούθησης υγείας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: SMART WATCHES – WEARABLE DEVICES ΣΑΝ HEALTH MONITORING SYSTEMS

Οι φορετές συσκευές (wearable devices) και πιο συγκεκριμένα τα έξυπνα ρολόγια (smart watches), που αποτελούν μια κατηγορία αυτών, έχουν επιφέρει επανάσταση όσο αφορά την καταγραφή και παρακολούθηση δεδομένων υγείας, αποτελώντας με τον τρόπο αυτό ένα εργαλείο στα χέρια όχι μόνο των χρηστών τους, αλλά και του ιατρικού προσωπικού³¹. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα εξετάσουμε το πως τα smart watches (και γενικότερα οι φορετές συσκευές (wearable devices) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν διαγνωστικά εργαλεία, μελετώντας τα διάφορα πεδία εφαρμογής τους όσο αφορά την παρακολούθηση της υγείας, καθώς και τις αντίστοιχες χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες³². Επιπλέον, στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας εστιάζουμε την ανάλυσή μας στην περίπτωση των smart watches. Δεν είναι όμως μόνο αυτά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της υγείας (health monitoring systems). Για τον λόγο αυτό θα παρουσιάσουμε και τους τύπους των συσκευών, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν health monitoring systems.

2.1. Χρησιμοποιούμενοι Αισθητήρες

Πριν προχωρήσουμε στο κύριο αντικείμενο του κεφαλαίου, θα παρουσιάσουμε τους πιο συνηθισμένους τύπους αισθητήρων³³ που βρίσκονται εντός ενός smart watch³⁴:

2.1.1. Αισθητήρας φωτισμού περιβάλλοντος

Τα περισσότερα έξυπνα ρολόγια χρησιμοποιούν έναν αισθητήρα φωτισμού περιβάλλοντος. Κύριος ρόλος του αποτελεί η μεταβολή της φωτεινότητας της οθόνης σε σχέση με το περιβάλλον φως.

³¹ Lu L. (2020)

³² De la Fuente Robles, Y. κ.ά. (2022).

³³ James, D. και Petrone, N. (2016)

³⁴ Luo, H. και Gao, B. (2021)

2.1.2. Επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων

Αποτελεί τον πιο συχνό αισθητήρα. Μπορεί να εντοπίζει εμπρόσθιες και οπίσθιες κινήσεις, την αίσθηση της βαρύτητας, την θέση και τον ρυθμό μεταβολής ταχύτητας.

2.1.3. Υψομετρητής

Ο υψομετρητής εντοπίζει αλλαγές στο ύψος. Βοηθάει στον εντοπισμό ανάβασης ή κατάβασης και κατά συνέπεια βοηθάει στον υπολογισμό των θερμίδων που καταναλώνονται.

2.1.4. Οπτικός αισθητήρας καρδιακού ρυθμού

Σχεδόν κάθε έξυπνο ρολόι διαθέτει έναν αισθητήρα τέτοιου τύπου. Στόχος του είναι να μετράει τους καρδιακούς παλμούς ανά λεπτό. Επιπλέον χρησιμοποιεί φως για να ελέγχει την ταχύτητα της ροής του αίματος στον καρπό. Όταν η καρδιά χτυπάει, το αίμα κινείται γρήγορα εντός της αρτηρίας και λιγότερο φως αντανακλάται πίσω στον αισθητήρα. Με τον τρόπο αυτό εντοπίζεται ο καρδιακός παλμός.

2.1.5. Αισθητήρας μέτρησης οξυγόνου

Το χρώμα του αίματος εξετάζεται από τον συγκεκριμένο τύπο αισθητήρα, προκειμένου να πραγματοποιηθεί το επίπεδο οξυγόνου. Το αίμα που έχει αποξυγονωθεί, το οποίο επιστρέφεται στα πνευμόνια, είναι ελαφρώς πιο σκουρόχρωμο σε σχέση με το αίμα το οποίο έχει πλήρως οξυγονωθεί στις αρτηρίες. Οι αισθητήρες μετρούν την σχετική αντανάκλαση του κόκκινου υπέρυθρου φωτός από το αίμα και διαπιστώνουν το πως μεταβάλλεται καθώς χτυπάει η καρδιά, έτσι ώστε να γίνει ο προσδιορισμός του επιπέδου οξυγόνου.

2.1.6. Αισθητήρας βιοαντίστασης

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας μετράει την αντίσταση που προσφέρει το δέρμα σε μια μικρή ποσότητα ηλεκτρισμού. Τα ηλεκτρόδια στον φορτιστή μπαταρίας του ρολογιού διανέμουν ένα μικρό ποσό φέροντος έτσι ώστε να μετριέται ο καρδιακός ρυθμός, ο ρυθμός αναπνοής και το επίπεδο του νερού.

2.1.7. Πυξίδα

Μία πυξίδα προσφέρει υποστήριξη σε εφαρμογές χάρτη και επιπλέον δίνει στην συσκευή την αίσθηση της κατεύθυνσης. Επομένως, ο σκοπός της αφορά την περίπτωση της πλοήγησης του χρήστη.

2.1.8. Αισθητήρας ECG

Αποτελεί μία νέα προσθήκη αισθητήρα. Σκοπός αυτού του αισθητήρα είναι ο υπολογισμός της ηλεκτρικής ώθησης που στέλνει η καρδιά με κάθε παλμό. Επομένως, εντοπίζει το καρδιακό σήμα μέσω των ηλεκτροδίων της συσκευής.

2.1.9. GPS

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας βοηθά στον εντοπισμό της τοποθεσίας της συσκευής και συνολικότερα στην παρακολούθηση της δραστηριότητας. Επιπλέον βοηθά στην διαδικασία πλοήγησης σε χάρτες.

2.1.10. Γυροσκόπιο

Το γυροσκόπιο μετράει την γωνιακή ταχύτητα, η οποία χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό της κίνησης. Για παράδειγμα, τα δεδομένα που συλλέγονται από το γυροσκόπιο μαζί με δεδομένα άλλων αισθητήρων μπορούν να καθορίσουν το είδος της δραστηριότητας.

2.1.11. Αισθητήρας UV

Υπάρχουν έξυπνα ρολόγια, τα οποία προσφέρουν πληροφορία σχετικά με το εάν η ακτινοβολία του ήλιου είναι επιβλαβής ή όχι. Αυτού του είδους η πληροφορία εντοπίζεται από έναν αισθητήρα UV, ο οποίος προσδιορίζει την ακτινοβολία UV κατά την διάρκεια της παραμονής του χρήστη σε εξωτερικούς χώρους.

2.1.12. Μαγνητόμετρο

Ένα μαγνητόμετρο χρησιμοποιείται συνδυαστικά με το GPS και την πυξίδα, έτσι ώστε να βοηθήσει στον ακριβή υπολογισμό των συντεταγμένων της τοποθεσίας.

2.1.13. Αισθητήρας ηλεκτροδερμικής δραστηριότητας

Αποτελεί μια νέα προσθήκη αισθητήρα, η οποία έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές. Χρησιμοποιείται για την μέτρηση του άγχους συνδυαστικά με τον αισθητήρα μέτρησης καρδιακού ρυθμού και τον αισθητήρα μέτρησης της θερμοκρασίας του δέρματος. Εντοπίζει μικρές ηλεκτρικές μεταβολές στο δέρμα και με τον τρόπο αυτό βοηθά στην διαχείριση του άγχους.

2.1.14. Αισθητήρας θερμοκρασίας δέρματος

Ο αισθητήρας αυτός εντοπίζει μεταβολές στην θερμοκρασία του δέρματος. Με τον τρόπο γίνεται προσπάθεια για τον εντοπισμό μιας πιθανής ασθένειας ή της έναρξης της εμμήνου φάσης.

2.2. Πεδία εφαρμογής παρακολούθησης υγείας

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσουμε τα πεδία εφαρμογής^{35 36 37 38} των έξυπνων ρολογιών όσο αφορά τους παρακάτω ιατρικούς τομείς:

- Καρδιαγγειακές Παθήσεις
- Νευρολογικές Διαταραχές
- Λιπώδεις Ηπατικοί Νόσοι
- Δυσλειτουργίες Μεταβολισμού
- Ποιότητα Ύπνου
- Ψυχολογικές Ασθένειες

³⁵ King, C. και Sarrafzadeh, M. (2018)

³⁶ Lu, T κ.ά. (2016).

³⁷ Chakrabarti, S. κ.ά. (2022).

³⁸ Jat, A. και Grønli, T. (2022)

2.2.1. Καρδιαγγειακές Παθήσεις

Καθώς τα κύρια δεδομένα που παράγονται από τα έξυπνα ρολόγια αφορούν τον καρδιακό ρυθμό, τα βήματα και την κατανάλωση ενέργειας, οι ερευνητές έχουν επικεντρώσει την προσοχή τους στη συσχέτιση καρδιαγγειακών διαταραχών με αυτά τα δεδομένα³⁹. Οι καρδιαγγειακές παθήσεις προκαλούν εκατομμύρια θανάτους παγκοσμίως κάθε έτος, και επομένως η συνεχής παρακολούθηση και η διάγνωση καρδιακών ανωμαλιών είναι σημαντική για μείωση των θανάτων. Η τεχνολογία των smart watches έχει συμβάλει προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση^{40 41}. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι έρευνα που πραγματοποιήθηκε έχει δείξει ότι η χρήση smart watches με δυνατότητα παρακολούθησης της πίεσης έχει οδηγήσει σε μείωση της πίεσης των αντίστοιχων χρηστών τους.

Επιπλέον, με βάση δεδομένα που έχουν συλλεγεί από smart watches, τα οποία αφορούν τον καρδιακό ρυθμό και πλήθος βημάτων, έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης από διάφορες ερευνητικές ομάδες με στόχο την ανίχνευση κολπικής μαρμαρυγής, η οποία αποτελεί παγκοσμίως μία εκ των βασικών αιτιών εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου.

Δεν θα πρέπει επίσης να παραλειφθεί το γεγονός ότι έχουν πραγματοποιηθεί ερευνητικές προσπάθειες, στις οποίες έχουν καταγραφεί δεδομένα κατά την διάρκεια του ύπνου. Τα δεδομένα αυτά συσχετίστηκαν με χαρακτηριστικά τα οποία είναι υπεύθυνα για εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων, όπως η περιφέρεια μέσης και ο δείκτης μάζας σώματος.

2.2.2. Νευρολογικές διαταραχές και άγχος

Οι φορητές συσκευές, όπως είναι τα smart watches, έχουν επιτρέψει την συνεχή παρακολούθηση της φυσιολογίας μας, γεγονός που έχει καταστήσει δυνατό τον εντοπισμό και αντιμετώπιση χρόνιων ασθενών, όπως οι νευρολογικές διαταραχές⁴² και τα προβλήματα

³⁹ Prieto-Avalos, G. κ.ά. (2022)

⁴⁰ Teo, J. κ.ά. (2019)

⁴¹ Tison, G. κ.ά. (2018)

⁴² Minen M. και Stieglitz E. (2021)

ψυχικής υγείας. Καθοριστικό ρόλο στην συγκεκριμένη περίπτωση παίζει η ηλεκτροδερμική δραστηριότητα (EDA), η οποία δείχνει την δραστηριότητα του νευρικού συστήματος. Τα αντίστοιχα δεδομένα της ηλεκτροδερμικής δραστηριότητας μπορούν να συλλεγούν από τον καρπό ή το δακτυλικό αποτύπωμα. Επομένως με την χρήση του κατάλληλου αισθητήρα στο smart watch, μπορεί να πραγματοποιηθεί τέτοιου τύπου προσέγγιση.

Επιπλέον, τα δεδομένα της ηλεκτροδερμικής δραστηριότητας είναι χρήσιμα για τον εντοπισμό επιληπτικών κρίσεων, και με τον τρόπο αυτό μπορούν να υποβοηθούνται άτομα τα οποία βρίσκονται σε κρίσιμη στιγμή και το έχουν πραγματικά ανάγκη. Για παράδειγμα θα μπορούσε να στέλνεται μια ειδοποίηση σε οικείους του επιληπτικού ατόμου.

Μάλιστα, υπάρχει έρευνα σύμφωνα με την οποία, δεδομένα που καταγράφονται από smart watches μπορούν αξιοποιηθούν για να εντοπιστεί το κοινωνικό άγχος⁴³. Τα δεδομένα, τα οποία απαιτούνται στην περίπτωση αυτή είναι ο καρδιακός ρυθμός, η ηλεκτροδερμική δραστηριότητα και η θερμοκρασία του δέρματος. Η έρευνα επίσης έδειξε ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί διάκριση μεταξύ των επιπέδων άγχους σε έναν χρήστη smart watch.

Τα έξυπνα ρολόγια επίσης αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο στον χαρακτηρισμό διαφορετικών παραμέτρων σε ασθένειες όπως είναι το Parkinson και το Alzheimer⁴⁴. Καθοριστικό ρόλο στην περίπτωση του Alzheimer παίζουν οι αισθητήρες, οι οποίοι μετρούν το πλήθος των βημάτων (και άρα τις μεταβολές του). Επιπλέον, χρησιμοποιούνται οι αδρανειακοί αισθητήρες για τον εντοπισμό δονήσεων (τρέμουλων) στην περίπτωση της ασθένειας Parkinson. Μελέτες που έχουν χρησιμοποιηθεί προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση δείχνουν ότι υπάρχει υψηλός βαθμός συσχέτισης μεταξύ των καταγραφόμενων δονήσεων και της πιθανότητας εμφάνισης της νόσου⁴⁵.

