



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

"WEARABLES ΚΑΙ INTERNET OF THINGS"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΣΤΑΘΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΑΒΡΑΑΜ ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2020

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος Στάθης Δημήτριος, του Θωμά, φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

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

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

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Ο Δηλών



Ημερομηνία

17/09/20

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία Internet of Things (IoT) κάνει τη ζωή των ανθρώπων ευκολότερη σε πολλούς τομείς. Έξυπνα σπίτια, έξυπνα συστήματα ασφαλείας χρησιμοποιούν την τεχνολογία του IoT όπως και η φορητή τεχνολογία. Η τεχνολογία IoT Wearables έχει αναπτύξει πολλά έργα με το IoT. Αυτές οι τεχνολογικές έξυπνες συσκευές ταξινομούνται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους. Με αυτές τις ταξινομήσεις, είναι πολύ εύκολο να διεξαχθεί έρευνα στον τομέα της φορητής τεχνολογίας. Υπάρχει πολλή έρευνα βασισμένη στην τεχνολογία IoT. Σχεδόν όλες αυτές οι έρευνες λένε ότι όλες οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν τα επόμενα χρόνια θα είναι έξυπνες συσκευές.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την βιβλιογραφική ανασκόπηση του IoT και της φορητής τεχνολογίας, διερευνώντας τις διάφορες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές που διερευνούνται είναι αυτές που συνδέουν το IoT με την έξυπνη πόλη, την υγεία, τις μεταφορές και την ασφάλεια. Όπως και με άλλες νέες και εξαιρετικά ρηξικέλευθες ψηφιακές τεχνολογίες, το IoT και η φορητή τεχνολογία θα αμφισβητήσουν τους υπάρχοντες κοινωνικούς, οικονομικούς και νομικούς κανόνες. Συγκεκριμένα, αυτές οι τεχνολογίες εγείρουν μια ποικιλία από ζητήματα απορρήτου και ασφάλειας. Υπάρχουν και άλλα τεχνικά εμπόδια που θα μπορούσαν να συγκρατήσουν το IoT και την φορητή τεχνολογία - συμπεριλαμβανομένων των διαφορών για τα τεχνικά πρότυπα, της διαλειτουργικότητας του συστήματος και της πρόσβασης σε επαρκές φάσμα για τη διευκόλυνση της ασύρματης δικτύωσης - αλλά αυτά τα θέματα δεν εξετάζονται εδώ.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Φορητή τεχνολογία, IoT, διαδίκτυο των πραγμάτων, αισθητήρες

## **ABSTRACT**

Internet of Things (IoT) technology makes people's lives easier in many areas. Smart homes, smart security systems use IoT technology as well as wearable technology. IoT Wearables technology has developed many IoT projects. These technologically intelligent devices are classified according to their characteristics. With these classifications, it is very easy to conduct research in the field of mobile technology. There is a lot of research based on IoT technology. Almost all of this research says that all devices that will be used in the coming years will be smart devices.

The present dissertation aims to review the bibliography of IoT and wearable technology, exploring the various applications. More specifically, the applications being explored are those that connect the IoT to the smart city, health, transportation and security. As with other new and highly radical digital technologies, IoT and mobile technology will challenge existing social, economic and legal rules. In particular, these technologies raise a variety of privacy and security issues. There are other technical hurdles that could hold the IoT and wearable technology - including differences in technical standards, system interoperability and access to a sufficient range to facilitate wireless networking - but these issues are not addressed here.

## **KEYWORDS**

Wearable technology, IoT, internet of things, sensors

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KEYWORDS.....	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	viii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	ix
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ .....	x
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	3
1.1. Εισαγωγή.....	3
1.2. Πώς λειτουργεί το IoT .....	4
1.3. Οφέλη του IoT .....	8
1.4. Βασικά συστατικά ενός συστήματος IoT .....	10
1.6. Τα πρότυπα και τα πλαίσια IoT .....	12
1.7. Εφαρμογές Διασύνδεσης καταναλωτών και επιχειρήσεων .....	14
1.8. Ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής στο IoT.....	15
1.9. Ιστορία του IoT.....	15
1.10. Ο ρόλος του smartphone στο IoT.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	17
2.1. Πώς το IoT χτίζει έξυπνες πόλεις .....	17
2.2. Η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων .....	17
2.3. Καινοτομίες έξυπνων πόλεων.....	18
2.4. Μέτρηση του αντίκτυπου .....	18
2.4.1. Ασφάλεια .....	19
2.4.2. Μεταφορές.....	19
2.4.3. Υγεία .....	19
2.4.4. Περιβάλλον.....	20
2.5. Έξυπνες πόλεις με γνώμονα τους πολίτες .....	20

2.6.	Κατανόηση του ρόλου της έξυπνης πόλης και των συστατικών της στην εποχή του IoT	20
2.6.1.	Έξυπνη υποδομή .....	21
2.6.2.	Το εργαλείο City Air Management Tool (CyAM) .....	21
2.6.3.	Διαχείριση της κυκλοφορίας.....	22
2.6.4.	Έξυπνος χώρος στάθμευσης.....	22
2.6.5.	Έξυπνη διαχείριση αποβλήτων .....	22
2.7.	Μελλοντικές εφαρμογές IoT .....	22
2.7.1.	Vision Van της Mercedes-Benz .....	22
2.7.2.	Έξυπνο μάτι.....	23
2.8.	Συμπέρασμα κεφαλαίου .....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΣΚΕΥΕΣ WEARABLE .....		24
3.1.	Wearable Τεχνολογία.....	24
3.2.	Smart Wearable Devices .....	24
3.3.	Ταξινόμηση Wearable Devices .....	27
3.3.1.	Smartwatches .....	27
3.3.2.	Εξοπλισμός παρακολούθησης γυμναστικής (Fitness Trackers).....	28
3.3.3.	Αθλητικά ρολόγια (sport watches).....	29
3.3.4.	Συσκευές προβολής τοποθετημένες στο κεφάλι .....	29
3.3.5.	Αξεσουάρ ακουστικών .....	31
3.3.6.	Υγεία των καταναλωτών .....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – WEARABLES ΚΑΙ IoT .....		33
4.1.	Εισαγωγή.....	33
4.2.	Η έννοια του wearable IoT .....	35
4.3.	Αρχιτεκτονική των Wearable IoT.....	35
4.3.1.	Αισθητήρες χώρου σώματος.....	36
4.3.2.	Πύλες συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο .....	37
4.3.3.	Υποστήριξη Cloud & Big Data.....	37
4.4.	Wearables και IoT για προσωπική φροντίδα: μελλοντικές κατευθύνσεις.....	38
4.4.1.	Φιλικός σχεδιασμός για φορητές συσκευές.....	38
4.4.2.	Αλληλεπίδραση ασθενούς-ιατρού.....	39
4.4.3.	Εξατομίκευση της θεραπείας .....	39
4.4.4.	Διαχείριση και διατήρηση των wearable συστημάτων.....	39

4.4.5.	Πρότυπα και κανονισμοί .....	40
4.5.	Μοτίβα αλληλεπίδρασης μέσω wearables.....	41
4.5.1.	Αρχές επικοινωνίας έξυπνου αντικειμένου.....	41
4.5.2.	Σχέδια αλληλεπίδρασης.....	42
4.6.	Μελέτες σχετικά με την ασφάλεια των Wearables στο IoT .....	43
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	48
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	49

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Έρευνα της Statista σχετικά με της συνδεδεμένες στο IoT έξυπνες συσκευές ανά έτος .....	3
Εικόνα 2. Τρόπος λειτουργίας του IoT .....	4
Εικόνα 3. Διασυνδεδεμένοι αισθητήρες και συσκευές στο IoT .....	5
Εικόνα 4. Συνδεσιμότητα στο IoT .....	6
Εικόνα 5. Επεξεργασία δεδομένων στο IoT .....	7
Εικόνα 6. Τύπος διεπαφής χρήστη στο IoT .....	8
Εικόνα 7. Το Smartwatch .....	27
Εικόνα 8. Ένα Fitness Tracker .....	28
Εικόνα 9. Συσκευή VR .....	30
Εικόνα 10. AR/smartglasses .....	30
Εικόνα 11. Ακουστικά Wearables .....	31
Εικόνα 12. Χρήση wearable για υγειονομική χρήση .....	32



## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

IoT	Διαδίκτυο των πραγμάτων
WoT	Ιστός των πραγμάτων
BAS	Αισθητήρας Χώρου Σώματος
μΕ	μικρο-Ελεγκτής

## ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Big Data	Μεγάλα Δεδομένα
Internet of Things	Διαδίκτυο των πραγμάτων
Machine-to-Machine	Μηχανή προς μηχανή
Human-to-Machine	Άνθρωπος προς μηχανή
Web of Things	Ιστός των πραγμάτων
Cloud	Νέφος
Wearable	Φορητή/ φορητή συσκευή

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογία Internet of Things (IoT) κάνει τη ζωή των ανθρώπων ευκολότερη σε πολλούς τομείς. Έξυπνα σπίτια, έξυπνα συστήματα ασφαλείας χρησιμοποιούν την τεχνολογία του IoT όπως και η φορητή τεχνολογία. Η τεχνολογία IoT Wearables έχει αναπτύξει πολλά έργα με το IoT. Αυτές οι τεχνολογικές έξυπνες συσκευές ταξινομούνται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους. Με αυτές τις ταξινομήσεις, είναι πολύ εύκολο να διεξαχθεί έρευνα στον τομέα της φορητής τεχνολογίας. Υπάρχει πολλή έρευνα βασισμένη στην τεχνολογία IoT. Σχεδόν όλες αυτές οι έρευνες λένε ότι όλες οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν τα επόμενα χρόνια θα είναι έξυπνες συσκευές. Οι ειδικοί έχουν αναπτύξει έργα που αποδεικνύουν ότι τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών είναι ακριβή [1].

Από το παρελθόν έως σήμερα η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί για τους ανθρώπους. Τα έργα που έχουν σχεδιαστεί με το IoT στοχεύουν στην αύξηση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων ανάλογα με τους τομείς χρήσης τους. Οι έξυπνες συσκευές και τα έξυπνα συστήματα που αναπτύχθηκαν με την τεχνολογία IoT έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Αυτές οι κοινές δυνατότητες υπάρχουν σε όλες σχεδόν τις έξυπνες συσκευές και τις έξυπνες εφαρμογές.

Ο σκοπός των έξυπνων συσκευών που αναπτύχθηκαν με την τεχνολογία IoT είναι η αποτελεσματική χρήση ενέργειας από τους ανθρώπους. Η χρήση ενέργειας προστατεύει αποτελεσματικά τις εξαντλημένες πηγές ενέργειας. Επιπλέον, οι έξυπνες συσκευές και τα έξυπνα συστήματα που αναπτύχθηκαν με την τεχνολογία IoT διευκολύνουν τη ζωή των ανθρώπων.

Τα έξυπνα οικιακά συστήματα που έχουν σχεδιαστεί με βάση την τεχνολογία IoT επιτρέπουν στους ανθρώπους να ζήσουν μια ασφαλέστερη ζωή. Τα έξυπνα συστήματα οικιακού φωτισμού, θέρμανσης και ψύξης που αναπτύχθηκαν με την τεχνολογία IoT επιτρέπουν στους ανθρώπους να χρησιμοποιούν την ενέργεια πιο αποτελεσματικά χάρη στους αισθητήρες που διαθέτουν. Με φορητές έξυπνες συσκευές και φορητές έξυπνες εφαρμογές που αναπτύχθηκαν με την τεχνολογία IoT, πολλές διαδικασίες μπορούν να εκτελεστούν από τη μέτρηση του καρδιακού ρυθμού έως τη μέτρηση του διαβήτη [2].

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την βιβλιογραφική ανασκόπηση του IoT και της φορητής τεχνολογίας, διερευνώντας τις διάφορες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές που διερευνούνται είναι αυτές που συνδέουν το IoT με την έξυπνη πόλη, την υγεία, τις μεταφορές και την ασφάλεια. Όπως και με άλλες νέες και εξαιρετικά ρηξικέλευθες ψηφιακές τεχνολογίες, το IoT και η φορητή τεχνολογία θα αμφισβητήσουν τους υπάρχοντες κοινωνικούς, οικονομικούς και νομικούς κανόνες. Συγκεκριμένα, αυτές οι τεχνολογίες εγείρουν μια ποικιλία από ζητήματα απορρήτου και ασφάλειας. Υπάρχουν και άλλα τεχνικά εμπόδια που θα μπορούσαν να συγκρατήσουν το IoT και την φορητή τεχνολογία - συμπεριλαμβανομένων των διαφορών για τα τεχνικά πρότυπα, της διαλειτουργικότητας του συστήματος και της πρόσβασης σε επαρκές φάσμα για τη διευκόλυνση της ασύρματης δικτύωσης - αλλά αυτά τα θέματα δεν εξετάζονται εδώ.