Σαν χαρακτηριστικό παράδειγμα για την παραπάνω περίπτωση, αναφέρουμε το σύστημα παρακολούθησης EchoWear⁴⁶, το οποίο αποτελεί μια προσέγγιση στηριζόμενη σε χρήση smart watch, για την ανίχνευση ανωμαλιών σε φωνή και ομιλία όσο αφορά ασθενείς που

⁴³ Shaukat-Jali, R. κ.ά. (2021).

⁴⁴ Mc Ardle, R. κ.ά. (2020).

⁴⁵ Sigcha, L. κ.ά.(2021).

⁴⁶ Dubey, H.. κ.ά. (2015)

πάσχουν από Parkinson. Ένα δεύτερο παράδειγμα αποτελεί το εργαλείο SPARK⁴⁷. Επιπλέον, διάγνωση της ασθένειας Parkinson είναι δυνατή και μέσω δεδομένων ύπνου.

Για τους ασθενείς με Alzheimer, τα έξυπνα ρολόγια χρησιμοποιούνται ως ψηφιακοί βιοδείκτες⁴⁸. Χρησιμοποιούνται για διάγνωση που βασίζεται σε συμπεράσματα συμπεριφορικών συμβάντων χρησιμοποιώντας δεδομένα αδρανειακής κίνησης. Επιπλέον, η έγκαιρη διάγνωση των ήπιων γνωστικών διαταραχών (Mci) είναι δυνατή με τη χρήση smart watches.

2.2.3. Λιπώδεις Ηπατικοί Νόσοι

Οι μη αλκοολικές λιπώδεις νόσοι του ήπατος (NAFLD) αυξάνονται ραγδαία σε αριθμό και καθίστανται η κύρια αιτία των περισσότερων θανάτων που σχετίζονται με το ήπαρ παγκοσμίως. Η κύρια αιτία όλων των ασθενειών του ήπατος είναι η σωματική αδράνεια. Οι φορετές συσκευές βοηθούν τους χρήστες να παρακολουθούν τη σωματική τους δραστηριότητα σε επίπεδο λεπτού. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα από φορετές συσκευές (όπως είναι τα smart watches) λειτουργούν ως δείκτης ευεξίας για ασθενείς που πάσχουν από ηπατικές παθήσεις. Η βελτίωση της σωματικής δραστηριότητας οδηγεί σε βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και αυτό μπορεί να μετρηθεί με καρδιοπνευμονικές δοκιμές άσκησης (CPET)⁴⁹.

Τα έξυπνα ρολόγια δεν είναι μόνο χρήσιμα για την ανίχνευση και τον εντοπισμό ασθενειών του ήπατος, αλλά και για την παρακολούθηση σωματικών δραστηριοτήτων που έχουν αποδειχθεί κρίσιμες για ασθενείς με NAFLD⁵⁰ και ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα (HCC). Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε, οι ασθενείς παρακολουθήθηκαν χρησιμοποιώντας το σύστημα Neofit, το οποίο κατέγραψε τις θερμίδες που καίγονται, τον αριθμό βημάτων, τη διάρκεια άσκησης και τον καρδιακό ρυθμό. Μετά από 12 εβδομάδες μετά το πρόγραμμα άσκησης, η φυσική κατάσταση και τα στοιχεία σύνθεσης του σώματος και βελτιώθηκαν

⁴⁷ Sharma, V. κ.ά. (2014)

⁴⁸ Kourtis, L. κ.ά. (2019).

⁴⁹ Dunn, M. κ.ά. (2021)

⁵⁰ Chakrabarti, S. κ.ά. (2022)

σημαντικά στους ασθενείς με ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα (HCC) που ολοκλήρωσαν τη θεραπεία τους⁵¹. Ομοίως, μια άλλη μελέτη κατέγραψε την φυσική δραστηριότητα των συμμετεχόντων που χρησιμοποιούν επιταχυνσιόμετρο καρπού και βρέθηκε ότι η αύξηση της σωματικής δραστηριότητας είχε ως αποτέλεσμα περιορισμό της ηπατικής νόσου, η οποία δεν εξαρτάται από την λιπαρότητα⁵².

2.2.4. Δυσλειτουργίες μεταβολισμού

Οι ασθένειες του μεταβολισμού, όπως ο διαβήτης, επηρεάζουν κάθε χρόνο εκατομμύρια ανθρώπων παγκοσμίως. Αυξάνουν την πιθανότητα πολλαπλής ανεπάρκειας οργάνων και οδηγούν σε μειωμένη ποιότητα ζωής. Τα έξυπνα ρολόγια διαδραματίζουν τον ρόλο τους και στην συγκεκριμένη περίπτωση. Έχει βρεθεί ότι η σωματική δραστηριότητα έχει επιδράση σημαντικά στη συγκέντρωση γλυκόζης. Η επίδραση της σωματικής δραστηριότητας εξαρτάται από την ένταση της άσκησης και από τον τρόπο και τη διάρκεια της. Οι φορητές έξυπνες συσκευές είναι χρήσιμα εργαλεία για την αυτό-παρακολούθηση της δραστηριότητας. Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από διαβητικούς ασθενείς για να διαπιστώσουν τη συσχέτιση της σωματικής δραστηριότητας με τη γλυκαιμική έκθεση⁵³. Παρατηρήθηκε επίσης ότι η πραγματοποίηση σωματικής άσκησης κάθε μέρα κατέδειξε άμεση ή μεταγενέστερη επίδραση στον έλεγχο της γλυκόζης.

Υπάρχει επίσης μέθοδος παρακολούθησης της γλυκόζης που εκτελείται πιέζοντας τον καρπό ή το δάκτυλο στο λεπτό γυαλί πίσω από οποιοδήποτε έξυπνο ρολόι χειρός, το οποίο αποτελείται από ένα χημειοχρωμικό μείγμα που έχει την ίδια λειτουργία με έναν αισθητήρα καρδιακών παλμών (PPG)⁵⁴. Αυτά τα χημειοχρωμικά συστατικά διευκολύνουν τη μέτρηση διαφόρων μεταβολιτών από τον ιδρώτα, οι οποίοι χρησιμοποιούνται περαιτέρω για τη

⁵¹ Kim, Y. κ.ά.(2020).

⁵² Schneider, C κ.ά. (2021)

⁵³ Yavelberg, L., κ.ά. (2018)

⁵⁴ Zilberstein, G. κ.ά. (2018)

λήψη της συγκέντρωσης γλυκόζης χρησιμοποιώντας αλγόριθμους νευρικού δικτύου ενσωματωμένους στον αισθητήρα PPG. Οι τιμές που ελήφθησαν από αυτό έδειξαν υψηλή συσχέτιση με επεμβατικές μεθόδους παρακολούθησης της γλυκόζης.

2.2.5. Ποιότητα ύπνου

Είναι αδιαμφισβήτητο ότι ο ύπνος είναι σημαντικός για τις φυσιολογικές σωματικές λειτουργίες και για την καλή υγεία. Η έλλειψη ύπνου μπορεί να έχει σωματικές, συναισθηματικές και ψυχικές επιπτώσεις και μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές συνέπειες στην υγεία. Τόσο η σωματική άσκηση όσο και ο ύπνος σχετίζονται μεταξύ τους. Η τεχνολογία των έξυπνων ρολογιών χρησιμοποιείται επί του παρόντος για την παρακολούθηση της σωματικής άσκησης και του ύπνου, η οποία θα μπορούσε να βοηθήσει τους ερευνητές να μελετήσουν την επιστήμη του ύπνου σε βάθος, με αποτέλεσμα την καλύτερη διάγνωση διαταραχών που σχετίζονται με τον αυτόν. Με βάση μελέτη που πραγματοποιήθηκε, αποδείχθηκε ότι η βαθιά μάθηση (deep learning) μπορεί αξιοποιηθεί ώστε να προβλεφθεί η ποιότητα του ύπνου⁵⁵ χρησιμοποιώντας ένα ακτιγράφημα που λαμβάνεται από τις ώρες αφύπνισης ενός ατόμου. Σε μια άλλη μελέτη⁵⁶, αναφέρθηκε ότι ένας φορητός ιχνηλάτης ύπνου θα μπορούσε να βελτιώσει την ποιότητα του ύπνου σε υγιείς ανθρώπους και να παρακολουθήσει την ποιότητα καθώς και την ποσότητά του.

Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε ότι έχει διεξαχθεί μελέτη σχετικά με την ποσοτικοποίηση του ύπνου σε ασθενείς με Parkinson⁵⁷ χρησιμοποιώντας smartwatches και ανίχνευσε μη φυσιολογικές ταχείες κινήσεις των ματιών. Παρατηρήθηκε επίσης ότι το ποσοστό του σταδίου βαθέως ύπνου διαφέρει μεταξύ υγιών ασθενών και ασθενών με Parkinson⁵⁸.

2.2.6. Ψυχολογικές Ασθένειες

⁵⁵ Sathyanarayana, κ.ά.(2016)

⁵⁶ Berryhill, S κ.ά. (2020)

⁵⁷ Adams, J.. κ.ά. (2021)

⁵⁸ Sigcha L. κ.ά. (2021)

Εκτός από την ανίχνευση φυσιολογικών ασθενειών, τα έξυπνα ρολόγια παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό ψυχολογικών χαρακτηριστικών, που συχνά παραμελούνται λόγω έλλειψης συμπτωματικών στοιχείων. Τα δεδομένα έξυπνων ρολογιών που είναι εξοπλισμένα με αλγόριθμους μηχανικής μάθησης είναι χρήσιμα για την εξαγωγή της εξαιρετικά εξατομικευμένης φύσης ψυχολογικών καταστάσεων όπως η κατάθλιψη και οι μεταβολές της διάθεσης. Μια πρόσφατη μελέτη σε 14 νέους⁵⁹ που χρησιμοποίησε δεδομένα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, νευρογνωστικές εκτιμήσεις και δεδομένα τρόπου ζωής από φορητές συσκευές αποκάλυψε ότι κάθε άτομο είχε ξεχωριστούς καθοριστικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην κατάθλιψη. Ως εκ τούτου, απαιτούνται εξαιρετικά εξατομικευμένες διαγνώσεις και θεραπείες, προκειμένου να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση της διάγνωσης.

2.3. Τύποι συσκευών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν health monitoring systems

Μέχρι στιγμής έχουμε εστιάσει την ανάλυσή μας στην περίπτωση των smart watches, σαν τον πιο δημοφιλή τύπο φορετών συσκευών (wearable devices), που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της υγείας (health monitoring). Δεν είναι όμως μόνο αυτός ο τύπος, καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν επιφέρει αρκετές καινοτόμες λύσεις. Στην συνέχεια, αναφέρουμε τύπους wearable devices⁶⁰ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν health monitoring systems:

- **Έξυπνα Κοσμήματα:** Το έξυπνο κόσμημα αποτελεί το αποτέλεσμα μιας μεγάλης έρευνας σχετικά με τον τρόπο συμπερίληψης των δυνατοτήτων παρακολούθησης της υγείας σε μικρά wearable devices⁶¹. Το πιο σημαντικό είδος έξυπνου κοσμήματος είναι το έξυπνο δαχτυλίδι. Τα έξυπνα δαχτυλίδια φοριούνται στο δάχτυλο σαν τυπικά δαχτυλίδια, ενώ παράλληλα λαμβάνουν δεδομένα παρακολούθησης της υ-

⁵⁹ Shah, R. κ.ά. (2021).

⁶⁰ Seneviratne, S κ.ά. (2017). .

⁶¹ Rantala, I, Colley, A, και Hakkila, J. (2018)

γείας, τα οποία ο χρήστης μπορεί αργότερα να ελέγξει σε ένα smartphone. Σε σύγκριση με ένα έξυπνο ρολόι, το έξυπνο κόσμημα μπορεί να προσφέρει ένα λιγότερο παρεμβατικό μέσο παρακολούθησης της υγείας.

- **Fitness Trackers:** Είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη βηματόμετρων. Ο ιχνηλάτης γυμναστικής αποτελεί επίσης μια σημαντική κατηγορία wearable devices, που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση υγείας⁶². Καταγράφουν τα βήματα, το ρυθμό της καρδιάς, τις θερμίδες που καίγονται, αλλά και μια σειρά από άλλες μετρήσεις φυσικής κατάστασης. Η διάκριση μεταξύ των συσκευών παρακολούθησης φυσικής κατάστασης και των smartwatches είναι πολύ μικρή. Είναι γεγονός ότι προϊόντα προσανατολισμένα στη παρακολούθηση φυσικής κατάστασης περιλαμβάνουν πλέον λειτουργίες έξυπνων ρολογιών, και τα smartwatches περιλαμβάνουν μια σειρά επιλογών και δυνατοτήτων παρακολούθησης φυσικής κατάστασης⁶³. Οι ιχνηλάτες γυμναστικής τείνουν να είναι φθηνότεροι, αλλά έχουν λιγότερα χαρακτηριστικά και δίνουν έμφαση στη λειτουργικότητα και όχι στην αισθητική.
- **Έξυπνα Ρούχα (Smart Clothing):** Έχουν επαφή με ένα μεγαλύτερο μέρος του σώματος. Παρέχουν βαθύτερες γνώσεις από άλλα παραδείγματα φορετών συσκευών, επιτρέποντας την προηγμένη παρακολούθηση τόσο για ιατρική περίθαλψη όσο και για βελτίωση του τρόπου ζωής⁶⁴.
- **Εμφυτεύσιμες συσκευές (Implantables):** Πρόκειται για περιπτώσεις συσκευών, οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν στον ανθρώπινο οργανισμό και να παρέχουν πληροφορίες από το εσωτερικό του και όχι από το δέρμα⁶⁵.
- **Οθόνες τοποθετημένες στο κεφάλι (Head Mounted Displays – HDMs):** Όπως υποδηλώνει το όνομα, οι οθόνες που είναι τοποθετημένες στο κεφάλι (HMDs)⁶⁶ είναι ογκωδέστερες σε σχέση με τις συσκευές που αναφέραμε προηγουμένως. Τοποθετούνται στο κεφάλι και παρέχουν μια οθόνη μπροστά στα μάτια του χρήστη, έτσι

⁶² Fereidooni, H. κ.ά. (2017)

⁶³ Asimakopoulos, S., Asimakopoulos, G. και Spillers, F. (2017) “

⁶⁴ Ahsan, M. κ.ά. (2022)

⁶⁵ Losasso M. (2022)

⁶⁶ Campo-Prieto, P. κ.ά. (2022).

ώστε ο αυτός να μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συσκευή χωρίς να βλέπει μια οθόνη τηλεφώνου.

2.4. Εμπλεκόμενες Τεχνολογίες

Οι φορητές συσκευές είναι δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια καθώς η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (AI), του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και της τεχνολογίας cloud έχει κάνει αυτές τις συσκευές ακόμα πιο ισχυρές⁶⁷. Με την τεχνητή νοημοσύνη, οι φορητές συσκευές μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένες πληροφορίες και προτάσεις με βάση τα δεδομένα ενός χρήστη, όπως το επίπεδο φυσικής κατάστασης και τα πρότυπα ύπνου. Το IoT επιτρέπει στις φορητές συσκευές να συνδέονται με άλλες συσκευές και υπηρεσίες, όπως έξυπνα οικιακά συστήματα ή παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, για να παρέχουν μια απρόσκοπτη και συνδεδεμένη εμπειρία⁶⁸. Η τεχνολογία Cloud επιτρέπει την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που συλλέγονται από φορητές συσκευές, καθώς και την και την επεξεργασία τους. Επίσης επιτρέπει την πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα από οπουδήποτε. Μαζί, αυτές οι τεχνολογίες έχουν μετατρέψει τις φορητές συσκευές από απλούς ιχνηλάτες φυσικής κατάστασης σε εξελιγμένα εργαλεία παρακολούθησης και βελτίωσης υγείας και ευεξίας.

2.4.1. Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)

Όπως και σε πολλά άλλα ερευνητικά πεδία, το τοπίο της έρευνας στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης αναδιαμορφώνεται προοδευτικά από την τάση χρήσης τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης (AI)⁶⁹. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη ριζική πρόοδο στην ανάπτυξη νέων

⁶⁷ Nasser, A. κ.ά. (2021)

⁶⁸ Amyx, S.(2014)

⁶⁹ Lukowicz, P. (2008)

αλγορίθμων μηχανικής μάθησης (ML). Τα τελευταία χρόνια, οι αλγόριθμοι ML έχουν επιδείξει την ικανότητα να επιτυγχάνουν ή να υπερβαίνουν σημαντικά την απόδοση σε ανθρώπινο επίπεδο όταν πρόκειται για υπολογιστικές εργασίες⁷⁰.

Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιεί μεθόδους από διάφορους τομείς, όπως η μηχανική μάθηση, η αναγνώριση προτύπων, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και άλλους, για να δημιουργήσει προγράμματα που μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και να βελτιώνουν την απόδοσή τους με την εμπειρία⁷¹. Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς, όπως η ρομποτική, η αυτόνομη οδήγηση, η αναγνώριση εικόνων, η αναζήτηση στον ιστό και πολλοί άλλοι.

Στα smartwatches και τα wearable devices η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται για να αναγνωρίζει πατρών στα δεδομένα που συλλέγονται και να παρέχει εξατομικευμένες πληροφορίες και υπηρεσίες στον χρήστη⁷². Για παράδειγμα, με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, οι φορετές συσκευές μπορούν να αναγνωρίσουν το επίπεδο της δραστηριότητας του χρήστη και να του προτείνουν ασκήσεις για να βελτιώσει τη φυσική του κατάσταση. Επιπλέον, χρησιμοποιείται στα smartwatches και τις συσκευές health monitoring για την αναγνώριση των κινήσεων του χρήστη και την αυτόματη παραγωγή απαντήσεων όπως μηνύματα κειμένου, email ή άλλων ειδοποιήσεων όταν ο χρήστης δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συσκευή του. Η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει την αναγνώριση της ομιλίας του χρήστη και τη μετατροπή της σε κείμενο⁷³, κάνοντας δυνατή την επικοινωνία με τις συσκευές με μεγαλύτερη άνεση και αποτελεσματικότητα.

Επιπλέον, επιτρέπει την πρόβλεψη συμπτωμάτων και ασθενειών βασισμένη στα δεδομένα που συλλέγονται από τα wearable devices⁷⁴. Για παράδειγμα, με την ανάλυση των παραμέτρων του ύπνου, οι φορετές συσκευές μπορούν να προβλέψουν την πιθανότητα εμφάνισης καρδιακών προβλημάτων ή άλλων παθήσεων και να ειδοποιήσουν τον χρήστη και τους γιατρούς για να ληφθούν περαιτέρω μέτρα.

⁷⁰ Stewart, J., Sprivulis, P. και Dwivedi, G. (2018).

⁷¹ Nahavandi, D. κ.ά. (2021)..

⁷² Gautam, N. κ.ά. (2022)

⁷³ Al Smadi, Kalid κ.ά. (2015)

⁷⁴ Nahavandi, D. κ.ά. (2022)

2.4.2. Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)

Η τεχνολογία υπολογιστικού νέφους (ή cloud computing στα αγγλικά) επιτρέπει την αποθήκευση, τη διαχείριση και την επεξεργασία δεδομένων μέσω του Διαδικτύου, χωρίς την ανάγκη για τοπική αποθήκευση και επεξεργαστική ισχύ στους υπολογιστές των χρηστών. Στο υπολογιστικό νέφος, οι πόροι υπολογιστικής ισχύος (π.χ. επεξεργαστές, μνήμη, αποθηκευτικός χώρος) και οι εφαρμογές προσφέρονται ως υπηρεσίες από έναν πάροχο υπηρεσιών cloud, στους οποίους οι χρήστες έχουν πρόσβαση μέσω του Διαδικτύου.

Στα smartwatches και στις συσκευές health monitoring, η τεχνολογία υπολογιστικού νέφους χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων που συλλέγονται από τους αισθητήρες των συσκευών. Με τη χρήση του cloud computing, οι συσκευές μπορούν να αποστέλλουν αυτά τα δεδομένα σε μια απομακρυσμένη υπηρεσία που επεξεργάζεται τα δεδομένα και επιστρέφει πίσω στις συσκευές τις απαιτούμενες πληροφορίες. Αυτό επιτρέπει επίσης την εξοικονόμηση χώρου αποθήκευσης και επεξεργαστικής ισχύος στις συσκευές, καθώς οι υπηρεσίες cloud μπορούν να αναλάβουν αυτές τις λειτουργίες⁷⁵.

Επιπλέον, η τεχνολογία υπολογιστικού νέφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συγχρονισμό των δεδομένων μεταξύ των συσκευών και των χρηστών⁷⁶. Έτσι, οι χρήστες έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους μέσω κάθε συσκευής, ενώ τα δεδομένα συνεχώς ενημερώνονται και αποθηκεύονται στο cloud.

Τέλος, οι υπηρεσίες cloud μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της απόδοσης και της αξιοπιστίας των συσκευών⁷⁷. Οι εφαρμογές μπορούν να τρέξουν στο cloud και να αποφορτίζουν τη συσκευή από την ανάγκη εκτέλεσης πολύπλοκων υπολογιστικών λειτουργιών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην επέκταση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας και να βελτιώσει την απόδοση των συσκευών.

⁷⁵ Sinnapolu, G και Alawneh, S. (2018)

⁷⁶ Perez, A. και Zeadally, S. (2021)

⁷⁷ Westry, T. (2016)

2.4.3. Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελεί την τεχνολογία που συνδέει συσκευές, αντικείμενα και συστήματα μεταξύ τους μέσω του Διαδικτύου, προκειμένου να ανταλλάσσουν δεδομένα και να επιτρέπουν τον έλεγχο και τη διαχείρισή τους από απομακρυσμένους τόπους. Συγκεκριμένα, οι συσκευές IoT είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες, επεξεργαστές και συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο, για να συλλέγουν δεδομένα και να τα μεταφέρουν σε άλλες συσκευές ή συστήματα για επεξεργασία και ανάλυση⁷⁸. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση της κατάστασης των συσκευών, την πρόβλεψη σφαλμάτων, τη βελτίωση της απόδοσης και τη μείωση των δαπανών.

Τα smart watches, τα health monitoring wearables είναι όλα παραδείγματα της χρήσης του IoT. Αυτές οι συσκευές συνήθως συλλέγουν δεδομένα για την υγεία των χρηστών, όπως η καρδιακή συχνότητα, η πίεση του αίματος, οι ώρες ύπνου και οι δραστηριότητες⁷⁹. Χάρη στο IoT, αυτά τα δεδομένα μπορούν να σταλούν ασύρματα σε ένα κεντρικό σύστημα, όπου μπορούν να αναλυθούν.

Η χρήση του IoT στα wearable devices έχει αυξήσει την αποτελεσματικότητα και την ευκολία της παρακολούθησης της υγείας και της δραστηριότητας των χρηστών. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων ή τη βελτίωση του ύπνου.

Επιπλέον, όπως αναφέρεται και αναλύεται εκτενώς και στα επόμενα κεφάλαια, η διασύνδεση που προσφέρεται χάρη στο IoT μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση των ασθενών με χρόνιες παθήσεις⁸⁰, όπως η διαβήτης και η καρδιακή ανεπάρκεια. Τα δεδομένα από αυτές τις συσκευές μπορούν να σταλούν σε κλινικές για την παρακολούθηση και την εξέταση της κατάστασης του ασθενούς.

⁷⁸ Ullah, F. κ.ά. (2021)

⁷⁹ Hagh, M., Thurow, K., και Stoll, R. (2017)

⁸⁰ Surantha, N. κ.ά. (2021).

2.5. Μελλοντικές Προκλήσεις στην καταγραφή δεδομένων υγείας

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία επέτρεψαν τη δημιουργία φορητών συσκευών, όπως είναι τα έξυπνα ρολόγια, που μπορούν να παρακολουθούν δεδομένα, όπως καρδιακός ρυθμός, βήματα και θερμίδες. Οι ερευνητές έχουν πλέον αρχίσει να επεκτείνουν τις μελέτες τους από την παρακολούθηση της σωματικής δραστηριότητας έως την εστίαση στις μεγάλες προκλήσεις της υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένης διαχείρισης του διαβήτη και απομακρυσμένης παρακολούθησης των ηλικιωμένων ατόμων. Ως εκ τούτου, για την επίτευξη αυτού του στόχου, οι ερευνητές εργάζονται για την ανάπτυξη βιοαισθητήρων που ενσωματώνονται σε βιοϋποδοχείς όπως αντισώματα, ένζυμα ή κυτταρικοί υποδοχείς⁸¹.

Η ταχεία πρόοδος στην ανάπτυξη φορητών συσκευών είναι εμφανής από την αύξηση του ποσοστού των μελετών που έχουν αναπτυχθεί προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές προκλήσεις που επιδέχονται αρκετές συζητήσεις.⁸² Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις της χρήσης των έξυπνων ρολογιών ως διαγνωστικών εργαλείων σχετίζεται με την ακρίβειά τους. Μια πρόσφατη μελέτη τόνισε την απόκλιση στα αποτελέσματα που προέκυψαν από εφαρμογές smartphones και φορητές συσκευές. Επιπλέον, τα αποτελέσματα από διαφορετικές συσκευές ποικίλλουν.

Μια άλλη πρόκληση είναι η κατανάλωση ενέργειας, ειδικά σε μονάδες αδρανειακής μέτρησης. Υπάρχει ανάγκη να μειωθεί η τάξη μεγέθους της ενέργειας στην ανίχνευση και την ασύρματη επικοινωνία, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες που μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της ενέργειας, έτσι ώστε να ξεπεραστεί αυτήν η πρόκληση⁸³. Οι περισσότερες από αυτές τις τεχνολογίες είναι υπό κλινική αξιολόγηση και απαιτούν ρυθμιστικές εγκρίσεις πριν από την εμπορική διάθεση. Για τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας, το μέγεθος των αισθητήρων έχει ήδη μειωθεί και αναμένεται να μειωθεί ακόμη περισσότερο στο άμεσο μέλλον.

Τα έξυπνα ρολόγια απαιτούν επίσης πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Μια περιορισμένη συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο περιορίζει τη χρήση των έξυπνων ρολογιών σε αγροτικές περιοχές

⁸¹ Xu, J., Fang, Y. και Chen, J. (2021)

⁸² Weber, R. (2015).

⁸³ Abbasi, Q. & Heidari, H. και Alomainy, A. (2019)

των ανεπτυγμένων χωρών⁸⁴. Για τις χώρες που πλήττονται από τη φτώχεια, το τρέχον κόστος των έξυπνων ρολογιών και των υπηρεσιών διαδικτύου έχει καταστήσει τα έξυπνα ρολόγια απρόσιτα για πολλούς ανθρώπους.

Η φθορά αυτών των συσκευών είναι επίσης ένα ζήτημα. Οι χρήστες προτιμούν να είναι άνετα και αρκετά ελαφριά για να τα φορούν, χωρίς να εμποδίζουν τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Ως εκ τούτου, η αντιστάθμιση μεταξύ των περιπλοκών που σχετίζονται με τους υπολογισμούς και του βάρους και του μεγέθους του ρολογιού είναι μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις⁸⁵. Μια άλλη πρόκληση είναι η ασφάλεια του χρήστη⁸⁶, ο οποίος είναι εκτεθειμένος στην εκπεμπόμενη ακτινοβολία, που πιθανόν να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του.