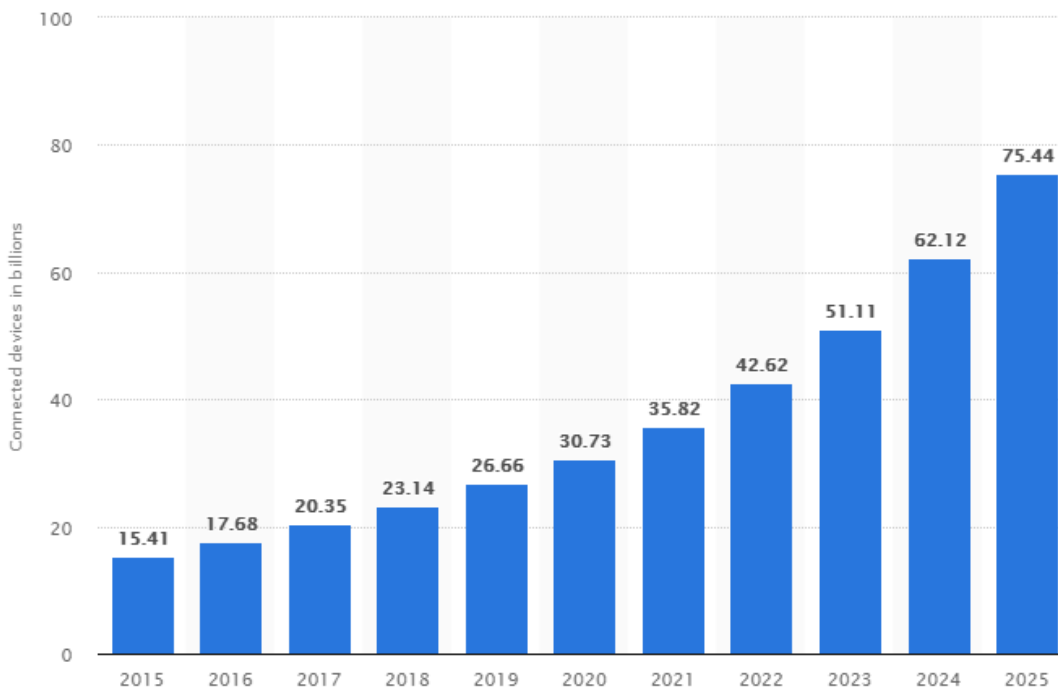
Η καλύτερη εναλλακτική λύση έναντι της ρύθμισης από την κορυφή προς τα κάτω είναι η αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών δημιουργικά καθώς αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό εκπαιδευτικών προσπαθειών, εργαλείων τεχνολογικής ενδυνάμωσης, κοινωνικών κανόνων, πίεσης του κοινού και του παρατηρητή, βέλτιστες πρακτικές της βιομηχανίας και αυτορρύθμιση, διαφάνεια και στοχευμένη επιβολή των υφιστάμενων νομικών προτύπων (ειδικά αδικοπραξιών) ανάλογα με τις ανάγκες. Αυτή η προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» και η «πολυεπίπεδη» προσέγγιση στην αντιμετώπιση προβλημάτων δεν θα προκαλέσει προκαθορισμό στον πειραματισμό και την καινοτομία σε αυτόν τον χώρο. Αυτή η εργασία ολοκληρώνεται περιγράφοντας αυτές τις λύσεις.

Τέλος, και ίσως το πιο σημαντικό, δεν πρέπει να παραβλέψουμε τον ρόλο που θα διαδραματίσει εδώ η κοινωνική και ατομική προσαρμογή, όπως συμβαίνει με τόσους πολλούς άλλους ταραγμένους τεχνολογικούς μετασχηματισμούς.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

## 1.1. Εισαγωγή

Το IoT, είναι ουσιαστικά ένα οικοσύστημα φυσικών συσκευών, οχημάτων, συσκευών και άλλων πραγμάτων που έχουν τη δυνατότητα να συνδέουν, να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω ενσύρματου και ασύρματου δικτύου, με λίγο ή καθόλου άνθρωπο σε άνθρωπο ή παρέμβαση από άνθρωπο σε υπολογιστή. Επιτρέποντας την ολοκλήρωση και την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ φυσικών συσκευών και υπολογιστή, αυτό το νέο κύμα τεχνολογίας εστιάζει στο να κάνει την ανθρώπινη ζωή πιο απλοποιημένη και άνετη με το σωστό συνδυασμό αποτελεσματικότητας και παραγωγικότητας [3].



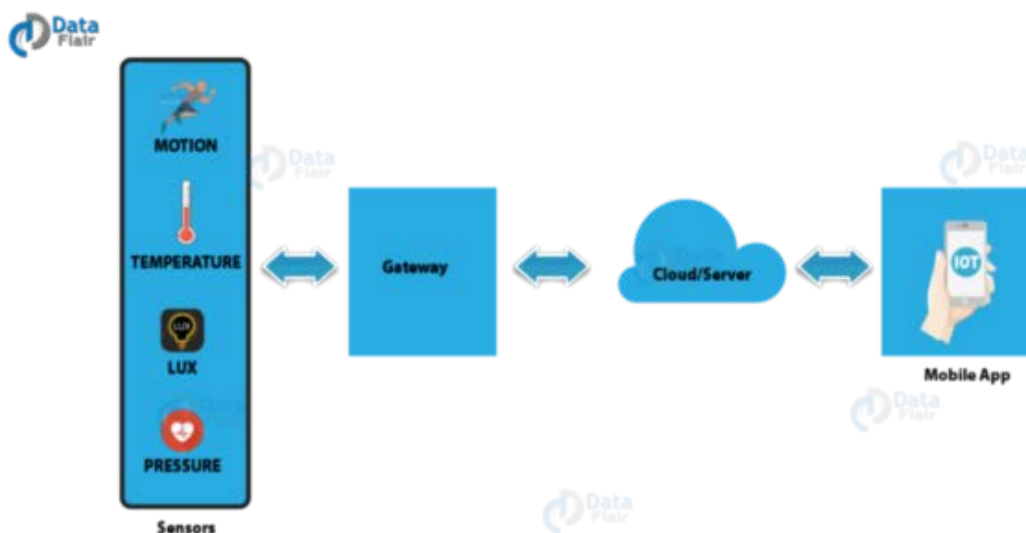
**Εικόνα 1.** Έρευνα της Statista σχετικά με τις συνδεδεμένες στο IoT έξυπνες συσκευές ανά έτος [4]

Για να είμαστε πιο συγκεκριμένοι, εκμεταλλευόμενοι τεχνολογίες αιχμής, όπως Μηχανική εκμάθηση, Machine-to-Machine (M2M) Communication and Artificial Intelligence (AI), το IoT στοχεύει στην επέκταση της συνδεσιμότητας πέρα από τις τυπικές υποστηριζόμενες από το Internet φυσικές συσκευές (smartphone, tablet, επιτραπέζιους υπολογιστές, και φορητούς υπολογιστές) σε ένα ευρύ φάσμα φυσικών συσκευών και καθημερινών αντικειμένων που δεν

υποστηρίζονται από το Διαδίκτυο, όπως καφετιέρες, πλυντήρια ρούχων, κλειδαριές πόρτας κ.λπ. [5].

## 1.2. Πώς λειτουργεί το IoT

Δεδομένου ότι ο μηχανισμός των συσκευών IoT είναι εξαιρετικά τεχνικός, οπότε για πολλούς είναι αρκετά συγκεχυμένο πώς λειτουργεί ένα σύστημα IoT. Λοιπόν, όπως και οποιοδήποτε άλλο σύστημα έχει προκαθορισμένα βήματα και στοιχεία για να το κάνει να λειτουργεί, έτσι το IoT έχει το δικό του. Ένα πλήρες σύστημα IoT αποτελείται από τέσσερα ξεχωριστά συστατικά που συνεργάζονται για να παρέχουν την επιθυμητή έξοδο [6].

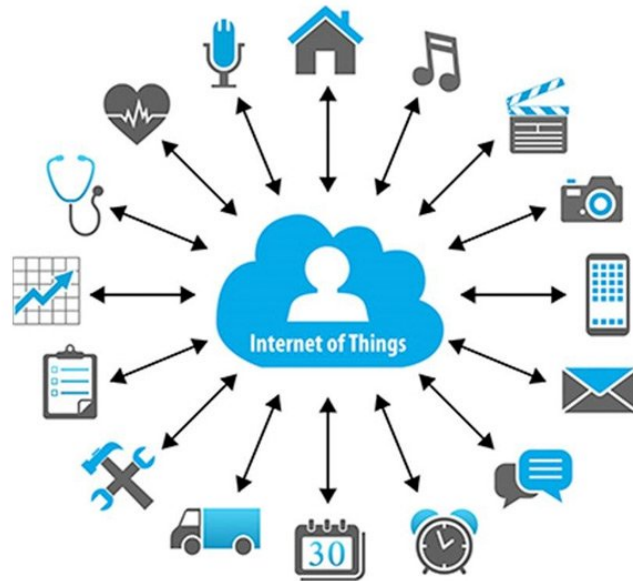


Εικόνα 2. Τρόπος λειτουργίας του IoT [7]

### 1. Αισθητήρες / συσκευές

Πρώτα απ' όλα, οι αισθητήρες ή οι συσκευές συλλέγουν πολύ λεπτά δεδομένα από το περιβάλλον. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν θα μπορούσαν να είναι τόσο απλά όσο μια γεωγραφική τοποθεσία ή τόσο περίπλοκη όσο τα βασικά για την υγεία ασθενή.

Για να πάρει τις πιο ευαίσθητες αλλαγές στα δεδομένα, μπορεί κανείς να συνδυάσει πολλούς αισθητήρες μαζί για να είναι ένα μέρος μιας συσκευής που είναι ικανή να κάνει κάτι περισσότερο από απλή αίσθηση πραγμάτων. Για παράδειγμα, το κινητό τηλέφωνο είναι μια συσκευή με αρκετούς ενσωματωμένους αισθητήρες όπως GPS, Κάμερα, Επιταχυνσιόμετρο, χωρίς τα οποία το τηλέφωνο δεν μπορεί να ανιχνεύσει πράγματα [1].

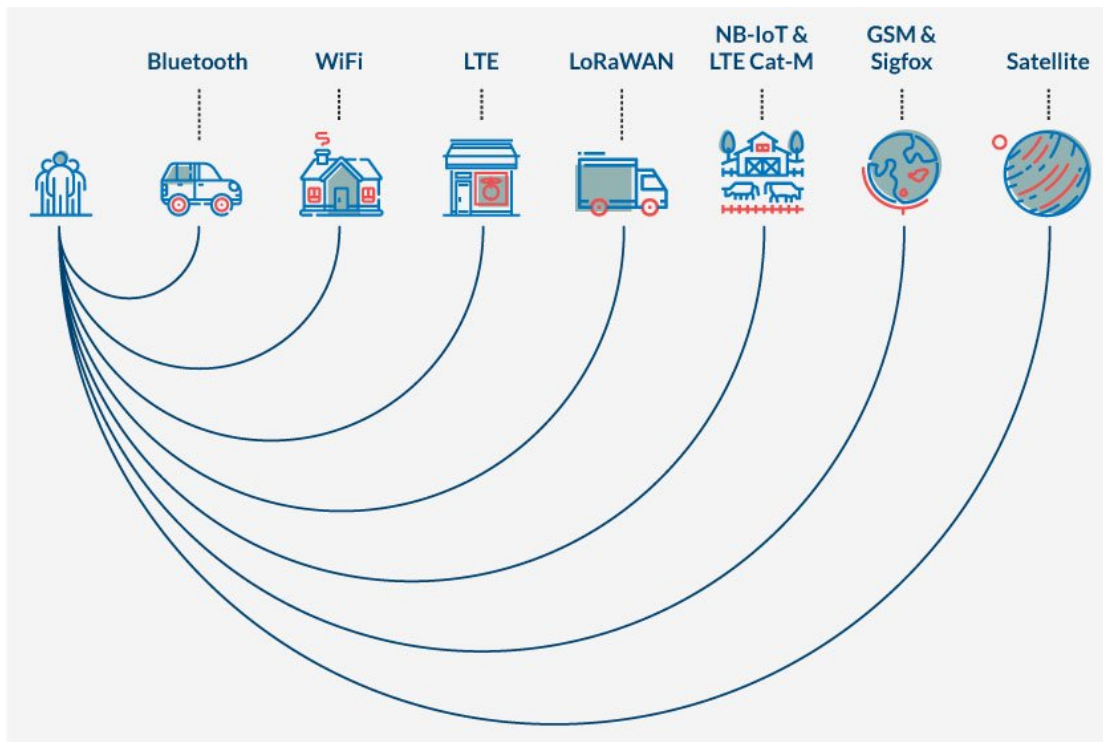


**Εικόνα 3. Διασυνδεδεμένοι αισθητήρες και συσκευές στο IoT [6]**

Έτσι, είτε πρόκειται για αυτόνομο αισθητήρα είτε για συσκευή με πολλαπλούς αισθητήρες, το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τη συλλογή όλων των λεπτών λεπτομερειών από το περιβάλλον [7].

## 2. Συνδεσιμότητα

Μόλις συλλεχθούν τα δεδομένα, αποστέλλονται σε μια υποδομή cloud, δηλαδή μια πλατφόρμα IoT, με τη βοήθεια ενός μέσου. Σε αυτό το σημείο λειτουργούν αρκετές τεχνολογίες ασύρματης και ενσύρματης δικτύωσης, όπως Bluetooth, Wi-Fi, Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, LPWAN, Ethernet κ.λπ. Ενώ καθεμία από αυτές τις επιλογές συνδεσιμότητας αντιπροσωπεύει μια αντιστάθμιση μεταξύ της κατανάλωσης ισχύος, του εύρους σύνδεσης και του εύρους ζώνης, η επιλογή της καλύτερης για τη μετάδοση δεδομένων στο cloud εξαρτάται αποκλειστικά από το επίπεδο πολυπλοκότητας και τις συγκεκριμένες απαιτήσεις μιας εφαρμογής IoT [8].



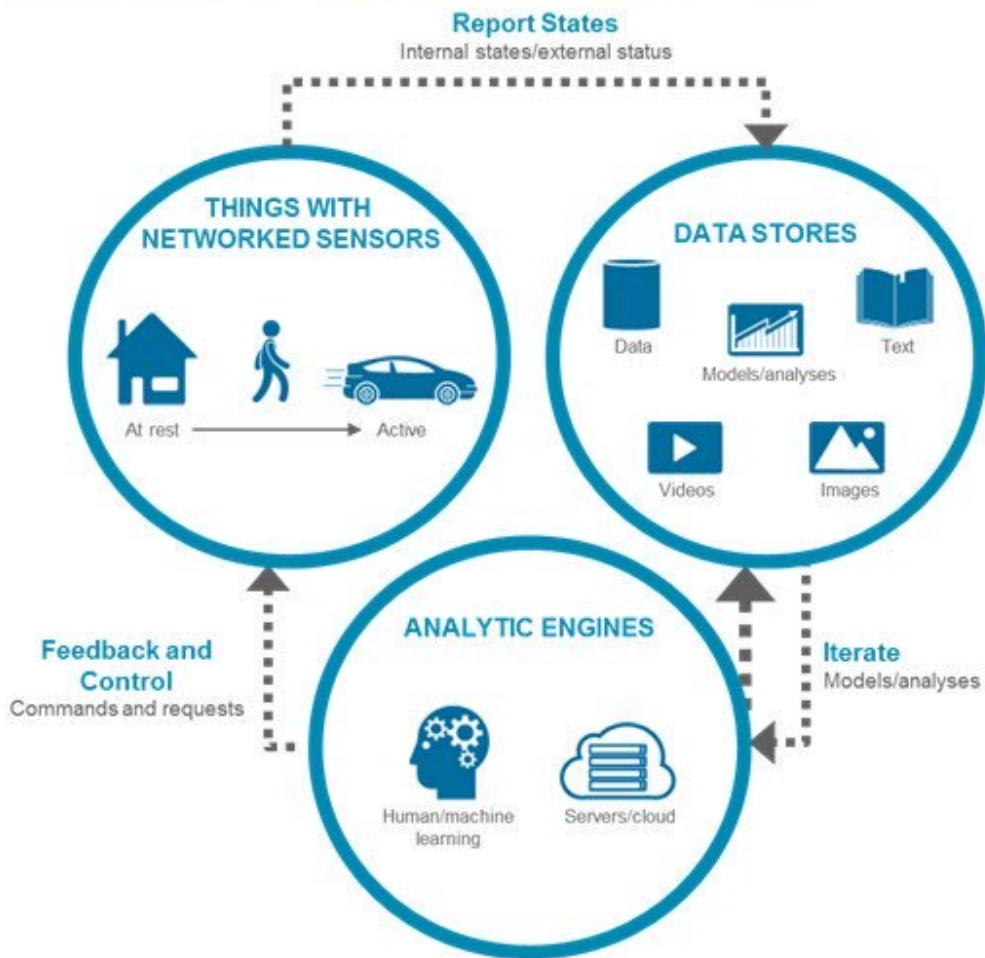
**Εικόνα 4. Συνδεσιμότητα στο IoT [1]**

### 3. Επεξεργασία δεδομένων

Μόλις τα δεδομένα φτάσουν στην υποδομή cloud, αποθηκεύονται, αναλύονται και επεξεργάζονται με ασφάλεια χρησιμοποιώντας μια μηχανή Big Data Analytics Engine για καλύτερη λήψη αποφάσεων. Αυτή η ανάλυση μπορεί να είναι τόσο απλή όσο ο έλεγχος εάν η ένδειξη θερμοκρασίας σε ένα AC ή θερμαντήρα βρίσκεται εντός αποδεκτού εύρους ή τόσο περίπλοκη όσο η αναγνώριση των εισβολέων στο σπίτι σας με τη βοήθεια κάμερων παρακολούθησης. Τα επεξεργασμένα δεδομένα στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση άμεσων, έξυπνων ενεργειών που μετατρέπουν τις συνηθισμένες φυσικές μας συσκευές σε εξαιρετικά έξυπνες συσκευές [9].



## Interaction Between the Three Components of the Internet of Things



Εικόνα 5. Επεξεργασία δεδομένων στο IoT [3]

### 4. Διεπαφή χρήστη

Το τελευταίο βήμα περιλαμβάνει την ειδοποίηση του τελικού χρήστη σχετικά με τη δράση μέσω email, κειμένου, ειδοποίησης ή ήχου ειδοποίησης που ενεργοποιείται στην εφαρμογή IoT. Ανάλογα με την πολυπλοκότητα του συστήματος IoT, ο χρήστης μπορεί στη συνέχεια είτε να αφήσει ανέπαφη την αυτόματη ενέργεια που εκτελείται, να κάνει προληπτικό έλεγχο στο σύστημα IoT του, είτε να εκτελέσει χειροκίνητα μια ενέργεια για να πυροδοτήσει ή να επηρεάσει το σύστημα. Για παράδειγμα, εάν ο χρήστης εντοπίσει κάποιες αλλαγές σε ένα συγκεκριμένο δωμάτιο, μπορεί να προσαρμόσει από απόσταση τη θερμοκρασία δωματίου μέσω μιας εφαρμογής IoT που είναι εγκατεστημένη στο τηλέφωνό του [10].



**Εικόνα 6. Τύπος διεπαφής χρήστη στο IoT [11]**

### **1.3. Οφέλη του IoT**

Ενώ ο απώτερος στόχος του IoT είναι να αυτοματοποιήσει την ανθρώπινη ζωή ώστε να γίνει πιο παράλογα αποτελεσματική και παραγωγική, υπάρχουν αμέτρητα οφέλη του IoT τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους καταναλωτές. Παρακάτω αναφέρονται μερικά μόνο από αυτά:

### 1. Πρόσβαση σε δεδομένα υψηλής ποιότητας

Όλοι, ειδικά οι έμποροι και οι επιχειρηματίες, αγαπούν τα δεδομένα και με την εφεύρεση συσκευών IoT, οι εταιρείες έχουν πλέον μεγαλύτερη πρόσβαση σε δεδομένα που σχετίζονται με τους πελάτες και τα προϊόντα τους από ποτέ. Μπορούν να επωφεληθούν από αυτές τις επιχειρησιακές ιδέες σε πραγματικό χρόνο για να παρακολουθούν τη συμπεριφορά των καταναλωτών, να παρέχουν καλύτερες εμπειρίες πελατών και να λαμβάνουν πιο έξυπνες επιχειρηματικές αποφάσεις. Τεχνικά, όσο περισσότερες πληροφορίες έχουμε, τόσο πιο εύκολο είναι να λάβουμε τη σωστή απόφαση [12].

### 2. Καλύτερη παρακολούθηση και διαχείριση

Όποια και αν είναι η βιομηχανία, το IoT κάνει την παρακολούθηση και τη διαχείριση εύκολη για τους οργανισμούς. Από το να παρακολουθούμε το απόθεμα ανά είδος έως την παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας και των καιρικών συνθηκών έως την ειδοποίηση των ενδιαφερόμενων αρχών για τυχόν ύποπτη συμπεριφορά, το IoT φέρνει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο παρακολουθούμε και διαχειριζόμαστε τα περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησής μας. Στην πραγματικότητα, το IoT δεν αφορά μόνο τα έξυπνα σπίτια, αλλά τώρα αφορά επίσης έξυπνα γραφεία, έξυπνη αποθήκη και έξυπνα οτιδήποτε άλλο [13].

### 3. Αποτελεσματική χρήση πόρων

Είτε πρόκειται για το σπίτι, το γραφείο, το ξενοδοχείο ή το αυτοκίνητο, το IoT διευκολύνει την αποτελεσματική αξιοποίηση των περιουσιακών στοιχείων για βελτιωμένη παραγωγικότητα. Αξιοποιώντας τη δύναμη της αλληλεπίδρασης μεταξύ μηχανών και μηχανών, ένα σύστημα IoT συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο με τη βοήθεια αισθητήρων και ενεργοποιητών, ώστε να μπορείτε να τα χρησιμοποιήσετε περαιτέρω για να βελτιώσετε την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας και να ελαχιστοποιήσει κανείς την ανθρώπινη παρέμβαση. Ως βασικό παράδειγμα, εάν κάποια από τις οικιακές συσκευές ειδοποιεί για την ολοκλήρωση της εργασίας, δεν χρειάζεται να ανησυχούμε για την αναποτελεσματική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [14].

### 4. Αυτοματισμός και έλεγχος

Ο αυτοματισμός έχει αποτελέσει σπουδαία ανάγκη και το IoT είναι γνωστό για τον ίδιο λόγο. Δεδομένου ότι οι περισσότερες συσκευές IoT συνδέονται μεταξύ τους μέσω ασύρματης υποδομής, είναι σε θέση να λειτουργούν μόνες τους με μικρή ή καθόλου χειροκίνητη παρέμβαση. Για παράδειγμα, οι οικιακές συσκευές όπως κλιματιστικό, πλυντήρια, φούρνοι και ψυγεία μπορούν να λειτουργούν αυτόματα και μπορούμε ακόμη και να τις παρακολουθούμε και να τις ελέγχουμε από απόσταση [15].

### 5. Άνεση και ευκολία

Ζούμε σε έναν κόσμο με γρήγορο ρυθμό όπου οι πολυάσχολοι άνθρωποι δεν ενδιαφέρονται καν για μικρά πράγματα, όπως η ενεργοποίηση / απενεργοποίηση των φώτων και η ανάγνωση μετρητών ενέργειας, και εδώ έρχεται το IoT. Η διασύνδεση των συσκευών και η συγκέντρωση δεδομένων παρέχει τον πλήρη έλεγχο όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους μέσω του συστήματος IoT. Εφόσον μπορούμε να ελέγχουμε όλες τις συσκευές μας μόνο μέσω μιας κεντρικής συσκευής όπως το τηλέφωνό μας, αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη άνεση [16].

## 6. Εξοικονομεί χρόνο και χρήμα

Η ιδέα του IoT περιστρέφεται γύρω από το να γίνουν περισσότερα σε λιγότερο χρόνο, αυτοματοποιώντας εργασίες και απαιτώντας ελάχιστη ή καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση. Επιτρέποντάς μας να ολοκληρώσουμε δύσκολες εργασίες γρηγορότερα και με τη βέλτιστη αξιοποίηση της ενέργειας, το IoT όχι μόνο εξοικονομεί πολύτιμο χρόνο, αλλά και χρήμα. Για παράδειγμα, εάν η ηλεκτρονική συσκευή της κουζίνας έχει τη δυνατότητα να απενεργοποιηθεί μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, αυτό εξοικονομεί χρόνο και προσπάθειες που απαιτούνται για τη μη αυτόματη απενεργοποίηση της συσκευής, καθώς και επιπλέον δαπάνες που προκαλούνται από την περιττή χρήση ηλεκτρικής ενέργειας [1].

## 1.4. Βασικά συστατικά ενός συστήματος IoT

### Hardware

Η καρδιά του IoT είναι δισεκατομμύρια διασυνδεδεμένων συσκευών, γενικά, αισθητήρων και ενεργοποιητών, που επιτρέπει σε κάποιον να αισθανθεί (και μερικές φορές να ελέγχει) τον φυσικό κόσμο γύρω τους. Εκτός από την απαίτηση συνδεσιμότητας δικτύου για τη μετάδοση των δεδομένων που συλλέγουν, αυτές οι συσκευές χρειάζονται επίσης ορισμένες βασικές δυνατότητες επεξεργασίας και αποθήκευσης, οι οποίες παρέχονται συχνά από έναν μικροελεγκτή, ένα σύστημα on-a-chip (SoC) ή μια Gateway προγραμματιζόμενη από το πεδίο πίνακας (FPGA) [17].