Η ασφάλεια των δεδομένων και το απόρρητο είναι άλλες σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στα wearable devices. Η εφαρμογή πολιτικών ασφαλείας διατηρώντας παράλληλα το μέγεθος και την υπολογιστική πολυπλοκότητα των φορετών συσκευών είναι μια μεγάλη πρόκληση⁸⁷. Τα έξυπνα ρολόγια διαθέτουν κακή κρυπτογράφηση και προστασία δεδομένων⁸⁸. Οι ασθενείς έχουν επίσης ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια των δεδομένων και ενδέχεται να αρνηθούν τη χρήση φορετών συσκευών .

Επιπλέον, η χρήση των wearable devices συνοδεύεται από πολλούς κανονισμούς και νομικά πλαίσια, καθώς περιλαμβάνει:

- ατομική συλλογή δεδομένων
- επεξεργασία
- αποθήκευση
- κοινή χρήση και περαιτέρω ανάλυση για ερευνητικούς σκοπούς.

⁸⁴ Yang, H. κ.ά.(2019)

⁸⁵ Niknejad, N. κ.ά. (2020)

⁸⁶ Tawalbeh, L. κ.ά. (2020)

⁸⁷ Starner, T. (2001)

⁸⁸ Coelho, K κ.ά. (2019).

Ως εκ τούτου, τίθεται υπό αμφισβήτηση το απόρρητο και η ασφάλεια των ευαίσθητων πληροφοριών ενός ατόμου . Έχει καταστεί σημαντικό να γίνει πιο διαφανής η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των παρόχων εφαρμογών υγείας, των κατασκευαστών και των ασφαλιστών υγείας. Αυτές οι πτυχές μπορεί επίσης να δημιουργήσουν εμπόδιο στην αγορά. Κάθε χώρα έχει τη δική της απαίτηση ή πολιτική πιστοποίησης για πρόσβαση στην αγορά, και αυτά πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης προϊόντων.

Πιο αναλυτικά για τα νομικά και ηθικά ζητήματα, θα αναφερθούμε σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΗΜΟΦΙΛΕΙΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε δημοφιλείς συσκευές⁸⁹, παρακολούθησης υγείας, μελετώντας με τον τρόπο αυτό τις σύγχρονες τάσεις της εποχής και συγκεκριμενοποιώντας όσο αναφέραμε σε προηγούμενα κεφάλαια.

3.1. Garmin Smart Watches

Με αρκετά έξυπνα ρολόγια στην συλλογή της, η εταιρεία Garmin⁹⁰ δραστηριοποιείται στον συγκεκριμένο χώρο και τα αποτελέσματα χρήσης των ρολογιών της μέχρι στιγμής είναι ικανοποιητικά.

Σαν χαρακτηριστικό παράδειγμα, αναφέρουμε ένα από τα πλέον δημοφιλή smart watches, το Garmin Venu, το οποίο διαθέτει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:⁹¹

- GPS
- Πάνω από 20 προ-φορτωμένες αθλητικές εφαρμογές
- Παρακολούθηση επιπέδων ενέργειας
- Παρακολούθηση των επιπέδων άγχους και παροχή προτάσεων βελτίωσης, όπως ήρεμη αναπνοή, σε περιπτώσεις που κρίνεται απαραίτητο
- Παρακολούθηση των εμμηνορροϊκών κύκλων
- Υπενθύμιση διατήρησης ενυδάτωσης
- Υποβοήθηση στη βελτίωση του τρόπου αναπνοής
- Παρακολούθηση ύπνου
- Παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού

⁸⁹ Schroer A.(2022).

⁹⁰ <https://www.garmin.com/en-US/c/apps/>

⁹¹ Cosoli, G. κ.ά. (2022).

- Παροχή πλήρους συνόλου προπονήσεων
- Μεγάλη διάρκεια ζωής μπαταρίας



Εικόνα 4 Garmin

3.2. Fitbit

Μια φορητή συσκευή της οικογένειας συσκευών Fitbit⁹² αποτελεί έναν ιχνηλάτη φυσικής κατάστασης, ο οποίος βασίζεται στον καρπό. Η βασική υπόθεση πάνω στην οποία βασίζεται, είναι ότι οποιαδήποτε κίνηση είναι χρήσιμη και μια συσκευή Fitbit, δεδομένου ότι είναι δεμένη στον καρπό του χρήστη, μπορεί να συλλάβει και να μετρήσει όλη αυτή τη δραστηριότητα.

Ενδεικτικά, η συσκευή καταγράφει:

- πλήθος βημάτων
- απόσταση που έχει διανυθεί
- κατανάλωση νερού
- κατανάλωση θερμίδων

⁹² <https://www.fitbit.com/>

- απώλεια βάρους

Στην παραπάνω περίπτωση υπάρχουν δεδομένα, τα οποία καταγράφονται αυτόματα, αλλά και δεδομένα που εισάγονται από τον χρήστη. Όσο αφορά τα δυνατά χαρακτηριστικά των συσκευών Fitbit:

- Ευκολία στην χρήση και φιλικότητα διεπαφής
- Δυνατότης διασύνδεσης με άλλους χρήστες
- Καθημερινή παρακολούθηση δραστηριότητας
- Δυνατότητα διασύνδεσης με πολλές εφαρμογές
- Παρακολούθηση ύπνου



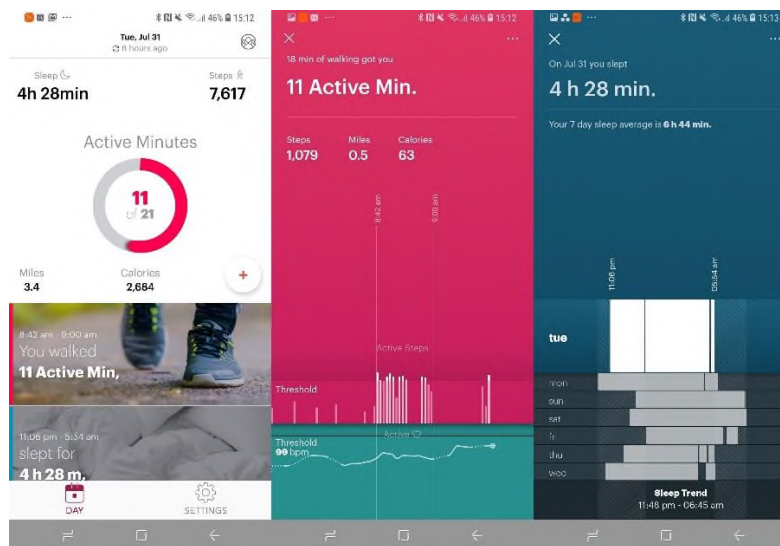
Εικόνα 5 Fitbit

3.3. Motiv Ring

Το Motiv Ring⁹³ συνδυάζει λειτουργίες ευεξίας, φυσικής κατάστασης και διαδικτυακής ασφάλειας σε μία κομψή συσκευή, η οποία έχει το σχήμα δαχτυλιδιού. Είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι αποτελεί ένα από τα λίγα καθιερωμένα έξυπνα προϊόντα δαχτυλιδιών στην αγορά, καθώς μπορεί να φορεθεί πολύ εύκολα χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα στον χρήστη, καταγράφοντας πολύ χρήσιμες πληροφορίες.

Πιο συγκεκριμένα, παρακολουθεί την διάρκεια του ύπνου ανάμεσα σε όλες τις άλλες καθημερινές δραστηριότητες του χρήστη και υπολογίζει τα ενεργά λεπτά της ημέρας. Επιπλέον καταγράφονται οι παρακάτω πληροφορίες:

- καρδιακός ρυθμός ανάπαυσης
- θερμίδες που καταναλώνονται
- πλήθος βημάτων
- απόσταση που διανύεται



Εικόνα 6 Motiv Ring

⁹³ <https://www.mymotiv.com/>

Η συγκεκριμένη συσκευή διαθέτει τρεις ημέρες ενσωματωμένης μνήμης και συγχρονίζει αυτόματα τα δεδομένα με την εφαρμογή Motiv. Αυτό σημαίνει ότι δεν απαιτείται η διαρκής χρήση smartphone για τον συγχρονισμό και την παρακολούθηση των δεδομένων. Τέλος, δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε δικλείδες ασφαλείας, που παρέχονται μέσω της συσκευής Motiv, όπως είναι η ταυτοποίηση 2 παραγόντων (2-way authentication)

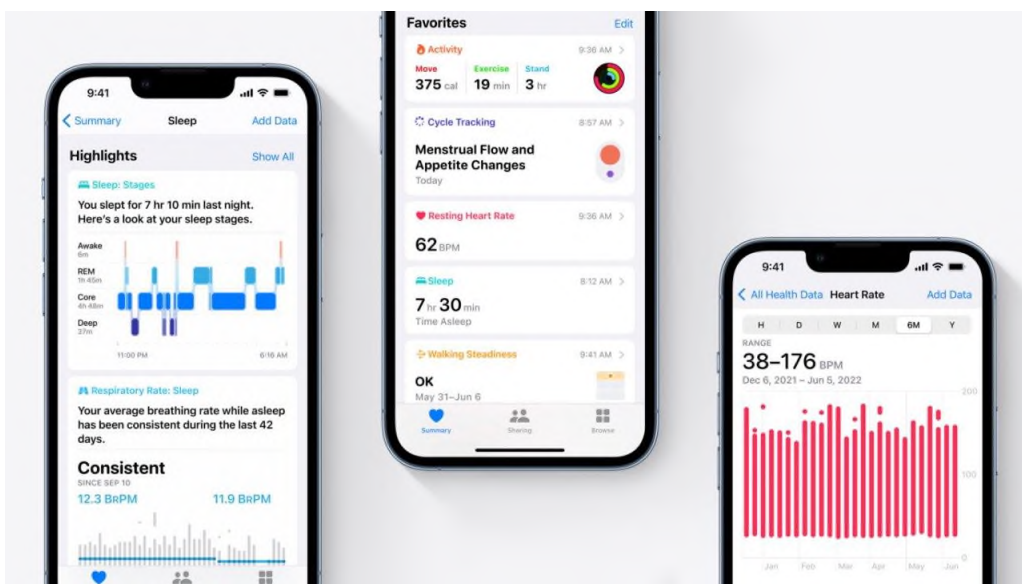
3.4. Apple Smart Watches

Η σειρά smart watches της Apple⁹⁴ δεν μπορούσε να μείνει εκτός της μελέτης μας. Στην συνέχεια παραθέτουμε τα πιο δυνατά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κατηγορίας έξυπνων ρολογιών όσο αφορά την παρακολούθηση της υγείας :

Παρακολούθηση Ύπνου: Με την εφαρμογή Sleep στο Apple Watch, μπορεί να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα ύπνου, να οριστεί ένας στόχος διάρκειας ύπνου και να ελεγχθεί το πρόσφατο ιστορικό ύπνου του χρήστη. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα εκτίμησης του χρόνου που ξοδεύτηκε για πρώιμο, κύριο ή βαθύ ύπνο. Κατά την διάρκεια του ύπνου επίσης καταγράφονται μετρήσεις όπως: οξυγόνο αίματος, καρδιακός ρυθμός, χρόνος ύπνου, αναπνευστικός ρυθμός και στη σειρά Apple Watch 8 η θερμοκρασία καρπού.

Ειδοποιήσεις υγείας καρδιάς: Μπορεί να ενεργοποιηθεί η παροχή ειδοποιήσεων από την εφαρμογή καρδιακού ρυθμού στο Apple Watch προκειμένου να ειδοποιούνται οι χρήστες σχετικά για υψηλούς ή χαμηλούς καρδιακούς ρυθμούς, καθώς και για ακανόνιστους καρδιακούς ρυθμούς που μπορεί να υποδηλώνουν κολπική μαρμαρυγή. Εάν ο χρήστης έχει ήδη διαγνωστεί με κολπική μαρμαρυγή, μπορεί να ενεργοποιήσει το ιστορικό κολπικής μαρμαρυγής, προκειμένου να δει μια εκτίμηση για το πόσο συχνά είναι η καρδιά του σε αυτή την αρρυθμία.

⁹⁴ www.support.apple.com/guide/



Εικόνα 7 Apple Health

Παρακολούθηση χρήσης φαρμάκων: Υποστηρίζεται η παρακολούθηση των φαρμάκων, συμπληρωμάτων και βιταμινών που λαμβάνει ο χρήστης. Μπορεί να πραγματοποιηθεί, ως χρήσιμο εργαλείο για το χρήστη, μία ολοκληρωμένη παρακολούθηση.

Παρακολούθηση του έμμηνου κύκλου: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή παρακολούθησης κύκλου για την καταγραφή καθημερινών πληροφοριών σχετικά με τον εμμηνορροϊκό κύκλο. Το Apple Watch χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να παρέχει προβλέψεις περιόδου και γόνιμων παραθύρων. Εκτός από τα δεδομένα που καταγράφονται από τους χρήστες, η παρακολούθηση κύκλων μπορεί να χρησιμοποιήσει δεδομένα του καρδιακού ρυθμού για να βελτιώσει τις προβλέψεις. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιήσει τη θερμοκρασία του καρπού για να βελτιώσει τις προβλέψεις περιόδου και να παρέχει αναδρομικές εκτιμήσεις ωορρηξίας.

3.5. KardiaMobile

Η συσκευή Kardia Mobile⁹⁵ αποτελεί ένα προϊόν που κατασκευάζεται από την AliveCor, μια εταιρεία ιατρικών συσκευών και τεχνητής νοημοσύνης, η οποία αναπτύσσει προϊόντα για έλεγχο, διάγνωση και θεραπεία. Το KardiaMobile είναι μια συσκευή καρδιογραφήματος, που συνδέεται στο πίσω μέρος κινητών συσκευών (παρέχεται δυνατότητα διασύνδεσης με iPhone και Android). Παρακολουθεί την καρδιακή δραστηριότητα και μεταδίδει τη δραστηριότητα σε μια εφαρμογή για κινητά μέσω αισθητήρων στήθους και δακτύλων.



Εικόνα 8 KardiaMobile

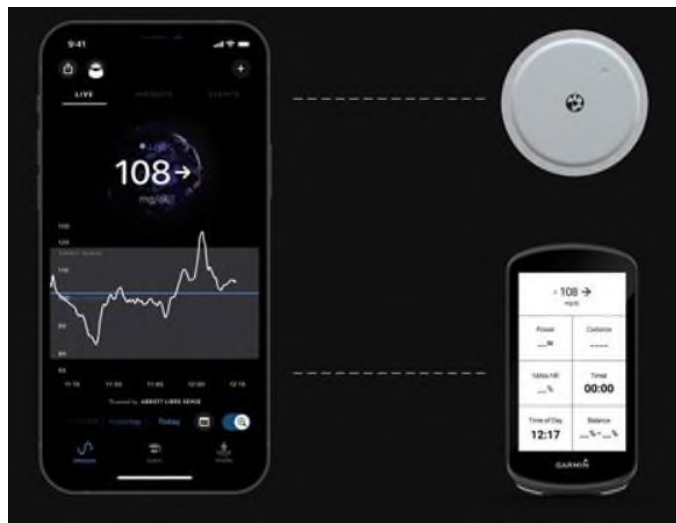
Δυνατά χαρακτηριστικά της παραπάνω συσκευής είναι τα εξής:

- Απεριόριστα ηλεκτροκαρδιογραφήματα
- Αποθήκευση ηλεκτροκαρδιογραφήματος στο τηλέφωνό
- Παρακολούθηση βάρους και αρτηριακής πίεσης
- Συνοπτική έκθεση για την υγεία της καρδιάς
- Παρακολούθηση φαρμάκων
- Αποθήκευση και ασφάλεια στο Cloud

⁹⁵ <https://www.kardia.com/>

3.6. Libre Sense

Η εταιρεία Abbott⁹⁶ παρέχει μια σειρά υπηρεσιών σε καταναλωτές υγειονομικής περίθαλψης και επαγγελματίες σε τομείς όπως η σωματική άσκηση, ο διαβήτης και η καρδιολογία. Η εταιρεία έχει επίσης σημειώσει αξιοσημείωτα βήματα στην ανάπτυξη βιοαισθητήρων γλυκόζης για χρήση από αθλητές.



Εικόνα 9 Libre Sense

Γνωστός ως Libre Sense, ο βιοαισθητήρας ο οποίος παρουσιάζεται στην παραπάνω εικόνα, προσκολλάται στο πίσω μέρος του άνω βραχίονα και συγκεντρώνει δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα γλυκόζης σε αθλητές ηλικίας 16 ετών και άνω. Ο Libre Sense παρέχει επίσης την δυνατότητα διασύνδεσης με εφαρμογές κινητών συσκευών, έτσι ώστε να μπορέσει να καταστήσει τα δεδομένα του εύκολα προσβάσιμα.

Πιο συγκεκριμένα, ο αισθητήρας έχει περίπου το μέγεθος ενός νομίσματος των δύο ευρώ και τοποθετείται στο πίσω μέρος του άνω βραχίονα μέσω ενός αυτοκόλλητου επιθέματος.

⁹⁶ <https://www.libresense.abbott/>

Έχει ένα μαλακό συνθετικό νήμα που διεισδύει περίπου 5 mm κάτω από το δέρμα. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί επιτυχής εφαρμογή του, πρέπει να τοποθετηθεί με την βοήθεια ενός εφαρμογέα.

Επιπλέον, ο αισθητήρας είναι αδιάβροχος, επιτρέποντάς στον χρήστη ακόμη και να κολυμπήσει χωρίς να αντιμετωπίσει κάποιο πρόβλημα. Ενεργοποιείται μέσω NFC και στέλνει το μετρημένο επίπεδο σακχάρου στο αίμα προς το smartphone μέσω Bluetooth.

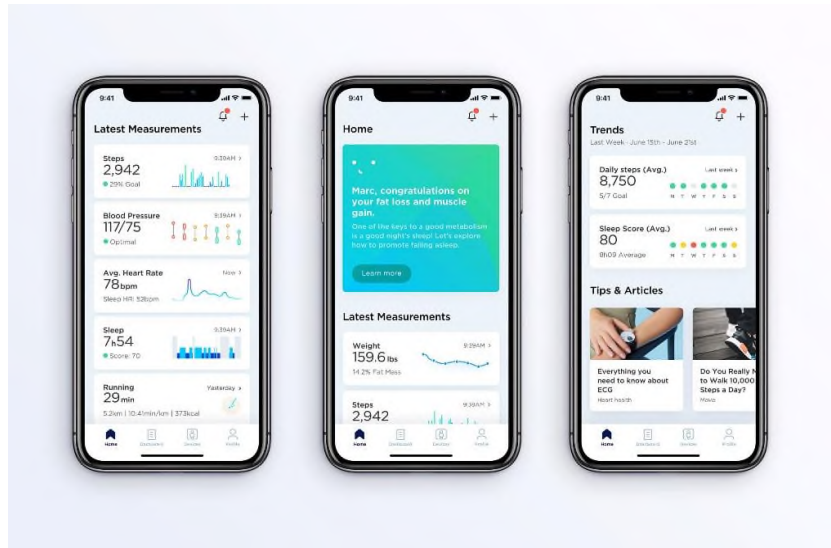
3.7. Withings Smart Watches

Η Withings⁹⁷ είναι μια εταιρεία που δραστηριοποιείται στον συγκεκριμένο τομέα, προσπαθώντας να διατηρήσει τους ανθρώπους σε επαφή με την παρακολούθηση της υγείας τους. Οι φορετοί (wearable) ιχνηλάτες της εταιρίας Withings προσφέρουν:

- παρακολούθηση δραστηριότητας
- ηλεκτροκαρδιογράφημα
- παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού
- παρακολούθηση ύπνου
- μέτρηση οξυγόνου

Η αντίστοιχη εφαρμογή, η οποία προσφέρεται στην συγκεκριμένη περίπτωση ρολογιών είναι η Health Mate, η οποία μπορεί να βρεθεί σε έκδοση τόσο για κινητά Android, όσο και για κινητά i-Phone. Επομένως, καλύπτεται το σημαντικό ζήτημα της συμβατότητας, που αποτελεί σημείο – κλειδί για την διάδοση της χρήσης ενός smart watch, το οποίο δεν διαθέτει μόνο τις συμβατικές λειτουργίες, αλλά και λειτουργίες που σχετίζονται με την παρακολούθηση της υγείας.

⁹⁷ <https://www.withings.com/>



Εικόνα 10 Health Mate App

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, έχουμε σαν στόχο να επικεντρώσουμε την προσοχή μας στην ανάλυση νομικών⁹⁸ και ηθικών πτυχών^{99 100} που σχετίζονται με την περίπτωση χρήσης φορετών συσκευών (wearable devices).

4.1. Προσωπικά Δεδομένα

Τα προσωπικά δεδομένα αφορούν πληροφορίες που αναφέρονται σε ένα ζωντανό φυσικό πρόσωπο, το οποίο μπορεί να ταυτοποιηθεί άμεσα ή έμμεσα¹⁰¹. Παραδείγματα προσωπικών δεδομένων είναι το όνομα, η ηλικία, το επάγγελμα, η οικονομική, πολιτιστική ή κοινωνική ταυτότητα, η κατάσταση σχέσης, η θρησκευτική ή πολιτική πεποίθηση και οι πληροφορίες υγείας. Ορισμένα προσωπικά δεδομένα θεωρούνται ευαίσθητα, όπως για παράδειγμα αυτά που αφορούν την εθνικότητα, την καταγωγή και την φυλή του χρήστη. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν επίσης οι πολιτικές απόψεις, οι θρησκευτικές πεποιθήσεις, η συμμετοχή σε συνδικαλιστικούς οργανισμούς, καθώς και πληροφορίες σχετικά με το ποινικό παρελθόν του ατόμου¹⁰².

Οι πληροφορίες αυτές είναι ευαίσθητες και πρέπει να προστατεύονται κατάλληλα για να αποφεύγονται η παραβίαση της ιδιωτικότητας και ο κίνδυνος κατάχρησης αυτών των πληροφοριών. Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχουν νόμοι και κανονισμοί περί της συλλογής, της χρήσης, αλλά και διατήρησης προσωπικών δεδομένων, όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων της ΕΕ, GDPR¹⁰³.

Τα ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα αναφέρονται σε οποιαδήποτε πληροφορία που αναφέρεται σε ένα άτομο και μπορεί να αξιοποιηθεί για την αναγνώριση του ή την αποκάλυψη

⁹⁸Young, K. (2016)

⁹⁹ Segura, L κ.ά. (2018)

¹⁰⁰ Habibipour, A., Padyab, A. και Stahlbrost, A. (2019).

¹⁰¹ European Commission. <https://commission.europa.eu/law/>

¹⁰² Stalla-Bourdillon, S. και Knight, A. (2017).

¹⁰³ Young, S. (2017)

πληροφοριών σχετικών με τη ζωή του. Τέτοιου είδους πληροφορίες μπορεί να περιλαμβάνουν ταυτότητα, γενετικές πληροφορίες, υγειονομικά δεδομένα, οικονομικές πληροφορίες και πληροφορίες που αφορούν τις σεξουαλικές προτιμήσεις του ατόμου.

Τα δεδομένα υγείας και τα βιομετρικά δεδομένα αφορούν πληροφορίες σχετικά με τη φυσική κατάσταση αλλά και την υγεία του ατόμου. Τα δεδομένα υγείας περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως τα ιστορικά ασθενειών, οι εμβολιασμοί, οι αλλεργίες, οι φάρμακα που λαμβάνει ένα άτομο και άλλες σχετικές πληροφορίες. Τα βιομετρικά δεδομένα αφορούν φυσικές παραμέτρους του ατόμου, όπως η καρδιακή συχνότητα, οι καρδιακοί ρυθμοί, η θερμοκρασία του σώματος και άλλες σχετικές παράμετροι.

Τα wearables συχνά συλλέγουν προσωπικά δεδομένα, όπως οικονομικές πληροφορίες, τοποθεσία, υγειονομικά δεδομένα, πληροφορίες για τον ύπνο, τα επίπεδα στρες και την καθημερινή δραστηριότητα, αλλά και βιομετρικά δεδομένα και δεδομένα υγείας¹⁰⁴. Αυτά τα δεδομένα βοηθούν στην παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών υγείας και φυσικής κατάστασης. Για παράδειγμα, οι φορητές συσκευές υγείας μπορούν να παρακολουθούν την καρδιακή συχνότητα και τη δραστηριότητα του χρήστη και να παρέχουν πληροφορίες που αφορούν την υγεία του, όπως τα επίπεδα του στρες και η ποιότητα του ύπνου¹⁰⁵. Επιπλέον, οι φορητές συσκευές υγείας μπορούν να βοηθήσουν στην παρακολούθηση και διαχείριση χρόνιων παθήσεων, όπως οι διαβήτης. Αυτές οι συσκευές μπορούν επίσης να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες στους γιατρούς και τους ερευνητές σε θέματα υγείας και φυσικής κατάστασης.

Ωστόσο, η συλλογή και η χρήση των δεδομένων υγείας και βιομετρικών δεδομένων από τα wearables εγείρουν κάποια ηθικά αλλά και νομικά προβλήματα που είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη. Τα ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα μπορούν να είναι ευαίσθητες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαδικασίες αναγνώρισης ή στην αποκάλυψη πληροφοριών για τη ζωή του χρήστη. Είναι σημαντικό να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες για τη προστασία ζωής και προσωπικών δεδομένων των ατόμων. Οι εταιρείες που παρέχουν φορητές συσκευές υγείας πρέπει να τηρούν αυστηρά τους κανονισμούς και να διασφαλίζουν

¹⁰⁴ Kalapodi, A και Sklavos, N. (2021)

¹⁰⁵ Mnjama, J., Foster, G και Irwin, B. (2017)

ότι οι χρήστες έχουν έλεγχο και του που χρησιμοποιούνται τα δεδομένα τους¹⁰⁶. Επιπλέον, οι επαγγελματίες στο χώρο της υγείας πρέπει να τηρούν τους κανονισμούς επικοινωνίας με τους ασθενείς και να ενημερώνουν όταν γίνεται συλλογή δεδομένων¹⁰⁷. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα υγείας και βιομετρικά δεδομένα είναι ασφαλή και προσβάσιμα μόνο από εξουσιοδοτημένα άτομα.

4.2. Ιδιωτικότητα των δεδομένων και Νομοθετικό Πλαίσιο

Δεδομένου ότι οι χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες φορετών συσκευών (wearable technologies) συγκεντρώνουν και επεξεργάζονται σημαντικές ποσότητες ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων, εγείρουν ένα ευρύ φάσμα ζητημάτων απορρήτου των δεδομένων, και πόσο μάλλον όταν πρόκειται για ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα. Συχνά, το διαδύκτιο χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των προσωπικών δεδομένων σε χώρες δεαφορετικές από αυτήν στην οποία συλλέχθηκαν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται αδιαφανής η επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων και δυσκολεύει τον έλεγχό της, ειδικά όταν γίνεται σε χώρες που δεν έχουν νόμους προστασίας προσωπικών δεδομένων.