### Ενσωματωμένος προγραμματισμός

Οι συσκευές IoT είναι "ενσωματωμένες" συσκευές. Μπορεί να έχουν κατασκευαστεί πρωτότυπα ώστε να χρησιμοποιούν πλατφόρμες μικροελεγκτών, όπως το Arduino, με προσαρμοσμένες πλακέτες κυκλωμάτων (PCB) που αναπτύχθηκαν σε μεταγενέστερο στάδιο. Το πρωτότυπο με αυτές τις πλατφόρμες απαιτεί δεξιότητες σχεδιασμού κυκλώματος, προγραμματισμό μικροελεγκτή και βαθιά κατανόηση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας υλικού όπως σειριακό, I2C ή SPI που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία επικοινωνίας μεταξύ του μικροελεγκτή και των συνδεδεμένων αισθητήρων και ενεργοποιητών. Τα ενσωματωμένα προγράμματα αναπτύσσονται συχνά χρησιμοποιώντας C ++ ή C. Ωστόσο, το Python και το JavaScript (για UI και πλατφόρμες) γίνονται πιο δημοφιλή για τον σχεδιασμό συστημάτων IoT [6].

## Ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι μια από τις πιο κρίσιμες ανησυχίες στο IoT, που σχετίζεται στενά με την ηθική των δεδομένων, το απόρρητο και την ευθύνη. Πρέπει να είναι ενσωματωμένο σε κάθε βήμα του σχεδιασμού του συστήματος. Με εκατομμύρια νέες συσκευές συνδεδεμένες κάθε μέρα, ο αριθμός των πιθανών (και πραγματικών) φορέων επίθεσης αυξάνεται καθημερινά. Με πολλά διακυβευόμενα, οι δεξιότητες μηχανικής ασφαλείας, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης απειλών, της ηθικής εισβολής, της κρυπτογράφησης, της διασφάλισης αρχιτεκτονικών και εφαρμογών δικτύου, παρακολούθησης συμβάντων, καταγραφής δραστηριοτήτων και πληροφοριών για απειλές καθίστανται κρίσιμες για την αποστολή [3].

## Δικτύωση και Ενσωμάτωση στο Cloud

Ο σχεδιασμός και η διαχείριση του δικτύου είναι ουσιαστικής σημασίας στο IoT, λόγω του τεράστιου όγκου των συνδεδεμένων συσκευών και λόγω του αντίκτυπου που μπορούν να έχουν οι αποφάσεις σχεδιασμού δικτύου σε αναπτυγμένα συστήματα IoT σε κλίμακα.

Η συνδεσιμότητα επιτρέπει στις συσκευές να επικοινωνούν με άλλες συσκευές, καθώς και με εφαρμογές και υπηρεσίες που εκτελούνται στο cloud. Παρόλο που το cloud computing και το IoT είναι δύο πολύ διαφορετικές τεχνολογίες, η ροή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και η ενσωμάτωση cloud είναι καθοριστικής σημασίας για την ορθή λειτουργία του IoT. Η υποδομή Cloud χρησιμοποιείται για αποθήκευση δεδομένων, επεξεργασία και ανάλυση, καθώς και για την εφαρμογή της επιχειρηματικής λογικής σε εφαρμογές IoT [18].

## Ανάλυση δεδομένων και πρόβλεψη

Ο αριθμός των συσκευών IoT που μεταδίδουν δεδομένα αυξάνεται καθημερινά, γεγονός που μετατρέπει τα μεγάλα δεδομένα σε τεράστια δεδομένα. Οι προγραμματιστές θα πρέπει να απορροφήσουν, να αποθηκεύσουν και να ζητήσουν με ασφάλεια και αξιοπιστία τις τεράστιες ποσότητες ετερογενών δεδομένων που προέρχονται από αυτές τις συσκευές. Πολλές συσκευές IoT δημιουργούν δεδομένα ευαίσθητα σε καθυστέρηση ή χρόνο, επομένως είναι επίσης χρήσιμο να φιλτράρουμε ή να απορρίψουμε άσχετα δεδομένα του δικτύου κάποιου αντί να στέλνουμε τα πάντα στους διακομιστές [4].

## AI και μηχανική εκμάθηση

Για να αποδώσετε αξία και να κατανοήσετε τον τεράστιο όγκο δεδομένων που δημιουργούνται από συσκευές IoT, η μηχανική εκμάθηση και το AI είναι χρήσιμα εργαλεία σε ένα σύστημα IoT.

Αυτές οι τεχνικές, με τις οποίες κάποιος διδάσκει μια μηχανή να μάθει εκθέτοντάς την σε τόνους δεδομένων σχετικά με μια κατάσταση, μπορούν να εφαρμοστούν σε πραγματικό χρόνο, τόσο για τη ροή δεδομένων αισθητήρα για προγνωστική ανάλυση όσο και για τη λήψη αποφάσεων αυτόνομα σε απάντηση στα εισερχόμενα δεδομένα. Η μηχανική εκμάθηση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε ιστορικά δεδομένα για τον εντοπισμό προτύπων ή ανωμαλιών στα δεδομένα που μπορεί να επιτρέπουν σε όλους να λαμβάνουν σημαντικές αποφάσεις [19].

## 1.6. Τα πρότυπα και τα πλαίσια IoT

Υπάρχουν διάφορα αναδυόμενα πρότυπα IoT, όπως τα εξής [20]:

- Το IPv6 μέσω ασύρματων δικτύων προσωπικής περιοχής χαμηλής κατανάλωσης (6LoWPAN) είναι ένα ανοικτό πρότυπο που καθορίζεται από τη Δύναμη Μηχανικής Διαδικτύου (IETF). Το πρότυπο 6LoWPAN επιτρέπει σε οποιοδήποτε ραδιοφωνικό σταθμό χαμηλής κατανάλωσης να επικοινωνεί με το Διαδίκτυο, συμπεριλαμβανομένων των 804.15.4, Bluetooth Low Energy (BLE) και Z-Wave (για οικιακή αυτοματοποίηση).
- Το ZigBee είναι ένα ασύρματο δίκτυο χαμηλής κατανάλωσης δεδομένων χαμηλής ταχύτητας που χρησιμοποιείται κυρίως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Το ZigBee βασίζεται στο πρότυπο 802.15.4 του Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE). Η ZigBee Alliance δημιούργησε το Dotdot, την παγκόσμια γλώσσα για το IoT, που επιτρέπει σε έξυπνα αντικείμενα να λειτουργούν με ασφάλεια σε οποιοδήποτε δίκτυο και να κατανοούν ο ένας τον άλλον.
- Το LiteOS είναι ένα λειτουργικό σύστημα (OS) παρόμοιο με Unix για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Το LiteOS υποστηρίζει smartphones, φορητά, έξυπνες εφαρμογές κατασκευής, έξυπνα σπίτια και το διαδίκτυο των οχημάτων (IoV). Το λειτουργικό σύστημα λειτουργεί επίσης ως έξυπνη πλατφόρμα ανάπτυξης συσκευών.
- Το OneM2M είναι ένα στρώμα υπηρεσιών Machine-to-Machine το οποίο μπορεί να ενσωματωθεί σε λογισμικό και υλικό για τη σύνδεση συσκευών. Ο παγκόσμιος οργανισμός τυποποίησης, OneM2M, δημιουργήθηκε για την ανάπτυξη επαναχρησιμοποιήσιμων προτύπων που επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ εφαρμογών IoT σε διαφορετικές κατακόρυφες περιοχές.
- Η Υπηρεσία Διανομής Δεδομένων (DDS) αναπτύχθηκε από την ομάδα διαχείρισης αντικειμένων (OMG) και είναι ένα πρότυπο IoT για επικοινωνία M2M σε πραγματικό χρόνο, κλιμακούμενη και υψηλής απόδοσης.
- Το Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) είναι ένα δημοσιευμένο πρότυπο ανοιχτού κώδικα για ασύγχρονα μηνύματα μέσω καλωδίου. Το AMQP επιτρέπει κρυπτογραφημένα και διαλειτουργικά μηνύματα μεταξύ οργανισμών και εφαρμογών. Το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται σε μηνύματα πελάτη-διακομιστή και στη διαχείριση συσκευών IoT.

- Το Πρωτόκολλο Περιορισμένης Εφαρμογής (CoAP) είναι ένα πρωτόκολλο που σχεδιάστηκε από το IETF που καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να λειτουργήσουν συσκευές χαμηλής κατανάλωσης, περιορισμένης χρήσης υπολογιστών στο IoT.
- Το ευρύ δίκτυο ευρείας περιοχής (LoRaWAN) είναι ένα πρωτόκολλο για δίκτυα WAN που έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν τεράστια δίκτυα, όπως έξυπνες πόλεις, με εκατομμύρια συσκευές χαμηλής κατανάλωσης.

Τα πλαίσια του Διαδικτύου περιλαμβάνουν τα ακόλουθα [21]:

- Amazon Web Services (AWS) Το IoT είναι μια πλατφόρμα υπολογιστικού cloud για το IoT που κυκλοφορεί από την Amazon. Αυτό το πλαίσιο έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει στις έξυπνες συσκευές να συνδέονται εύκολα και να αλληλεπιδρούν με ασφάλεια με το cloud AWS και άλλες συνδεδεμένες συσκευές.
- Το Arm Mbed IoT είναι μια πλατφόρμα για την ανάπτυξη εφαρμογών για IoT με βάση τους μικροελεγκτές βραχίονα. Ο στόχος της πλατφόρμας Arm Mbed IoT είναι να παρέχει ένα κλιμακωτό, συνδεδεμένο και ασφαλές περιβάλλον για συσκευές IoT ενσωματώνοντας εργαλεία και υπηρεσίες Mbed.
- Η Azure IoT Suite της Microsoft είναι μια πλατφόρμα που αποτελείται από ένα σύνολο υπηρεσιών που επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν και να λαμβάνουν δεδομένα από τις συσκευές IoT τους, καθώς και να εκτελούν διάφορες λειτουργίες πάνω σε δεδομένα όπως πολυδιάστατη ανάλυση, μετασχηματισμό και συνάθροιση και να απεικονίζουν αυτές τις λειτουργίες με έναν τρόπο που είναι κατάλληλος για τις επιχειρήσεις.
- Το Brillo / Weave της Google είναι μια πλατφόρμα για την ταχεία εφαρμογή εφαρμογών IoT. Η πλατφόρμα αποτελείται από δύο κύρια συστήματα: το Brillo, ένα λειτουργικό σύστημα Android για την ανάπτυξη ενσωματωμένων συσκευών χαμηλής κατανάλωσης και το Weave, ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας με γνώμονα το IoT που χρησιμεύει ως γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ της συσκευής και του cloud.
- Η Calvin είναι μια πλατφόρμα IoT ανοιχτής πηγής που εκδίδεται από την Ericsson και έχει σχεδιαστεί για τη δημιουργία και τη διαχείριση καταναλωμένων εφαρμογών που επιτρέπουν στις συσκευές να μιλούν μεταξύ τους. Η Calvin περιλαμβάνει ένα πλαίσιο ανάπτυξης για προγραμματιστές εφαρμογών, καθώς και ένα περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης για το χειρισμό της τρέχουσας εφαρμογής.

## 1.7. Εφαρμογές Διασύνδεσης καταναλωτών και επιχειρήσεων

Υπάρχουν πολυάριθμες πραγματικές εφαρμογές του IoT, που κυμαίνονται από τον καταναλωτή IoT και την επιχείρηση IoT έως τη βιομηχανική και βιομηχανική χρήση του Διαδικτύου (IoT). Οι εφαρμογές του Διαδικτύου καλύπτουν πολλές κατακόρυφες καταστάσεις, όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, οι τηλεπικοινωνίες και η ενέργεια.

Στον τομέα των καταναλωτών, για παράδειγμα, τα έξυπνα σπίτια που είναι εξοπλισμένα με έξυπνους θερμοστάτες, έξυπνες συσκευές και συνδεδεμένα συστήματα θέρμανσης, φωτισμού και ηλεκτρονικών συσκευών μπορούν να ελέγχονται εξ αποστάσεως μέσω υπολογιστών και smartphones [22].

Τα wearables με αισθητήρες και λογισμικό μπορούν να συλλέγουν και να αναλύουν τα δεδομένα των χρηστών, αποστέλλοντας μηνύματα σε άλλες τεχνολογίες σχετικά με τους χρήστες, με σκοπό να διευκολύνουν τη ζωή των χρηστών. Τα wearables χρησιμοποιούνται επίσης για δημόσια ασφάλεια - για παράδειγμα, βελτιώνοντας τους χρόνους απόκρισης των πρώτων ανταποκριτών σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, παρέχοντας βελτιστοποιημένες διαδρομές σε μια τοποθεσία ή παρακολουθώντας τα ζωτικά σήματα των εργατών ή των πυροσβεστών σε χώρους που απειλούν τη ζωή [23].