Η Διεθνής Διάσκεψη για την προστασία της ιδιωτικής ζωής του 2014 έκρινε ορθά ότι τα δεδομένα από συσκευές αυτής της τεχνολογίας, πρέπει να αντιμετωπίζονται ως προσωπικά δεδομένα. Οι προσωπικές πληροφορίες ορίζονται ως πληροφορίες που αφορούν ένα μεμονωμένο άτομο και μπορούν να συνεισφέρουν στον εντοπισμό του, την εύρεση της τοποθεσίας του, είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμό με άλλες πληροφορίες. Παραδείγματα προσωπικών πληροφορικών αποτελούν:

- το ονοματεπώνυμο
- η διεύθυνση οικίας
- η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου

¹⁰⁶ Yan, T.; Lu, Y. και Zhang, N (2015)

¹⁰⁷ Chinju P. κ.ά. (2020)

- κοινωνικός αριθμός ασφάλισης
- καταγραφές εικόνας ή βίντεο
- δακτυλικό αποτύπωμα

Πέρα όμως από τους γενικούς τύπους δεδομένων, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, υπάρχει ακόμη μεγαλύτερη ανάγκη για εξασφάλιση της ιδιωτικότητας των δεδομένων, αν εξειδικεύσουμε στην περίπτωση του αντικειμένου της εργασίας μας. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι τα ιατρικά δεδομένα, τα οποία καταγράφονται στην περίπτωση των health monitoring systems, αποτελούν ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, τα οποία εντάσσονται στο πλαίσιο του ιατρικού απορρήτου.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εισαγάγει τον Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Δεδομένων με σκοπό τη διασφάλιση της νομιμότητας της χρήσης προσωπικών δεδομένων και την εναρμόνιση του ψηφιακού με τον πραγματικό κόσμο¹⁰⁸. Μέσω του GDPR, οι πολίτες έχουν πλήρη έλεγχο των προσωπικών τους δεδομένων και απλοποιείται το ρυθμιστικό πλαίσιο για τις επιχειρήσεις στις χώρες της Ευρώπης, αποφεύγοντας τον κατακερματισμό λόγω διαφορετικής ερμηνείας και εφαρμογής του νομικού πλαισίου. Αυτός ο κανονισμός ενοποιεί τη ρύθμιση για τις χώρες της Ευρώπης και αποτελεί συμπλήρωμα της οδηγίας Προστασίας Δεδομένων 95/46/EK, η οποία καταργήθηκε την 25η Μαΐου του 2018.

Ο GDPR επιβάλλει αυστηρές κυρώσεις για την παραβίαση του, τα οποία είναι ανάλογες με τη φύση της παράβασης. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να αντιμετωπίζουν σοβαρά πρόστιμα, ύψους έως και 20 εκατ. ευρώ ή 4%¹⁰⁹ συνολικού τζίρου ενός έτους. Παρόλα αυτά, ο γενικός κανονισμός GDPR αποτελεί θετικό βήμα, καθώς παρέχει στις πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης την ευκαιρία να κερδίσουν την εμπιστοσύνη των χρηστών τους, τοποθετώντας τους στο προσκήνιο και εστιάζοντας στις ανησυχίες τους.

¹⁰⁸ Ntounas, I. (2019)

¹⁰⁹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Θεμελιώδη δικαιώματα προστασίας προσωπικών δεδομένων

Πρακτικά, ο κανονισμός GDPR δίνει στους χρήστες μεγαλύτερη εξουσία στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και απομονώνει τις εταιρείες που θέτουν το κέρδος πάνω από την ιδιωτικότητα των χρηστών¹¹⁰. Ο κανονισμός αυτός δεν έχει ως στόχο να απαγορεύσει τη χρήση των κοινωνικών δικτύων και της ψηφιακής διαφήμισης, αλλά να εξυγιάνει το πεδίο και να επιταχύνει την κατάρρευση τακτικών μάρκετινγκ, όπως η αποστολές μαζικών μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και η μεταπώληση ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων.

Τα δεδομένα που συλλέγονται από wearables συνεχίζουν να ορίζονται ευρέως ως ευαίσθητα δεδομένα, ωστόσο, ο νέος ορισμός σύμφωνα με το GDPR αναφέρει συγκεκριμένα γενετικά και βιομετρικά δεδομένα¹¹¹. Η δήλωση επιβάλλει τέτοια δεδομένα να συλλέγονται και να υπόκεινται σε επεξεργασία μόνο με συγκατάθεση του χρήστη. Ο ορισμός της έννοιας της συγκατάθεσης έχει επίσης ενισχυθεί, καθώς όπως αναφέρει, θα πρέπει να δίνεται "ρητή συγκατάθεση" (άρθρο 4, αριθμ.11, Κανονισμός ΕΕ 2016/679), που σημαίνει ότι πρέπει να λαμβάνεται με σαφή τρόπο, αφήνοντας τον χρήστη χωρίς αμφιβολία, εύκολο να αποσυρθεί και συμπεριλαμβανομένης της παροχής στον χρήστη των συναίνεση συμμετοχής επιλογή τύπου έρευνας.

4.3. Χρήση των δεδομένων για κερδοσκοπικούς λόγους

Επιπλέον, πολλά ερωτήματα εγείρονται σχετικά με τους σκοπούς χρήσης των δεδομένων. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι τα δεδομένα καταγράφονται σε πλατφόρμες και εφαρμογές κινητών συσκευών. Επίσης, η ανάπτυξη του IoT, καθώς και των συστημάτων υπολογιστικού νέφους (Cloud), έχουν μεν συμβάλλει στην διάδοση χρήσης των wearable technologies, ωστόσο εξακολουθούν να εγείρουν κάποιους προβληματισμούς σχετικά με τους σκοπούς, τους οποίους εξυπηρετούν.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα για τον ισχυρισμό μας, θα μπορούσε να αποτελέσει η χρήση ιατρικών δεδομένων από ασφαλιστικές εταιρείες, προκειμένου να διαθέτουν διαφορετική

¹¹⁰ Vestoso, M. (2018)

¹¹¹ Faheem, M κ.ά. (2017)

συμπεριφορά και διαφορετικά ύψη ασφαλιστικών συμβολαίων προς άτομα, τα οποία αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα υγείας.

Ένα δεύτερο παράδειγμα θα μπορούσε να αποτελέσει η πώληση ευαίσθητων ιατρικών δεδομένων σε εταιρίες πώλησης φαρμάκων ή ιατρικών συσκευών. Ας σκεφτούμε το παράδειγμα ενός χρήστη που πάσχει από διαβήτη και χρησιμοποιεί μια φορητή συσκευή για την παρακολούθηση των τιμών της γλυκόζης στο αίμα του. Θα μπορούσε πολύ εύκολα να αποτελέσει διαφημιστικό στόχο μιας αντίστοιχης εταιρείας.

4.4. Χρήση των δεδομένων για πραγματοποίηση κακόβουλων ενεργειών

Ο παραπάνω τίτλος δεν σχετίζεται τόσο με τα ιατρικά δεδομένα, αλλά με τα δεδομένα τοποθεσίας, τα οποία καταγράφονται μέσω των αντίστοιχων συσκευών. Τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν, σε περίπτωση που υποκλαπούν ή δοθούν με κάποιο τρόπο, να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια κακόβουλων ατόμων.

Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα στην συγκεκριμένη περίπτωση θα μπορούσε να αποτελέσει το παράδειγμα πραγματοποίησης κλοπών, παρατηρώντας την τρέχουσα τοποθεσία του χρήστη, αλλά και μοτίβα συμπεριφοράς (για παράδειγμα ώρες και ημέρες που απουσιάζει από την οικία του).

4.5. Ασφάλεια των δεδομένων

Η ασφάλεια των δεδομένων είναι από τα πιο ουσιώδη θέματα που σχετίζονται με την χρήση έξυπνων συσκευών, το οποίο σχετίζεται άμεσα με όλα όσα αναφέραμε παραπάνω. Όλες οι συσκευές που παρουσιάσαμε σε προηγούμενα κεφάλαια, διαθέτουν την δυνατότητα διασύνδεσης στο Διαδίκτυο και αξιοποιούν τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και το Υπολογιστικό Νέφος. Σύνδεση στο Διαδίκτυο σημαίνει μεγάλος κίνδυνος ασφάλειας των δεδομένων, αν αναλογιστούμε την ραγδαία τεχνολογική πρόοδο που έχει επιτευχθεί.

Οι χρήστες σπάνια αντιλαμβάνονται τους κινδύνους για τα δεδομένα τους όταν χρησιμοποιούν έξυπνα προϊόντα και δεν διαθέτουν τεχνικές δυνατότητες για να δημιουργήσουν ένα ασφαλές περιβάλλον αλληλεπίδρασης. Συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα με τη διαχείριση συσκευών καθώς και με τη διαχείριση δικτύου¹¹². Κατά συνέπεια, οι έξυπνες συσκευές θα πρέπει να τύχουν ιδιαίτερης προσοχής από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής καθώς και από αυτούς που τις αναπτύσσουν. Οι χρήστες θα μπορούν να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τις συσκευές και τα δίκτυά τους (και επομένως να προστατεύουν τα δεδομένα τους) μόνο εάν αυτό τους είναι εύκολο.

Η ραγδαία τεχνολογική πρόοδος δεν σημαίνει μόνο εύκολα προσβάσιμη πληροφορία για τον χρήστη, ο οποίος μπορεί πολύ εύκολα να βλέπει τα δεδομένα του στην αντίστοιχη πλατφόρμα ή εφαρμογή. Σημαίνει επίσης και αύξηση των δυνατοτήτων των επιτιθέμενων, οι οποίοι προσπαθούν να εκμεταλλευτούν τα οποιαδήποτε κενά ασφαλείας, έτσι ώστε να έχουν πρόσβαση στην επιθυμητή πληροφορία.

Στο σημείο αυτό αξίζει αναφερθεί και το ζήτημα της ασφάλειας των εφαρμογών κινητών συσκευών, αλλά και τον αντίστοιχων πλατφορμών, οι οποίες οφείλουν να εστιάσουν στο ζήτημα της κρυπτογράφησης των δεδομένων, μέσω των αντίστοιχων αλγορίθμων που πρέπει να εφαρμόζουν, εξυπηρετώντας τις 3 βασικές πτυχές της ασφάλειας δεδομένων:

- **Εμπιστευτικότητα:** Σχετίζεται με την αποκλειστική πρόσβαση στην πληροφορίες μόνο για οντότητες που έχουν εξουσιοδότηση.
- **Ακεραιότητα:** Σχετίζεται με την μη αλλοίωση της πληροφορίας.
- **Διαθεσιμότητα:** Σχετίζεται με την δυνατότητα διαρκούς πρόσβασης στην πληροφορία, χωρίς την οποιαδήποτε παρεμπόδιση.

Στο ζήτημα της ασφάλειας σημαντικό ρόλο, καλείται να παίζει και η τεχνική της ανωνυμοποίησης των δεδομένων, που είναι αρκετά κρίσιμη στην περίπτωση των ιατρικών δεδο-

¹¹² Piasecki, S. KAI Chen, J. (2022)

μένων. Ανωνυμοποίηση σημαίνει να μην καταγραφεί των δεδομένων σε βάσεις δεδομένων, αλλά με τρόπο κρυπτογραφημένο και τέτοιο που να μην υπάρχει συσχέτιση με την ταυτότητα του χρήστη. Με τον τρόπο αυτό, σε περίπτωση που υποκλαπεί η πληροφορία, δεν θα μπορέσει να συσχετιστεί με τον κάτοχό της.

Πέρα από όλα τα παραπάνω, οι ίδιοι οι χρήστες συνίσταται να προσέχουν, δίνοντας μεγάλη έμφαση στην χρήση των στοιχείων πρόσβασης στις οποιοσδήποτε εφαρμογές ή πλατφόρμες χρησιμοποιούν.

4.6. Αξιοπιστία των δεδομένων

Το ζήτημα της αξιοπιστίας των δεδομένων είναι περισσότερο ηθικό και σχετίζεται με την εμπιστοσύνη που έχουν οι χρήστες σε συσκευές που καταγράφουν ιατρικά τους δεδομένα. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει τυφλή εμπιστοσύνη σε τέτοιου τύπου συσκευές και μάλιστα δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις στις οποίες αντικαθίσταται πλήρως ο ιατρικός παράγοντας. Πρόκειται μια τακτική, η οποία δεν είναι σωστή, καθώς σε περιπτώσεις ανακρίβειας των δεδομένων, τα αποτελέσματα μπορεί να βλάψουν την ανθρώπινη υγεία.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις, στις οποίες υπάρχει απόκλιση μεταξύ των μετρήσεων. Η πρόταση μας στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ότι οι φορετές συσκευές, θα πρέπει να αποτελούν ένα συμβουλευτικό εργαλείο, το οποίο θα λειτουργεί βοηθητικά προς τον ανθρώπινο παράγοντα για την λήψη αποφάσεων.

4.7. Θετικός αντίκτυπος στην διαχείριση νομικών υποθέσεων

Ωστόσο, πέρα από τους προβληματισμούς, στου οποίους αναφερθήκαμε προηγουμένως, υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες οι έξυπνες συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την διαλεύκανση της εξέλιξης διάφορων νομικών υποθέσεων, μέσω των δεδομένων τα οποία καταγράφουν.

Σαν χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την βοήθεια στην εύρεση ατόμων που έχουν εξαφανιστεί¹¹³. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, τα δεδομένα τοποθεσίας και δραστηριότητας που καταγράφονται μέσω της αντίστοιχης άρσης απορρήτου, μπορούν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό της τοποθεσίας με μεγάλη ακρίβεια ως προς τα δεδομένα χώρου και χρόνου.

Αντιλαμβανόμαστε πόσο σημαντική είναι η συγκεκριμένη συμβολή ειδικά σε περιπτώσεις που αναζητούνται άτομα, τα οποία έχουν διαπράξει εγκληματικές πράξεις και αναζητούνται. Επομένως, πέρα από την αρνητική συμβολή της υποκλοπής δεδομένων, υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες τα δεδομένα αυτά μπορούν να είναι χρήσιμα στα χέρια των αστυνομικών αρχών.