Στην υγειονομική περίθαλψη, το IoT προσφέρει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας για πιο στενή παρακολούθηση των ασθενών χρησιμοποιώντας μια ανάλυση των δεδομένων που παράγονται. Τα νοσοκομεία συχνά χρησιμοποιούν συστήματα IoT για να ολοκληρώσουν καθήκοντα όπως διαχείριση αποθεμάτων τόσο για φαρμακευτικά όσο και για ιατρικά εργαλεία.

Η θερμοκρασία μπορεί να ρυθμιστεί αυτόματα - για παράδειγμα, ενεργοποιώντας το κλιματιστικό αν οι αισθητήρες ανιχνεύσουν μια αίθουσα συνεδριάσεων γεμάτη ή στρέφοντας τη θερμότητα εάν όλοι στο γραφείο έχουν πάει στο σπίτι [20].

Στη γεωργία, τα έξυπνα συστήματα καλλιέργειας που βασίζονται στο IoT μπορούν να συμβάλλουν στην παρακολούθηση, για παράδειγμα, του φωτός, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της υγρασίας του εδάφους των καλλιεργήσιμων περιοχών χρησιμοποιώντας συνδεδεμένους αισθητήρες. Το IoT είναι επίσης σημαντικό εργαλείο για την αυτοματοποίηση των συστημάτων άρδευσης.

Σε μια έξυπνη πόλη, οι αισθητήρες και οι εφαρμογές του IoT, όπως τα έξυπνα φώτα του δρόμου και οι έξυπνοι μετρητές, μπορούν να βοηθήσουν στην ελάφρυνση της κυκλοφορίας, στη διατήρηση της ενέργειας, στην παρακολούθηση και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων και στη βελτίωση της υγιεινής [24].



## 1.8. Ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής στο IoT

Το 2016, μία από τις πιο διαβόητες πρόσφατες επιθέσεις στο IoT αφορούσε το Mirai, ένα botnet που διείσδυσε στον πάροχο υπηρεσιών domain name Dyn, και οδήγησε πολλές ιστοσελίδες για μεγάλο χρονικό διάστημα σε μια από τις μεγαλύτερες κατανεμημένες επιθέσεις άρνησης υπηρεσίας (DDoS). Οι επιτιθέμενοι επέκτησαν πρόσβαση στο δίκτυο χρησιμοποιώντας συσκευές που δεν τηρούσαν τα πρωτόκολλα ασφαλείας [10].

Επειδή οι συσκευές IoT είναι στενά συνδεδεμένες, το μόνο που ο χάκερ πρέπει να κάνει είναι να εκμεταλλευτεί ένα τρωτό σημείο για να χειριστεί όλα τα δεδομένα, καθιστώντας το ακατάλληλο [24].

Οι χάκερ δεν είναι η μόνη απειλή για το IoT. το ιδιωτικό απόρρητο αποτελεί άλλη σημαντική μέριμνα για τους χρήστες του Διαδικτύου.

Πέρα από τη διαρροή προσωπικών δεδομένων, το IoT θέτει σε κίνδυνο την υποδομή ζωτικής σημασίας, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας, των μεταφορών και των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών [24].

## 1.9. Ιστορία του IoT

Ο Kevin Ashton, συνιδρυτής του Κέντρου Auto-ID στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT), ανέφερε για πρώτη φορά το IoT σε μια παρουσίαση που έκανε στην Procter & Gamble (P & G) το 1999. Το βιβλίο του καθηγητή του MIT Neil Gershenfeld, «Όταν τα πράγματα αρχίζουν να σκέφτονται» - “When things start thinking”, εμφανίστηκε επίσης το 1999. Δεν χρησιμοποίησε τον ακριβή όρο, αλλά παρείχε ένα σαφές όραμα για την κατεύθυνση του IoT [21]. Η σύγκλιση συνέβαλε στη διάσπαση των ορίων μεταξύ επιχειρησιακής τεχνολογίας (OT) και τεχνολογίας της πληροφορίας (IT), επιτρέποντας την ανάλυση μη δομημένων δεδομένων που δημιουργήθηκαν από μηχανές για γνώση. Παρόλο που ο Ashton έκανε την πρώτη αναφορά στο IoT, η ιδέα των συνδεδεμένων συσκευών υπήρξε διαθέσιμη από τη δεκαετία του '70, με τα ενσωματωμένα διαδικτυακά συστήματα monikers και την διάχυτη πληροφορική [10].

Η πρώτη συσκευή στο διαδίκτυο, για παράδειγμα, ήταν μια μηχανή οπτάνθρακα στο πανεπιστήμιο Carnegie Mellon στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο, οι προγραμματιστές μπορούσαν να ελέγξουν την κατάσταση του μηχανήματος. Το IoT εξελίχθηκε από την επικοινωνία Machine-to-Machine (M2M), δηλαδή τις μηχανές που συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου χωρίς ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Το M2M αναφέρεται στη σύνδεση μιας συσκευής με το cloud, τη διαχείριση και τη συλλογή δεδομένων.

Πηγαίνοντας το M2M στο επόμενο επίπεδο, το IoT είναι ένα δίκτυο αισθητήρων με δισεκατομμύρια έξυπνες συσκευές που συνδέουν άτομα, συστήματα και άλλες εφαρμογές για τη συλλογή και την ανταλλαγή δεδομένων. Αποτελώντας την βάση του συστήματος, το M2M προσφέρει τη συνδεσιμότητα που επιτρέπει την ύπαρξη του IoT [22].

Το IoT είναι επίσης μια φυσική επέκταση του ελέγχου εποπτείας και απόκτησης δεδομένων (SCADA), μιας κατηγορίας προγραμμάτων εφαρμογών λογισμικού για τον έλεγχο της διαδικασίας, τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από απομακρυσμένες τοποθεσίες καθώς και τον έλεγχο του εξοπλισμού και των συνθηκών. Τα συστήματα SCADA περιλαμβάνουν εξαρτήματα υλικού και λογισμικού. Η εξέλιξη του SCADA είναι τέτοια, ώστε τα συστήματα τελευταίας γενιάς να έχουν αναπτυχθεί σε συστήματα IoT πρώτης γενιάς [7].

## 1.10. Ο ρόλος του smartphone στο IoT

Το IoT για το μέσο άτομο είναι το smartphone, επειδή είναι παντού και όλοι κρατούν πάνω τους ένα smartphone όλη την ημέρα. Το χρησιμοποιούμε για μεγάλο αριθμό καθημερινών εργασιών για αλληλεπίδραση με άλλες έξυπνες συσκευές

Παρέχεται αλληλεπίδραση με IoT χρησιμοποιώντας ένα smartphone απλώς και μόνο επειδή αυτή είναι η πλατφόρμα υπολογιστών που πιθανότατα να έχουμε μαζί μας ανά πάσα στιγμή. Ανησυχώντας ότι κάτι δεν πάει καλά με τη συσκευή μας με δυνατότητα IoT (π.χ. όταν το αυτοκίνητό έχει λυχνία για «Έλεγχο μηχανής»), θα είμαστε σε θέση να εκτελέσουμε ένα επαγγελματικό εργαλείο διαγνωστικής σάρωσης οχημάτων από το smartphone μας για να διαβάσουμε διαγνωστικούς κωδικούς προβλημάτων φθηνότερο από το να το μεταβούμε σε έναν επαγγελματία μηχανικό αυτοκινήτου για τη διάγνωση του προβλήματος [12].

Το IoT σημαίνει ότι οι καταναλωτές θα έχουν περισσότερες επιλογές όταν πρόκειται για έξυπνες συσκευές (αλληλεπίδραση με αυτές τις συσκευές μέσω του smartphone). Περισσότερες δυνατότητες όπως η σύνδεση του smartphone με ένα πλυντήριο για να λάβουμε ένα γράφημα για να δείτε τη χρήση νερού και την ηλεκτρική ενέργεια τις τελευταίες εβδομάδες / μήνες. Συνολικά, κάθε συσκευή IoT όπως πλυντήρια ρούχων, ψυγεία ή αυτοκίνητα μπορεί να στέλνει και να λαμβάνει δεδομένα σε ειδικά διαμορφωμένους διακομιστές στο Διαδίκτυο - είναι σε θέση να συνδέεται και να επικοινωνεί μέσω του Διαδικτύου [4].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ**

### **2.1. Πώς το IoT χτίζει έξυπνες πόλεις**

Οι αστικοί πληθυσμοί αυξάνονται σε όλο τον κόσμο, αλλά οι πόλεις αγωνίζονται να συνεχίσουν. Ως η σιωπηλή δύναμη που έχει φέρει επανάσταση στον κόσμο μας, η τεχνολογία χρησιμοποιείται τώρα για τη διαχείριση της ταχείας αστικοποίησης και τη δημιουργία έξυπνότερων πόλεων.

Γενικά, ο όρος IoT (IoT) αναφέρεται στον ραγδαία αυξανόμενο αριθμό ψηφιακών συσκευών - η ποσότητα είναι τώρα δισεκατομμύρια - αυτές οι συσκευές μπορούν να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν με άλλους μέσω του δικτύου / διαδικτύου παγκοσμίως και μπορούν να παρακολουθούνται και να ελέγχονται από απόσταση. Το IoT περιλαμβάνει μόνο έξυπνους αισθητήρες και άλλες συσκευές. Στο επιχειρησιακό επίπεδο του IoT, για παράδειγμα συλλέγονται δεδομένα καιρού. Το IoT προσφέρει νέες ευκαιρίες στις πόλεις να χρησιμοποιούν δεδομένα για τη διαχείριση της κυκλοφορίας, τη μείωση της ρύπανσης, την καλύτερη χρήση των υποδομών και τη διατήρηση της ασφάλειας και της ασφάλειας των πολιτών [16].

Οι εταιρείες χρησιμοποιούν το IoT για καινοτόμο διαχείριση και για την παρακολούθηση ευρέως διασκορπισμένων διαδικασιών. Ως αποτέλεσμα, μπορούν ακόμη και να ελέγξουν τις διαδικασίες αυτές ακόμη και από πολύ μακρινές τοποθεσίες, ενώ παράλληλα οι πληροφορίες τροφοδοτούνται συνεχώς σε εφαρμογές και γίνεται ταυτόχρονα αποθήκευση δεδομένων. Το IoT παρέχει ένα πλεονέκτημα να γνωρίζει εκ των προτέρων τα πράγματα. Λόγω του χαμηλού κόστους του IoT, είναι πλέον δυνατή η παρακολούθηση και η διαχείριση δραστηριοτήτων που προηγουμένως δεν ήταν εφικτές. Η οικονομική πτυχή είναι το καλύτερο πλεονέκτημα, επειδή αυτή η νέα τεχνολογία θα μπορούσε να αντικαταστήσει τους ανθρώπους που είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση και τη συντήρηση των προμηθειών. Κατά συνέπεια, το κόστος μπορεί να μειωθεί σημαντικά και να βελτιστοποιηθεί. Το IoT καθιστά επίσης δυνατή την απόκτηση εντελώς νέων πληροφοριών π.χ. συσχετίζοντας τις καιρικές επιδράσεις με βιομηχανικές παραγωγές [25].

### **2.2. Η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων**

Από το 1950, ο αριθμός των ανθρώπων που ζουν σε πόλεις έχει αυξηθεί σχεδόν έξι φορές, από 751 εκατομμύρια σε πάνω από 4 δισεκατομμύρια το 2018 - περισσότερο από το ήμισυ του πληθυσμού του πλανήτη. Κατά τις επόμενες τρεις δεκαετίες, οι πόλεις αναμένεται να προσθέσουν ακόμη 2,5 δισεκατομμύρια περισσότερους ανθρώπους.

Αυτή η συνεχής μετανάστευση σε αστικές περιοχές ασκεί μεγαλύτερη πίεση στις δημόσιες υπηρεσίες καθώς και στον πολεοδομικό σχεδιασμό. Ως αποτέλεσμα, οι πόλεις εφαρμόζουν λύσεις που βασίζονται στην τεχνολογία και τα δεδομένα για να μειώσουν την πρόσθετη πίεση που δημιουργείται από αυτήν την ανάπτυξη [12].

### **2.3. Καινοτομίες έξυπνων πόλεων**

Με τις δαπάνες για ανάπτυξη έξυπνης πόλης να φτάσουν τα 158 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2022, αναμένεται σημαντική ανάπτυξη από αναδυόμενες καινοτομίες όπως [4]:

Wearables αστυνομίας:

Συσκευές που εξοπλίζουν τους αστυνομικούς με πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τη βελτίωση της ευαισθητοποίησης και τη λήψη καλύτερων αποφάσεων

Παγκόσμιος σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (2017-2022): 62%

Συνδεσιμότητα οχήματος (V2X):

Επιτρέπει στα αυτοκίνητα να επικοινωνούν με άλλα αυτοκίνητα, υποδομές μεταφοράς και πεζούς

Παγκόσμιος σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (2017-2022): 49%

Open Data:

Δεδομένα στα οποία μπορεί να έχει πρόσβαση οποιοσδήποτε συμβάλλει στη διαφάνεια των κυβερνητικών και έξυπνων πόλεων

Παγκόσμιος σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (2017-2022): 25%

Έξυπνη συλλογή απορριμμάτων:

Οι έξυπνοι κάδοι με ηλιακή ενέργεια, εξοπλισμένους με αισθητήρα επιτρέπουν στους συλλέκτες αποβλήτων να παρακολουθούν τα επίπεδα αποβλήτων και να βελτιστοποιούν τη χρήση καυσίμων

Παγκόσμιος σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (2017-2022): 23%

Έξυπνες πλατφόρμες πόλης:

Συστήματα που συλλέγουν δεδομένα από διαφορετικές περιοχές, όπως επίπεδα ρύπανσης και πυκνότητα κυκλοφορίας για καλύτερη διαχείριση έξυπνων πόλεων

Παγκόσμιος σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (2017-2022): 23%

Αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ένα ευρύ φάσμα μετασχηματιστικών αποτελεσμάτων για πόλεις που είναι πρόθυμες να τις αγκαλιάσουν.

### **2.4. Μέτρηση του αντίκτυπου**

Οι έξυπνες τεχνολογίες πόλεων έχουν τη δύναμη να βελτιώσουν την υγεία και την ευημερία των πολιτών, ενώ παράλληλα παρέχουν νέες οδούς για την οικονομική ανάπτυξη.

### **2.4.1. Ασφάλεια**

Για την ενίσχυση της δημόσιας ασφάλειας, οι πόλεις υιοθετούν χαρτογράφηση εγκλημάτων σε πραγματικό χρόνο, ανίχνευση πυροβολισμών και προγνωστικά εργαλεία αστυνόμευσης για να βοηθήσουν στον εντοπισμό πιθανών σημείων πρόσβασης και να αποτρέψουν την εμφάνιση εγκλημάτων.

Σύμφωνα με τον McKinsey, η χρήση αυτών των τεχνολογιών θα μπορούσε να μειώσει τα ποσοστά εγκληματικότητας και τους θανάτους κατά 8-10%, ενδεχομένως να σώσει έως και 300 ζωές κάθε χρόνο σε πόλεις με μέγεθος πληθυσμού και ποσοστό εγκληματικότητας παρόμοιο με το Ρίο ντε Τζανέιρο [3].

### **2.4.2. Μεταφορές**

Καθώς περισσότερα οχήματα εντάσσονται στο οικοσύστημα IoT, τόσο μεγαλύτερο μεγαλώνει η βιομηχανία logistics και μεταφορών IoT, με εκτιμώμενες δαπάνες να φτάσουν πάνω από 43 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το τέλος του τρέχοντος έτους.

Νέες καινοτομίες όπως έξυπνοι δρόμοι που υποστηρίζουν αυτοματοποιημένα οχήματα αρχίζουν να λαμβάνουν περισσότερες επενδύσεις από πόλεις. Αυτοί οι δρόμοι θα μπορούν να επικοινωνούν με αυτοματοποιημένα οχήματα για να διασφαλίζουν την ασφάλεια των οδηγών και να βελτιστοποιούν καλύτερα την κυκλοφορία - μειώνοντας ενδεχομένως τον μέσο χρόνο μετακίνησης κατά 30 λεπτά [26].

### **2.4.3. Υγεία**

Η τεχνολογία παρέχει νέες στρατηγικές για την πρόληψη και τη θεραπεία χρόνιων παθήσεων. Στην Κίνα, Drones με τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση εκείνων που έχουν προσβληθεί από κορονοϊό για να διασφαλιστεί ότι δεν σπάνε την καραντίνα και δεν υπάρχει κίνδυνος μετάδοσης του ιού.

Η πιο αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας, ωστόσο, είναι οι παρεμβάσεις υγείας που βασίζονται στην συγκέντρωση δεδομένων σχετικών με την υγεία της μητέρας και του παιδιού. Οι συγκεκριμένες παρεμβάσεις χρησιμοποιούν αναλυτικά στοιχεία με σκοπό την ταυτοποίηση νέων μητέρων ώστε να κατευθύνουν τις εκστρατείες προγεννητικής και μεταγεννητικής παιδείας σε αυτές. Η χρήση παρεμβάσεων για την πρόληψη ασθενειών πριν εμφανιστούν έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική σε πόλεις με υψηλό επιπολασμό ασθενειών και χαμηλή πρόσβαση σε περίθαλψη, όπως το Λάγος στη Νιγηρία [9].

Αυτές οι νέες τεχνολογίες μειώνουν τελικά τον επιπολασμό των χρόνιων ασθενειών των πόλεων. Αυτό μετράται με την κλίμακα μέτρησης χρόνων ζωής του ΠΟΥ (DALY), η οποία ισούται με ένα έτος «υγιούς» ζωής που χάθηκε λόγω της προσβολής ενός ασθενούς από μια συγκεκριμένη

ασθένεια. Για παράδειγμα, η χρήση δεδομένων για τον σχεδιασμό υγειονομικών παρεμβάσεων για την φροντίδα της μητέρας, θα μπορούσε να μειώσει την DALY κατά περισσότερο από 5% [11].

#### **2.4.4. Περιβάλλον**

Ενώ ένα σημαντικό μέρος των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου προέρχονται από πόλεις, αυτές μπορούν να μειωθούν έως και 15% με έξυπνες λύσεις πόλης μειώνοντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Οι έξυπνες πόλεις θα διαδραματίσουν επίσης καθοριστικό ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης νερού. Εφαρμογές όπως έξυπνα συστήματα άρδευσης, διαρροή νερού και παρακολούθηση ποιότητας και κατανάλωσης θα μπορούσαν να σώσουν μια πόλη μεταξύ 25-80 λίτρων νερού ανά άτομο, ανά ημέρα [2].

### **2.5. Έξυπνες πόλεις με γνώμονα τους πολίτες**

Ορισμένες νεότερες επαναλήψεις έξυπνων πόλεων βασίζονται στις αρχές της ισότητας και της κοινωνικής ένταξης. Για παράδειγμα, η Βιέννη κατατάσσεται τακτικά στο Smart Cities Index για τον ολοκληρωμένο και συνεργατικό τρόπο προσέγγισης πρωτοβουλιών έξυπνης πόλης. Η πόλη υποστηρίζει κοινωνικά ισορροπημένες λύσεις που θεωρούν πολίτες από όλα τα κοινωνικοοικονομικά υπόβαθρα και ηλικιακές ομάδες [1].

Η Βιέννη είναι ένας από τους πολλούς ευρωπαϊκούς κόμβους που πρωτοστατούν στον τεράστιο όγκο επενδύσεων έργων έξυπνης πόλης. Στην πραγματικότητα, η ήπειρος αναμένεται να έχει έως και 53 εκατομμύρια ενεργές συνδέσεις IoT έως το 2025.

Ενώ κάθε πόλη έχει διαφορετική στρατηγική, οι πολίτες θα αποδειχθούν το σημαντικότερο πλεονέκτημά τους. Με μια πληθώρα συναρπαστικών νέων εφαρμογών έξυπνων πόλεων να γίνουν οι νέες φυσιολογικές κατά την επόμενη δεκαετία, είναι σαφές ότι οι άνθρωποι θα βρίσκονται στην καρδιά της πραγματικότητας των πραγματικών δυνατοτήτων τους [1].

### **2.6. Κατανόηση του ρόλου της έξυπνης πόλης και των συστατικών της στην εποχή του IoT**

Το Τόκιο, η πόλη με τη μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού στον κόσμο συνεχίζει να αυξάνεται και να υπερηφανεύεται για τον μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπων από όλες τις πόλεις στον κόσμο. Η πρωτεύουσα της Ιαπωνίας είναι η μεγαλύτερη αστική περιοχή παγκοσμίως με πληθυσμό άνω των 38 εκατομμυρίων ανθρώπων (38.050.000 άτομα). Επιπλέον, περισσότερα από 31 εκατομμύρια άνθρωποι (32.275.000 άτομα) ζουν στην Τζακάρτα της Ινδονησίας και περίπου 26 εκατομμύρια

στο Δελχί της Ινδίας. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, το 60% του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζει σε μεγάλες πόλεις έως το 2030 [6].

Οι συνέπειες: λειψυδρία, σωρός σκουπιδιών, κατάρρευση κυκλοφορίας και ατμοσφαιρική ρύπανση. Πώς μπορούμε να αντιμετωπίσουμε αυτές τις προκλήσεις; Ένα κλειδί είναι η έξυπνη πόλη - η δικτυωμένη και έξυπνη πόλη. Υποστηρίζει καλύτερη ποιότητα ζωής και χαμηλότερη κατανάλωση πόρων. Ακολουθούν πέντε στοιχεία της έξυπνης πόλης και ο αντίκτυπός τους στην εποχή του IoT.

### **2.6.1. Έξυπνη υποδομή**

Οι πόλεις πρέπει να δημιουργήσουν τις προϋποθέσεις για συνεχή ανάπτυξη: οι ψηφιακές τεχνολογίες γίνονται όλο και πιο σημαντικές, οι αστικές υποδομές και τα κτίρια πρέπει να προγραμματίζονται πιο αποτελεσματικά και βιώσιμα. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> πρέπει να διατηρούνται όσο το δυνατόν χαμηλότερα, για παράδειγμα επενδύοντας σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα και αυτοκινούμενα οχήματα. Οι έξυπνες πόλεις χρησιμοποιούν έξυπνες τεχνολογίες για να επιτύχουν μια ενεργειακά αποδοτική και φιλική προς το περιβάλλον υποδομή. Ο έξυπνος φωτισμός θα πρέπει να δίνει φως μόνο όταν κάποιος περπατά στην πραγματικότητα, όπως να ορίζει επίπεδα φωτεινότητας και να παρακολουθεί την καθημερινή χρήση για να μειώσει την ανάγκη ηλεκτρικής ενέργειας (Martins, et al. 2018).

### **2.6.2. Το εργαλείο City Air Management Tool (CyAM)**

Η Siemens έχει αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο λογισμικό "The City Air Management Tool" που βασίζεται σε cloud: Καταγράφει δεδομένα ρύπανσης σε πραγματικό χρόνο και προβλέπει εκπομπές. Προβλέψεις ακρίβειας έως και 90% είναι δυνατόν να αυξηθούν οι εκπομπές για τις επόμενες τρεις έως πέντε ημέρες.

Είναι η πρόβλεψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης με τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται που κάνουν το εργαλείο City Air Management μοναδικό. Η πρόβλεψη βασίζεται σε έναν αλγόριθμο που λειτουργεί με ένα τεχνητό νευρικό δίκτυο [9].

Οι πόλεις μπορούν να επιλέξουν από 17 μεταβλητές για να προσομοιώσουν τις επόμενες τρεις έως πέντε ημέρες (επιπτώσεις της ποιότητας του αέρα για τις επερχόμενες τρεις έως πέντε ημέρες). Στις συνέπειες εντάσσεται η εισαγωγή νέων περιβαλλοντικών ζωνών (ζώνες χαμηλών εκπομπών), όρια ταχύτητας ή δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Το CyAM βασίζεται στο MindSphere, ανοιχτό λειτουργικό σύστημα Siemens που βασίζεται στο cloud για το IoT (IoT) [9].

### **2.6.3. Διαχείριση της κυκλοφορίας**

Η πρόκληση για μεγάλες έξυπνες πόλεις είναι η βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας. Το Λος Άντζελες ως μία από τις πιο πολυσύχναστες πόλεις στον κόσμο, η πόλη έχει εφαρμόσει μια έξυπνη λύση μεταφοράς για τον έλεγχο της ροής της κυκλοφορίας. Οι ενσωματωμένοι αισθητήρες πεζοδρομίου στέλνουν ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο της ροής της κυκλοφορίας σε μια κεντρική πλατφόρμα διαχείρισης της κυκλοφορίας, η οποία αναλύει τα δεδομένα και προσαρμόζει αυτόματα τα φώτα κυκλοφορίας στην κατάσταση της κυκλοφορίας εντός δευτερολέπτων. Χρησιμοποιεί ιστορικά δεδομένα για να προβλέψει πού μπορεί να πάει η κίνηση - τα πάντα χωρίς ανθρώπινη συμμετοχή [4].