Ένα επιπλέον παράδειγμα, που δυστυχώς θα αναφέρουμε αποτελεί το φρικτό έγκλημα, το οποίο στιγμάτισε την χώρα μας το 2021. Πρόκειται για την «υπόθεση Καρολάιν», στην οποία ο ρόλος της τεχνολογίας ήταν άκρως σημαντικός. Στην περίπτωση αυτή, ο δράστης του εγκλήματος προσπαθούσε να αποπροσανατολίσει τις αστυνομικές αρχές, προσποιούμενος το θύμα. Ωστόσο, τα δεδομένα κίνησης, τα οποία προέρχονταν από την κινητή συσκευή του δράστη, έδειχναν ότι δεν ήταν ακίνητος σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, ελήφθησαν και δεδομένα από το smart watch του θύματος, τα οποία έδειξαν ότι υπήρχε σημαντική μεταβολή των παλμών της κατά την ώρα θανάτου της. Η απότομη μεταβολή των παλμών προσδιόρισε όχι μόνο την ώρα του θανάτου της, αλλά και τον τρόπο που επήλθε ο θάνατος του ατόμου.

Όλα τα παραπάνω συνέβαλαν τελικά στην ομολογία του δράστη και στην επιβολή της ποινής σύμφωνα με τα πεπραγμένα του. Στην συγκεκριμένη λοιπόν περίπτωση, τεχνολογία των smart watches οδήγησε στη εξιχνίαση μιας υπόθεσης, που με τις παραδοσιακές μεθόδους θα ήταν πολύ δύσκολο να εξιχνιαστεί.

Επομένως, καταλήγουμε στο τελικό συμπέρασμα ότι η τεχνολογία είναι χρήσιμη, αρκεί να χρησιμοποιείται με τρόπο συγκεκριμένο και σύμφωνα με τα εκάστοτε νομικά και ηθικά πλαίσια, σεβόμενη τα προσωπικά δεδομένα αλλά και ταυτόχρονα την ανθρώπινη ζωή.

¹¹³ <https://www.tovima.gr/2021/10/28/society/glyka-nera-i-karolain-kai-to-mystiko-tis-kameras-ti-epsaxnetin-imera-tis-dolofonias/>

ΣΥΜΠΕΡΑΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Για να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή, ακολουθήθηκε η μέθοδος της βιβλιογραφικής ανασκόπησης επιλεγμένων δημοσιεύσεων, βιβλίων, συγγραμμάτων, πρακτικών συνεδρίων και διαδικτυακών πηγών από την ελληνική αλλά και τη ξενόγλωσση βιβλιογραφία. Η επιλογή του υλικού έγινε με βάση το περιεχόμενο του και τον επίκαιρο χαρακτήρα τους. Εξετάστηκαν 113 διαφορετικές πηγές και εξαιρέθηκαν άρθρα παλαιότερα των 15 ετών. Στα πρώτα 2 κεφάλαια δόθηκε έμφαση σε πηγές που εστιάζουν κυρίως στην τεχνολογική και πληροφοριακή οπτική, ενώ στα επόμενα θεωρήθηκε και η νομική διάσταση. Για την ανάλυση των ηθικών και νομικών ζητημάτων που αφορούν τα προσωπικά δεδομένα που διαχειρίζονται οι φορητές συσκευές (wearable devices), εξετάστηκαν και πηγές νομικού και θεσμικού χαρακτήρα, όπως ο πρόσφατος κανονισμός GDPR και τα πρακτικά της Διεθνούς Διάσκεψης του 2014.

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, διαπιστώσαμε ότι ο ρόλος των wearable devices και πιο συγκεκριμένα των smart watches είναι πολύ σημαντικός για την παρακολούθηση των δεδομένων υγείας. Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο μέρος των δημοσιευμένων ακαδημαϊκών ερευνών εστιάζει στον τεχνολογικό χαρακτήρα των συσκευών, και πρόσφατα άρχισε να διενεργείται εκτενέστερη ανάλυση των ηθικών και νομικών θεμάτων. Καθοριστικό ρόλο σε αυτό διαδραμάτισε η εφαρμογή του Ευρωπαϊκού κανονιστικού πλαισίου GDPR, που υποχρεώνει όλους τους παρόχους στη διασφάλιση του απορρήτου προσωπικών δεδομένων, επηρεάζοντας άμεσα και τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται από τα wearable devices.

Η ποικιλία των συσκευών είναι πολύ μεγάλη, όπως αντίστοιχα μεγάλος είναι και ο αριθμός των υποστηριζόμενων εφαρμογών, συμπεραίνοντας ότι οι εξελίξεις που αναμένονται στην περίπτωση του health monitoring θα είναι ραγδαίες. Επίσης δεν θα πρέπει να παραβλέπουμε και την συμβολή των επαναστατικών τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing), που έχουν διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην επέκταση της χρήσης τους.

Με βάση την ανάλυση της βιβλιογραφίας, διαπιστώθηκε επίσης ότι υπάρχουν πολλά είδη ασθενειών, τα οποία μπορούν να ανιχνευθούν με την χρήση της των wearable devices και

το συνδυασμό των παραπάνω νέων τεχνολογικών παραδειγμάτων, δείχνοντας με τον τρόπο αυτό την σημαντική δουλειά, που έχει πραγματοποιηθεί προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση έφερε στην επιφάνεια και τις μεγάλες δυνατότητες στη βελτίωση των αποτελεσμάτων υγείας αυτών των συσκευών, όπως η έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών, η βελτίωση της λήψης των φαρμάκων και η καλύτερη διαχείριση των χρόνιων παθήσεων. Εξακολουθούν βέβαια να υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί ως προς την ακρίβειά τους, ανησυχίες για το απόρρητο και πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην ψυχική υγεία.

Στο σημείο θα πρέπει να δοθεί έμφαση στο ότι οι συσκευές αυτές δεν θα πρέπει να αντικαταστήσουν τον ανθρώπινο παράγοντα, αλλά να αποτελέσουν ένα συμβουλευτικό εργαλείο στην λήψη αποφάσεων και μάλιστα πολλές φορές υπό την επιτήρηση του κατάλληλου ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού.

Βέβαια, πέρα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα χρήσης, εκφράστηκαν κάποιοι ενδοιασμοί, οι οποίοι σχετίζονται με την ασφάλεια και προστασία των ευαίσθητων ιατρικών προσωπικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται. Τα νομικά και ηθικά ζητήματα αναλύθηκαν στο τελευταίο κεφάλαιο και αποτελούν τροχοπέδη στην περαιτέρω διάδοση της χρήσης τους.

Οι ενδοιασμοί αυτοί μπορούν να ξεπεραστούν εάν δοθεί μεγάλη έμφαση στην κρυπτογράφηση των δεδομένων και στην χρήση ακόμη περισσότερο προηγμένων συστημάτων, στα οποία θα δίνεται μεγάλη έμφαση στην ενίσχυση της ασφάλειας και την εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας των πληροφοριών.

Παρά τους περιορισμούς, η γενική συναίνεση είναι ότι τα smart watches και τα health monitoring devices της υγείας είναι ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων υγείας και την ενδυνάμωση των ατόμων. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να προοδεύει, θα είναι ενδιαφέρον να εξεταστεί πώς αυτά τα wearables εξελίσσονται σε βάθος χρόνου για να ανταποκρίνονται στις διαρκών μεταβαλλόμενες ανάγκες και απαιτήσεις των χρηστών και των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης.

Όσο αφορά το νομικό πλαίσιο, προτείνεται να θωρακιστεί ακόμη περισσότερο και οι εταιρείες κατασκευής να ελέγχονται ως προς την εναρμόνισή τους με αυτό. Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες θα αισθάνονται περισσότερο ασφαλείς και θα διευρύνουν ακόμη περισσότερο την χρήση smart watches και γενικότερα των wearable devices, λειτουργώντας τελικά προς όφελός τους και παρακολουθώντας με πιο αποτελεσματικό τρόπο την υγεία τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

- [1] Ching, K. και Singh, M. (2016). Wearable Technology Devices Security and Privacy Vulnerability Analysis. *International Journal of Network Security and Its Applications*, 8(3), σσ. 19–30.
- [2] Hayward, J., Chansin, J. και Zervos, H. Wearable Technology 2018–2028: Markets, Players, Forecasts.
- [3] Ioannidou, I. και Sklavos, N. (2021). On General Data Protection Regulation Vulnerabilities and privacy issues, for wearable devices and fitness tracking applications. *Cryptography*, 5(4), 29.
- [4] Berryhill, S. κ.ά. (2020). Effect of wearables on sleep in healthy individuals: a randomized crossover trial and validation study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 16(5), 775-783.
- [5] Reeder, B. και David, A. (2016). Health at hand: A systematic review of Smart Watch uses for Health and Wellness. *Journal of Biomedical Informatics*, 63, 269-276.
- [6] Silbert, S. (2023). What Is a Smartwatch and What Do They Do? Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.lifewire.com/an-introduction-to-smart-watches-3441381>
- [7] Kumar, D. (2017) “Consumer perception and purchase intention towards smartwatches,” *IOSR Journal of Business and Management*, 19(01), σσ. 26–28.
- [8] Silva, J. κ.ά., (2019) “Management platforms and protocols for internet of things: A survey,” *Sensors*, 19(3), σ. 676.
- [9] Zhang, L. κ.ά., (2020) A Wearable Biosensor Based on Bienzyme Gel-Membrane for Sweat Lactate Monitoring by Mounting on Eyeglasses. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2020, 20, 1495–1503.
- [10] Sharma, A., κ.ά. (2021). Wearable Biosensors: An Alternative and Practical Approach in Healthcare and Disease Monitoring. *Molecules*, 26(3), 748.
- [11] Tan, C. κ.ά. (2018). Fusible heterogeneous accelerators enmeshed with architecture for wearables. 2018 ACM-IEEE 45th Annual International Symposium on Computer Architecture
- [12] Kaewkannate, K. και Kim, S. (2016). Comparison of wearable fitness devices. *BMC Public Health*.
- [13] Takiddeen, N. και Zuaikernan, I. (2019). Smartwatches as IoT edge devices: A framework and survey. In 2019 Fourth International Conference on Fog and Mobile Edge Computing (σσ. 216-222). IEEE.
- [14] Chandel, R. κ.ά. (2022). Smart watches: A review of evolution in bio-medical sector. *Materials Today: Proceedings*, 50, 1053-1066.

- [15] Becerra, V. κ.ά. (2021) “A wireless hand grip device for motion and force analysis,” *Applied Sciences*, 11(13), σ. 6036.
- [16] Rybarczyk, D. (2021). Application of the MEMS accelerometer as the position sensor in Linear Electro-hydraulic Drive, *Sensors*, 21(4), σ. 1479.
- [17] Miller, D., Sargent, C. και Roach, G. (2022). A Validation of Six Wearable Devices for Estimating Sleep, Heart Rate and Heart Rate Variability in Healthy Adults. *Sensors*, 22(16), 6317.
- [18] Grandner, M. A. και Rosenberger, M. E. (2019). Actigraphic Sleep Tracking and wearables: Historical context, scientific applications and guidelines, limitations, and considerations for commercial sleep devices. *Sleep and Health*, 147-157.
- [19] Girschik, J. κ.ά. (2012). Validation of self-reported sleep against actigraphy. *Journal of Epidemiology*, 22(5), 462-468.
- [20] Shadiev, R., Hwang, W. και Liu, T. (2018). A Study of the Use of Wearable Devices for Healthy and Enjoyable English as a Foreign Language Learning in Authentic Contexts. *J. Educ. Technol. Soc.*, 21, 217-231.
- [21] Xu, J., Cao, Q. και Prakash, A., Balasubramanian, A., και Porter, D. E. (2017). *Uiwear*. Proceedings of the 23rd Annual International Conference on Mobile Computing and Networking.
- [22] Liu, H. κ.ά. (2017). Paper: A promising material for human-friendly functional wearable electronics. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 112, 1-22.
- [23] Baskan, A. και Goncu-Berk, G. (2022). User experience of wearable technologies: A comparative analysis of textilebased and accessory-based wearable products. *Applied Sciences*, 12(21), 11154. doi:10.3390/app122111154
- [24] UL LLC Testing Battery Systems Designed for Wearable Technologies.
- [25] Cosoli, G., κ.ά. (2022). Accuracy and precision of wearable devices for real-time monitoring of swimming athletes. *Sensors*, 22(13), 4726.
- [26] Yáñez-Sedeño, P., Campuzano, S. και Pingarrón, J. (2020). Screen-Printed Electrodes: Promising Paper and Wearable Transducers for (Bio)Sensing. *Biosensors*, 10(7), 76.
- [27] Emami Naeini, S. κ.ά. (2019) “Exploring how privacy and security factor into IOT device purchase behavior,” *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* [Pre-print].
- [28] Langone, M.; Setola, R. και Lopez, J. Cybersecurity of Wearable Devices: An Experimental Analysis and a Vulnerability Assessment Method. In *Proceedings of the 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications*

- [29] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.statista.com>
- [30] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.counterpointresearch.com/global-smartwatch-shipments-market-share/>
- [31] Lu L. κ.ά. (2020) Wearable Health Devices in Health Care: Narrative Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Nov 9;8(11):e18907. doi: 10.2196/18907.
- [32] De la Fuente Robles, Y. κ.ά. (2022). Past, Present and Future of Research on Wearable Technologies for Healthcare: A Bibliometric Analysis Using Scopus. *Sensors*, 22(22), 8599.
- [33] James, D. και Petrone, N. (2016). *Sensors and Wearable Technologies in Sport: Technologies, Trends and Approaches for Implementation* (σσ. 1-49). Springer.
- [34] Luo, H. και Gao, B. (2021) “Development of smart wearable sensors for life healthcare,” *Engineered Regeneration*, 2, σσ. 163–170.
- [35] King, C., και Sarrafzadeh, M. (2018). A survey of smartwatches in remote health monitoring. *Journal of healthcare informatics research*, 2, 1-24.
- [36] Lu, T. κ.ά. (2016). Healthcare applications of smart watches. *Applied clinical informatics*, 7(03), 850-869.
- [37] Chakrabarti, S. κ.ά. (2022). Smart Consumer Wearables as Digital Diagnostic Tools: A Review. *Diagnostics*, 12(9), 2110.
- [38] Jat, A. και Grønli, T. M. (202). Smart Watch for Smart Health Monitoring: A Literature Review. In *Bioinformatics and Biomedical Engineering: 9th International Work-Conference, IWBBIO 2022, Maspalomas, Gran Canaria, Spain, June 27–30, 2022, Proceedings, Part I* (σσ. 256-268).
- [39] Prieto-Avalos, G. κ.ά. (2022). Wearable devices for physical monitoring of heart: A Review. *Biosensors*, 12(5), 292. 2
- [40] Teo, J. κ.ά. (2019). Digital phenotyping by consumer wearables identifies sleep-associated markers of cardiovascular disease risk and biological aging. *Communications biology*, 2(1), 361.
- [41] Tison, G. κ.ά. (2018). Passive detection of atrial fibrillation using a commercially available smartwatch. *JAMA cardiology*, 3(5), 409-416.
- [42] Minen M. και Stieglitz E. Wearables for Neurologic Conditions: Considerations for Our Patients and Research Limitations. *Neurology Clin Pract*. 2021 11(4).