### **2.6.4. Έξυπνος χώρος στάθμευσης**

Οι έξυπνες λύσεις στάθμευσης προσδιορίζουν πότε ένα όχημα έχει εγκαταλείψει το χώρο στάθμευσης. Οι αισθητήρες στο έδαφος αναφέρουν μέσω smartphone τον οδηγό, όπου μπορούν να βρουν δωρεάν χώρο στάθμευσης. Άλλοι χρησιμοποιούν τις διαστάσεις του οχήματος για να βρουν ακριβώς πού βρίσκονται οι κατάλληλες θέσεις για τα συγκεκριμένα οχήματα και ενημερώνουν τους οδηγούς που περιμένουν για μια θέση στάθμευσης, σχετικά με την πιο εύκολη διαδρομή για να φτάσουν στην θέση στάθμευσης. Το Smart Parking είναι πραγματικότητα σήμερα και δεν απαιτεί πολύπλοκες υποδομές και υψηλές επενδύσεις που τα καθιστούν ιδανικά για μια μεσαίου μεγέθους Smart City (Byrne, et al. 2016).

### **2.6.5. Έξυπνη διαχείριση αποβλήτων**

Οι λύσεις διαχείρισης αποβλήτων συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της συλλογής αποβλήτων και στη μείωση του λειτουργικού κόστους και στην καλύτερη αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων που σχετίζονται με μια αναποτελεσματική συλλογή αποβλήτων. Κάθε κάδος απορριμμάτων διαθέτει έναν αισθητήρα στάθμης - πληρότητας. Όταν επιτευχθεί ένα ορισμένο όριο, η πλατφόρμα διαχείρισης ενός οδηγού φορτηγού λαμβάνει μια ειδοποίηση. Ο οδηγός ξέρει πλέον την διαδρομή ώστε να αδειάσει τους πλήρεις κάδους, το οποίο οδηγεί στην αποφυγή της μισής διαδρομής που περιλαμβάνει κάδους που είναι είτε άδειοι είτε δεν έχουν φτάσει στην απαιτούμενη πληρότητα [1].

## **2.7. Μελλοντικές εφαρμογές IoT**

### **2.7.1. Vision Van της Mercedes-Benz**

Το Vision Van της Mercedes-Benz είναι ένα concept van για αστικές περιοχές και χαρακτηρίζεται από πολλές καινοτόμες τεχνολογίες εντός του οχήματος, όπως μια αυτόνομη



παράδοση με την χρήση drone. Το drone μπορεί να παραδώσει δέματα αυτόνομα σε ακτίνα δέκα χιλιομέτρων. Ένα άλλο πλεονέκτημα θα ήταν ότι ο μεταφορέας δεμάτων εξοικονομεί πολύ χρόνο - κατά τη φόρτωση και παράδοση. Αντίθετα, η χειροκίνητη φόρτωση διαρκεί έως και μιάμιση ώρα ενώ η φόρτωση με αυτή την διαδικασία διαρκεί μόνο περίπου πέντε λεπτά. Η παράδοση συντομεύεται από την τεχνολογία αυτοματισμού αφού τα drones παραδίδουν παράλληλα με τον διανομέα έως και 50% του συνολικού φορτίου [19].

### **2.7.2. Έξυπνο μάτι**

Η τεχνολογία έξυπνων ματιών μοιάζει πολύ με το πιο φιλόδοξο έργο της Google - το Glass. Το έξυπνο μάτι είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες, Wi-Fi και Bluetooth για να παρέχει επιλογές και δυνατότητες προσβασιμότητας ακριβώς μπροστά από το μάτι σας, αλλά χωρίς να προκαλεί απόσπαση της προσοχής. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την ανάγνωση μηνυμάτων, την περιήγηση στο Διαδίκτυο και άλλα [16].

## **2.8. Συμπέρασμα κεφαλαίου**

Το μέλλον του IoT είναι απεριόριστο. Παρέχει λύσεις σε όλους τους τομείς, όπως η κατασκευή, η μόδα, το εστιατόριο, η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση κ.λπ. Οι έξυπνες πόλεις μπορούν να μοιραστούν μια κοινή πλατφόρμα έξυπνης πόλης, η οποία έχει νόημα ειδικά για μικρές πόλεις. Η φύση των λύσεων IoT που βασίζονται σε cloud για έξυπνες πόλεις είναι κατάλληλη κοινοποιώντας μια πλατφόρμα βασισμένη σε ανοιχτά δεδομένα. Οι μικρές πόλεις μπορούν να σχηματίσουν ένα κοινό αστικό οικοσύστημα. Με αυτόν τον τρόπο, οι λύσεις μικρών και μεγάλων έξυπνων πόλεων δικτυώνονται και ελέγχονται μέσω της κεντρικής πλατφόρμας cloud.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΣΚΕΥΕΣ WEARABLE

### 3.1. Wearable Τεχνολογία

Η τεχνολογία wearable είναι μια κατηγορία ηλεκτρονικών συσκευών που μπορούν να φορεθούν ως αξεσουάρ, ενσωματωμένες σε ρούχα, εμφυτευμένες στο σώμα του χρήστη ή ακόμα και τατουάζ πάνω στο δέρμα. Οι συσκευές είναι gadgets ανοιχτής ακρόασης με πρακτικές χρήσεις, που τροφοδοτούνται από μικροεπεξεργαστές και βελτιώνονται με τη δυνατότητα αποστολής και λήψης δεδομένων μέσω του Διαδικτύου [21]. Ωστόσο, η σύγχρονη τεχνολογία που φοριέται ορίζεται ως η ενσωμάτωση ενός μικροεπεξεργαστή και μιας σύνδεσης στο διαδίκτυο [20].

### 3.2. Smart Wearable Devices

Τα wearables, τα οποία έχουν τη δυνατότητα ευφών αισθητήρων, έχουν αυξημένη υποστήριξη για σύγχρονες υγειονομικές υπηρεσίες μέσω της συνεχούς παρακολούθησης των φυσιολογικών παραμέτρων. Συσκευές όπως τα βηματόμετρα, οι ιχνηλάτες δραστηριότητας κ.λπ., με τη βοήθεια διαφόρων εφαρμογών γυμναστικής, ελέγχουν τον τρόπο που ασκούμε και διατηρούμε έναν υγιεινό τρόπο ζωής με κατάλληλες και έγκαιρες οδηγίες και κίνητρα. Για παράδειγμα, τα αθλητικά ρούχα με έναν έξυπνο αισθητήρα μας επιτρέπουν να βελτιώσουμε την απόδοσή μας, δημιουργώντας δεδομένα του σώματος σε συμβουλές κατάρτισης. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα παραδείγματα τέτοιων συσκευών γυμναστικής [27].

#### Ζώνη καρπού

Η πρόοδος των αισθητήρων παρακολούθησης της υγείας έχει φέρει εμπορικά χρησιμοποιήσιμα wristbands. Αυτό το βραχιολάκι, επίσης γνωστό ως tracker δραστηριότητας ή ιχνηλάτης/ ζώνη, αξιολογεί τη σωματική δραστηριότητα ενός ατόμου και παρακολουθεί την υγεία και άλλες ζωτικές στατιστικές. Ο μηχανισμός παρακολούθησης γυμναστικής παρακολουθεί τους καρδιακούς παλμούς 24 ώρες την εβδομάδα, τα βήματα, τον ύπνο, το άγχος, το μέγιστο  $VO_2$  (ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου), τις θερμίδες που καταναλώνονται κ.λπ. Αυτές οι συσκευές, μαζί με την παρακολούθηση, επιτρέπουν επίσης την καλή διαβίωση και την υγιεινή διατροφή, παρέχοντας συμβουλές για άσκηση. Ο ανιχνευτής φυσικής κατάστασης παρακολουθεί την υγεία και τη δραστηριότητά του αβίαστα χρησιμοποιώντας μη επεμβατικούς αισθητήρες με αποτελεσματικό και πολύ ακριβή τρόπο. Το tracker fitness μπορεί να συγχρονιστεί με μια έξυπνη κινητή συσκευή, αντανακλώντας την κατάσταση υγείας του ατόμου. Η κινητή νοημοσύνη που εφαρμόζεται στα δεδομένα του παρελθόντος μπορεί να παρέχει έγκαιρες και κατάλληλες συμβουλές για την υγεία [27].

#### Οπτικά εργαλεία

Η βιομηχανία φροντίδας υγείας και ευεξίας έρχεται με εργαλεία ματιών που βοηθούν τον χρήστη με ενημερώσεις για την υγεία ενώ εκτελεί κολύμπι, ποδηλασία και άλλες πολύ γρήγορες δραστηριότητες του σώματος που απαιτούν συνεχή παρακολούθηση της υγείας. Το οπτικό εργαλείο παρακολουθεί συνεχώς τον ρυθμό δραστηριότητας του ατόμου, τον καρδιακό ρυθμό, την αντοχή κλπ. Οι καταστάσεις υγείας του ατόμου προβάλλονται στα γυαλιά και οι ακουστικές υποδείξεις γίνονται μέσω του ακουστικού. Αυτό αποφεύγει να εξετάζει συνεχώς την κατάσταση της υγείας και της δραστηριότητας, όπως συμβαίνει και με άλλες συσκευές γυμναστικής όπως οι έξυπνες κινητές συσκευές και τα βραχιολάκια [24].

### Έξυπνο παπούτσι

Τα έξυπνα παπούτσια είναι ένα νέο είδος παπουτσιών που βοηθούν στην παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης. Αυτά τα έξυπνα παπούτσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολύ εύκολα όπως ένα κανονικό παπούτσι, χωρίς να χρειάζονται επιπλέον αξεσουάρ όπως ένα βραχιολάκι γυμναστικής, κάνοντας την υγεία και τη σωματική παρακολούθηση αρκετά αόρατη. Ο ιχνηλάτης γυμναστικής τοποθετείται στο πέλμα του υποδήματος για να αξιολογήσει τις τρέχουσες μετρήσεις ενός ατόμου. Τα αποθηκευμένα δεδομένα μπορούν αργότερα να συγχρονιστούν με την κινητή συσκευή για ανάλυση. Αυτά τα παπούτσια είναι πολύ χρήσιμα για την προπόνηση [19].

### Ετικέτες RFID

Η απλότητα της Αναγνώρισης μέσω Ραδιοσυχνοτήτων (RFID) από την άποψη της λειτουργικότητας, της ασύρματης ανίχνευσης και του χαμηλότερου κόστους έχει κάνει αυτές τις ετικέτες μια δημοφιλής τεχνική για την επισήμανση οποιουδήποτε αντικειμένου, συνδέοντας το με ένα εικονικό σύστημα. Οι ετικέτες RFID βασικά λειτουργούν σε τεχνολογία αναγνώρισης και παρακολούθησης που βασίζεται σε ραδιοκύματα. Το σύστημα αποτελείται από ετικέτες που αναγνωρίζουν συσκευές, αναγνώστες ή σταθμό βάσης και υποκείμενο σύστημα πληροφοριών. Εμπορικά διαφορετικά εύρη συχνοτήτων ραδιοκυμάτων έχουν βρεθεί σε χρήση από ετικέτες RFID για επικοινωνία με συσκευές ανάγνωσης. Η ετικέτα μεταδίδει το αναγνωριστικό της χρησιμοποιώντας ένα σήμα RF, το οποίο διαβάζεται από έναν αναγνώστη ή από πολλούς σταθμούς βάσης ενώ βρίσκεται σε κοντινή απόσταση. Με βάση τη χρήση μιας εξωτερικής πηγής ενέργειας όπως η ισχύς της μπαταρίας, οι ετικέτες RF μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως ενεργές ή παθητικές. Μια ενεργή ετικέτα χρησιμοποιεί εξωτερική ισχύ μπαταρίας για τη μετάδοση σήματος και ως εκ τούτου έχει μεγαλύτερη ισχύ μετάδοσης και εύρος κάλυψης. Μια παθητική ετικέτα χρησιμοποιεί την ισχύ του λαμβανόμενου σήματος για να ωθήσει προς τα επάνω και να στείλει ένα διαμορφωμένο σήμα πίσω, έχοντας έτσι περιορισμένο εύρος μετάδοσης. Οι διακριτικές ιδιότητες των σημάτων ραδιοσυχνοτήτων που τα καθιστούν ιδανικά για την παρακολούθηση αναγνώρισης είναι [24]:

- Περνάει μέσα από τοίχους
- Δεν απαιτεί άμεση διαδρομή μετάδοσης ή οπτική επαφή

- Εύρος λειτουργίας μέχρι 30 m ή περισσότερο
- Υψηλή ταχύτητα
- Χρησιμοποιεί εκπομπή χαμηλής ισχύος
- Υποστηρίζει ρυθμό δεδομένων μέχρι 1-2 MBPS

Η RFID συνέβαλε στην επίτευξη των πρακτικών υψηλών επιδόσεων. Η εφαρμογή της RFID στον τομέα της ιατρικής και της υγειονομικής περίθαλψης κυμαίνεται από τη διαχείριση πληροφοριών μέχρι την παρακολούθηση των ασθενών. Παρόλο που η RFID στην πραγματικότητα δεν επιστρέφει άμεσα στοιχεία για την υγεία των ασθενών, επιτρέπει με επιτυχία να συνδέει τα πράγματα (ζωντανά ή μη) μέσω του Διαδικτύου και έτσι ενορχηστρώνει διάφορες ενέργειες, τη λειτουργία και τη διαχείριση με αποτελεσματικό τρόπο [24].