- [43] Shaukat-Jali, R., van Zalk, N. και Boyle, D. (2021). Detecting subclinical social anxiety by physiological data from a wrist-worn wearable: Small-scale feasibility study. *JMIR Formative Research*, 5(10), e32656.
- [44] McArdle, R. κ.ά. (2020). Differentiating dementia disease subtypes with gait analysis: feasibility of wearable sensors? *Gait & posture*, 76, 372-376.
- [45] Sigcha, L. κ.ά. (2021). Automatic resting tremor assessment in parkinson's disease using smart-watches and multitask convolutional neural networks. *Sensors*, 21(1), 291
- [46] Dubey, H. κ.ά. (2015). EchoWear: smart-watch technology for voice and speech treatments of patients with Parkinson's disease. In *Proceedings of the conference on Wireless Health* (σσ. 1-8).
- [47] Sharma, V. κ.ά. (2014). SPARK: personalized parkinson disease interventions through synergy between a smartphone and a smartwatch. In *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Everyday Life Applications and Services: Third International Conference, DUXU 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part III 3* (σσ. 103-114). Springer International Publishing.
- [48] Kourtis, L. κ.ά. (2019). Digital biomarkers for Alzheimer's disease: the mobile/wearable devices opportunity. *NPJ digital medicine*, 2(1), 9.
- [49] Dunn, M. A. κ.ά. (2021). Wearables, physical activity, exercise testing in liver disease. In *Seminars in Liver Disease* (Vol. 41, No. 02, σσ. 128-135). Thieme Medical Publishers, Inc..
- [50] Chakrabarti, S., Biswas, N., Jones, L. D., Kesari, S., και Ashili, S. (2022). Smart Consumer Wearables as Digital Diagnostic Tools: A Review. *Diagnostics*, 12(9), 2110.
- [51] Kim, Y. κ.ά. (2020). Efficacy and Safety of an mHealth App and Wearable Device in Physical Performance for Patients With Hepatocellular Carcinoma: Development and Usability Study. *JMIR mHealth uHealth* 2020, 8.
- [52] Schneider, C. κ.ά. (2021). Physical activity associated with reduced risk of liver disease in the prospective. UK Biobank cohort. *JHEP Reports*, 3(3), 100263.
- [53] Yavelberg, L., Zaharieva, D., Cinar, A., Ridde11, M. C., και Jamnik, V. (2018). A pilot study validating select research-grade and consumer-based wearables throughout a range of dynamic exercise intensities in persons with and without type one diabetes: a novel approach. *Journal of diabetes science and technology*, 12(3), 569-576.
- [54] Zilberstein, G. κ.ά. (2018). Noninvasive wearable sensor for indirect glucometry. *Electrophoresis*, 39(18), 2344-2350.

- [55] Sathyanarayana, A. κ.ά. (2016). Sleep quality prediction from wearable data using deep learning. JMIR mHealth and uHealth, 4(4).
- [56] Berryhill, S. κ.ά. (2020). Effect of wearables on sleep in healthy individuals: a randomized crossover trial and validation study. Journal of Clinical Sleep Medicine, 16(5), 775-783.
- [57] Adams, J. κ.ά. A real-world study of wearable sensors in Parkinson's disease. npj Parkinsons Dis. 7, 106 (2021).
- [58] Sigcha L, κ.ά. (2021). Automatic Resting Tremor Assessment in Parkinson's Disease Using Smartwatches and Multitask Convolutional Neural Networks. Sensors. 2021
- [59] Shah, R. κ.ά. (2021). Personalized machine learning of depressed mood using wearables. Translational psychiatry, 11(1), 1-18.
- [60] Seneviratne, S., κ.ά. (2017). A survey of wearable devices and challenges. IEEE Communications Surveys και Tutorials, 19(4), 2573-2620.
- [61] Rantala, I., Colley, A., και Hakki, J. (2018). Smart jewelry. Proceedings of the 7th ACM International Symposium on Pervasive Displays.
- [62] Fereidooni, H. κ.ά. (2017) "Fitness trackers: Fit for health but unfit for security and privacy," 2017 IEEE/ACM International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies (CHASE)
- [63] Asimakopoulos, S., Asimakopoulos, G. και Spillers, F. (2017). Motivation and user engagement in fitness tracking: Heuristics for Mobile Healthcare Wearables. Informatics, 4(1), σ.5
- [64] Ahsan, M. κ.ά. (2022). Smart Clothing Framework for Health Monitoring Applications. Signals, 3(1), 113–145.
- [65] Losasso M. (2022). How implants and wearables offer innovative medical applications. Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.nsmedicaldevices.com/analysis/how-implants-and-wearables-offer-innovativemedical-applications/>
- [66] Campo-Prieto, P., Canceja-Carral, J. και Rodríguez-Fuentes, G. (2022). Wearable Immersive Virtual Reality Device for Promoting Physical Activity in Parkinson's Disease Patients. Sensors, 22(9), 3302.
- [67] Nasser, A. κ.ά. (2021). IoT and Cloud Computing in Health-Care: A New Wearable Device and Cloud-Based Deep Learning Algorithm for Monitoring of Diabetes. Electronics, 10(21), 2719.
- [68] Amyx, S. (2014). Wearing Your Intelligence: How to Apply Artificial Intelligence in Wearables and IoT Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.wired.com/insights/2014/12/wearing-your-intelligence/>

- [69] Lukowicz, Σ. (2008). Wearable computing and Artificial Intelligence for Healthcare Applications. *Artificial Intelligence in Medicine*, 42(2), 95-98.
- [70] Stewart, J., Sprivulis, Σ. και Dwivedi, G. (2018). Artificial Intelligence and machine learning in emergency medicine. *Emergency Medicine Australasia*, 30(6), 870-874.
- [71] Nahavandi, Darius κ.ά. (2021). Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and Challenges. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 213. 106541.
- [72] Gautam, N. κ.ά (2022). Artificial Intelligence, Wearables and Remote Monitoring for Heart Failure: Current and Future Applications. *Diagnostics*, 12(12), 2964.
- [73] Al Smadi, K. κ.ά. (2015). Artificial Intelligence for Speech Recognition Based on Neural Networks. *Journal of Signal and Information Processing*. 06. 66-72.
- [74] Nahavandi, D. κ.ά (2022). Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and challenges. *Computer Methods and Programs in Bio-medicine*, 213, 106541.
- [75] Sinnapolu, G. και Alawneh, S. (2018). Integrating wearables with cloud-based communication for Health Monitoring and emergency assistance. *Internet of Things*, 1-2, 40-54. 4
- [76] Perez, A. J. και Zeada1ly, S. (2021). Recent Advances in Wearable Sensing Technologies. *Sensors*, 21(20), 6828. MDPI.
- [77] Westry, T. (2016) Wearable cloud could be less expensive, more powerful form of mobile computing . Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.uab.edu/news/research/item/7513-wearablecloud-could-beless-expensivemorepowerful-form-of-mobilecomputing>
- [78] Ullah, F. κ.ά (2021) “Wearable IoTs and geo-fencing based framework for COVID-19 Remote Patient Health Monitoring and Quarantine Management to control the pandemic,” *Electronics*, 10(16), σ. 2035.
- [79] Haghi, M., Thurow, K. και Sto11, R. (2017). Wearable devices in medical internet of Things: Scientific Research and commercially available devices. *Healthcare Informatics Research*, 23(1), 4.
- [80] Surantha, N., Atmaja, Σ. και Wicaksono, M. (2021). A review of wearable internet-of-things device for Healthcare. *Procedia Computer Science*, 179, 936-943.
- [81] Xu, J., Fang, Y., και Chen, J. (2021). Wearable Biosensors for Non-Invasive Sweat Diagnostics. *Bio-sensors*, 11(8), 245. MDPI.
- [82] Weber, R. (2015). Internet of things: Privacy issues revisited. *Computer Law και Security Review*, 31(5), 618-627.

- [83] Abbasi, Q., Heidari, H. και Alomainy, A. (2019). Wearable Wireless Devices. Applied Sciences. 9. 2643.
- [84] Yang, H. κ.ά. (2019). The internet of things for smart manufacturing: A review. IJSE Trans. 2019, 51, 1190–1216,
- [85] Niknejad, N. κ.ά. (2020). A comprehensive overview of smart wearables: The State of the art literature, recent advances, and future challenges. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 90, 103529.
- [86] Tawallbeh, L. κ.ά. IoT Privacy and Security: Challenges and Solutions. Appl. Sci. 2020, 10, 4102.
- [87] Starner, T. The challenges of wearable computing: Part 1. IEEE Micro 2001, 21, 44–52
- [88] Coelho K. κ.ά. (2019). Cryptographic algorithms in wearable communications: An empirical analysis. IEEE Communications Letters, 23(11), 1931-1934.
- [89] Schroer A. (2022). 10 Examples of Wearable Technology in Healthcare and Wearable Medical Devices <https://builtin.com/healthcaretechnology/wearabletechnology-in-healthcare>
- [90] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.garmin.com/en-US/c/apps/>
- [91] Cosoli, G. κ.ά. (2022). Accuracy and precision of wearable devices for real-time monitoring of swimming athletes. Sensors, 22(13), σ. 4726.
- [92] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.fitbit.com/>
- [93] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.mymotiv.com/>
- [94] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://support.apple.com/guide/watch/track-important-health-information-appleapdc2bf82d90/watchos>
- [95] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.kardia.com/>
- [96] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.libresense.abbott/>
- [97] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.withings.com/>
- [98] Young, K. (2016) New Legal Problems Created by Wearable Devices. <https://publish.illinois.edu/illinoisblj/2016/02/29/new-legal-problems-created-by-wearabledevices/>
- [99] Segura, L. κ.ά. (2018). Ethical implications of user perceptions of wearable devices. Science and engineering ethics, 24, 1-28.

- [100] Habibipour, A., Padyab, A. και Stahlbrost, A. (2019). Social, ethical and ecological issues in wear-able technologies. In AMCIS 2019, Twenty-fifth Americas Conference on Information Systems, Cancun, México, Augusti 15-17, 2019. Association for Information Systems.
- [101] European Comission. https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/what-personal-data_en
- [102] Stalla-Bourdillon, S. και Knight, A. (2017). Anonymous data v. Personal data—A false debate: An EU perspective on anonymisation, pseudonymisation and personal data. *Wisconsin International Law Journal*
- [103] Young, S. (2017) Guidelines and consequences for non-compliance www.gdpr.report/news/2017/06/16/gdpr-guidelines-consequences-non-compliance/
- [104] Kalapodi, A.; Sklavos, N. The Concerns of Personal Data Privacy, on Calling and Messaging, Network-ing Applications. In *Communications in Computer and Information Science*; Springer: Σηγκαπούρη, 2021; σσ. 275–289
- [105] Mnjama, J.; Foster, G. και Irwin, B. A privacy and security threat assessment framework for consumer health wearables. In *Proceedings of the 2017 Information Security for South Africa (ISSA)*, Johannesburg, South Africa, 16–17 August 2017; σσ. 66–73.
- [106] Yan, T.; Lu, Y.; Zhang, N. Privacy Disclosure from Wearable Devices. In *Proceedings of the 2015 Work-shop on Privacy-Aware Mobile Computing*, Hangzhou, China, 22 June 2015
- [107] Paul, Chinju και Scheibe, Kevin και Nilakanta, Sree. (2020). Privacy Concerns Regarding Wearable IoT Devices: How it is Influenced by GDPR?.
- [108] Ntouvas, I. (2019). Exporting personal data to EU-based international organizations under the GDPR,” *International Data Privacy Law*.
- [109] European Comission. https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_e1
- [110] Vestoso, M. (2018). The GDPR beyond Privacy: Data-Driven Challenges for Social Scientists, Legislators and Policy-Makers. *Future Internet*, 10(7), 62. MDPI.
- [111] Faheem, M. κ.ά. (2017) Cloud Computing Environment and Security Challenges: A Review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 2017, 8.
- [112] Piasecki, S. και Chen, J. (2022). Complying with the GDPR when vulnerable people use smart de-vices. *International Data Privacy Law*, 12(2), 113-131.

[113] Ανάκτηση από το διαδίκτυο: <https://www.tovima.gr/2021/10/28/society/gyka-nera-ikarolainkaito-mystiko-tis-kameras-tiepsaxnetin-imeratistodolofonias/>