Στις υπηρεσίες ιατρικής περίθαλψης και υγειονομικής περίθαλψης, ορισμένα παραδείγματα RFID ως ενεργοποίηση του IoT είναι [24]:

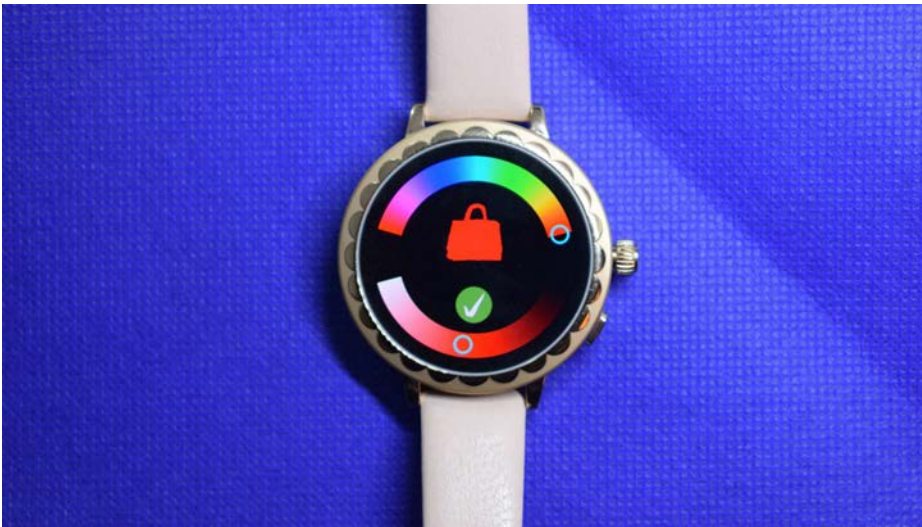
- Διαχείριση πληροφοριών για τους ασθενείς: Τα αρχεία για την υγεία των ασθενών που περιέχουν ιατρικό ιστορικό, ασθένειες, είδος υποβληθείσας θεραπείας και παρενέργειες, φάρμακα ή ιατρικές εξετάσεις που αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων μπορούν να συνδεθούν με την RFID. Οι γιατροί και οι νοσηλευτές που χορηγούν τον ασθενή μπορούν να πάρουν τις λεπτομέρειες από την ετικέτα RFID του ασθενούς, η οποία θα βοηθήσει στην σωστή διάγνωση και θα αποτρέψει την παράδοση λάθος φαρμάκου.
- Κοινή χρήση πληροφοριών: Το σύστημα RFID συμβάλλει στη δημιουργία ενός ισχυρού δικτύου για την ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών ή αρχείων. Οι ιατρικές πληροφορίες των ασθενών που είναι αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων συνδέονται με ετικέτες RFID. Αυτό εξασφαλίζει ότι οι γιατροί μπορούν να παρακολουθήσουν τα ιατρικά αρχεία του ασθενούς, το ιατρικό ιστορικό, τις διαδικασίες θεραπείας και τις πληροφορίες, την ασφαλιστική κάλυψη κλπ. Η εφαρμογή της RFID βοηθά τον ασθενή να επιλέξει κατάλληλα ιατρούς και νοσοκομεία. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων μπορούν να μοιραστούν καλά μεταξύ των γιατρών, ανεξάρτητα από το χώρο και το χρόνο. Αυτό εξασφαλίζει επίσης ότι οι γιατροί και τα νοσοκομεία ενημερώνονται συνεχώς με νέα πρόοδο.
- Συνεχής παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο: Στην ιατρική έρευνα και παραγωγή, οι ετικέτες RFID χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση ολόκληρης της έρευνας, της παραγωγής και της διανομής ιατρικών προϊόντων όπως η ιατρική και άλλα. Ενώ κυκλοφορούν, οι χρήστες ενημερώνονται για όλες τις λεπτομέρειες του φαρμάκου, διατηρώντας έτσι την ποιότητα. Εάν η ποιότητα του φαρμάκου είναι ύποπτη, όλες οι πληροφορίες όπως όνομα, κατηγορία, προέλευση, επεξεργασία παρτίδας, παράδοση και πωλήσεις μπορούν να ανιχνευθούν.
- Διαχείριση αποθήκευσης φαρμάκων: Το σύστημα σήμανσης RFID συμβάλλει στη διατήρηση του ιατρικού υλικού, μειώνοντας έτσι το σφάλμα χειροκίνητης εισόδου. Τα συστήματα RFID για τη διατήρηση του αποθέματος βοηθούν περισσότερο στην αποφυγή συγχύσεως ονόματος σε περιπτώσεις που τα φάρμακα έχουν παρόμοιες ονομασίες και επίσης βοηθούν στη συντήρηση του αποθέματος, την έγκαιρη προμήθεια φαρμάκων και την αναδιάρταξη.

- Ιχνηλασιμότητα ιατρικού εξοπλισμού: Ο ιατρικός εξοπλισμός που συνδέεται με τις ετικέτες RFID βοηθά να γνωρίζει ποια είναι η συσκευή, η προέλευση, η περίοδος χρήσης, τα θέματα ποιότητας, ποιοι ήταν οι ασθενείς που χρησιμοποίησαν τον εξοπλισμό, τους τύπους όπου χρησιμοποιήθηκε ο εξοπλισμός και το χρησιμοποιούμενο / μη χρησιμοποιούμενο καθεστώς.

### 3.3. Ταξινόμηση Wearable Devices

#### 3.3.1. Smartwatches

Τα Smartwatches είναι wearables που συνδέονται με το κινητό τηλέφωνο για να λειτουργήσει ως μικρό πέραςμα στην ψηφιακή ζωή. Το ισχυρό Apple Watch δεσπόζει ως ο κυρίαρχος της αγοράς στην συγκεκριμένη κατηγορία. Μπορεί να εμφανίσει ειδοποιήσεις και κλήσεις από την οθόνη του iPhone και παρακολουθεί τη σωματική δραστηριότητα. Υπάρχει ανεξάρτητο σύστημα GPS για υπηρεσίες τοποθεσίας και μοντέλο LTE [24].



**Εικόνα 7. Το Smartwatch [26]**

Πέρα από το Apple Watch, το Wear OS της Google είναι το ισοδύναμο για τους χρήστες των τηλεφώνων Android. Τα ρολόγια όπως το Skagen Falster 3 προσφέρουν λεπτό σχεδιασμό και είναι ιδανικά για τους καρπούς τόσο των ανδρών όσο και των γυναικών. Το Fitbit Versa 2, το οποίο ενδείκνυται ιδιαίτερα για την καταγραφή των πληροφοριών υγείας με την παρακολούθηση οξυγόνου στο αίμα και παρακολούθηση του ύπνου.

Άλλοι ανταγωνιστές του Apple Watch έχουν τα δικά τους ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Η Samsung χρησιμοποιεί το δικό της Tizen OS σε φορητά, όπως το Galaxy Watch Active 2. Υπάρχουν όμως και αξιόπιστες λύσεις σε οικονομικότερες κατηγορίες. Η Xiaomi έχει κυριαρχήσει στους

ιγνηλάτες γυμναστικής και θέλει να επαναλάβει το τέχνασμα με το Xiaomi Mi Watch και η Amazfit έχει βγάλει τα πολύ αξιόπιστα μοντέλα Amazfit GTS και Amazfit T-Rex [26].

### 3.3.2. Εξοπλισμός παρακολούθησης γυμναστικής (Fitness Trackers)

Οι ιγνηλάτες γυμναστικής παραμένουν πολύ δημοφιλείς μεταξύ των ανθρώπων που θέλουν να παρακολουθήσουν την πρόοδο μέσω του καρδιακού ρυθμού, τα βήματα και την εκτιμώμενη καύση θερμίδων, ενώ λαμβάνουν ορισμένες ειδοποιήσεις smartphone.

Είναι τέλεια αν κάποιος δεν θέλει υπερ-προηγμένες μετρήσεις από αθλητικά ρολόγια ή δεν θέλει ένα μίνι smartphone όπως το Watch της Apple. Προσφέρουν επίσης μεγαλύτερη διάρκεια ζωής μπαταρίας από τα smartphones.

Οι τελευταίες συσκευές, όπως το Fitbit Charge 3 - ο τρέχων ιγνηλάτης φυσικής κατάστασης του έτους - προσφέρουν παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού, παρακολούθηση ύπνου, στεγανοποίηση και παρακολούθηση κολύμβησης, ειδοποιήσεις smartphone και, κυρίως, διάρκεια ζωής μπαταρίας επτά ημερών [20].



**Εικόνα 8. Ένα Fitness Tracker [19]**

Το Fitbit Inspire HR είναι μια εξαιρετική, χαμηλότερου κόστους και λιγότερο τεχνολογικά εναλλακτική λύση - όπως και το Xiaomi Mi Band 4, προσφέρει λειτουργικές επιλογές για όσους εισέρχονται στην αρένα των wearables.

### 3.3.3. Αθλητικά ρολόγια (sport watches)

Για τους δραστήριους τύπους που αγαπούν να τρέχουν, την ποδηλασία, το κολύμπι ή ακόμα και το γκολφ, ένα εξειδικευμένο αθλητικό ρολόι θα πρέπει να βρίσκεται στην κορυφή της λίστας επιθυμιών. Αυτές οι συσκευές θα πρέπει να διαθέτουν GPS με παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού και συναφείς ιδέες. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να παρέχουν ένα άλλο επίπεδο πληροφοριών σχετικά με το άθλημα. Η Garmin πρωτοπορεί με τη σειρά GPS αθλητικών ρολογιών της. Η ναυαρχίδα Forerunner 945 είναι σχεδιασμένο για ελίτ τριαθλητές που απαιτούν βιομετρικά προγράμματα κατάρτισης σε ολυμπιακό επίπεδο, συμπεριλαμβανομένων μετρήσεων όπως το VO2 max και η κατάσταση εκπαίδευσης με ρυθμίσεις για θερμότητα, κατάσταση εγκλιματισμού στο ύψος, εστίαση φόρτου προπόνησης, χρόνος αποκατάστασης και αερόβια και αναερόβια αποτελέσματα προπόνησης. Η σειρά Fenix 6 είναι ίσως το απόλυτο σπορ ρολόι και διαθέτει όλα τα κορυφαία χαρακτηριστικά γνωρίσματα από τις συσκευές της εταιρείας για την πεζοπορία, την κολύμβηση και γκολφ - και διαθέτει δυνατότητα παρακολούθησης για κάθε άθλημα που μπορεί να φανταστεί κανείς. Υπάρχει μια πλήρης έγχρωμη οθόνη και χάρτες του και συγχρονισμός εκτός σύνδεσης. Επιλογές όπως το Polar Vantage V και το Suunto 9 Baro είναι ιδανικές για όσους αναζητούν ένα ρολόι υψηλής εκπαίδευσης [25].

### 3.3.4. Συσκευές προβολής τοποθετημένες στο κεφάλι

Γενικά ταξινομούνται σε κατηγορίες εικονικής πραγματικότητας και επαυξημένης πραγματικότητας. Κάποιες περιλαμβάνουν και τα δύο.

#### 3.3.4.1. VR

Οι συσκευές VR, όπως το Oculus Rift, το HTC Vive και το PlayStation VR, αποκλείουν τον υπόλοιπο κόσμο. Συνδέονται με μια κονσόλα υπολογιστή / παιχνιδιών και παρουσιάζουν μια εικονική πραγματικότητα που έχει δημιουργηθεί από υπολογιστή, για να ξεγελάσει τον εγκέφαλό ώστε να σκέφτεται ότι είναι κάπου αλλού.

Μεταξύ αυτών και των φθηνότερων ακουστικών VR είναι συσκευές παρόμοιες του Oculus Quest και του επερχόμενου Vive Cosmos. Και οι δύο προσφέρουν εμπειρίες υψηλού επιπέδου VR σε αυτόνομη εγκατάσταση.

Μπορεί κανείς να πειραματιστεί με το VR εισάγοντας το smartphone σε ένα ακουστικό Google Cardboard. Τα ακουστικά Google Daydream και Samsung Gear VR προσφέρουν υψηλότερη ποιότητα, ενώ το Oculus Go προσφέρει οικονομικά προσιτή εμπειρία εικονικής πραγματικότητας, χωρίς smartphone και υπολογιστή [20].



**Εικόνα 9. Συσκευή VR [20]**

#### **3.3.4.2. AR/smartglasses**

Οι συσκευές επαυξημένης πραγματικότητας και τα έξυπνα γυαλιά επαυξάνουν τον πραγματικό κόσμο τοποθετώντας εικονικά στοιχεία στην οπτική επαφή μας. Έτσι, μια μεγάλη οθόνη προβολής μπορεί να φαίνεται στον τοίχο.



**Εικόνα 10. AR/smartglasses [6]**



Τα ακουστικά της HoloLens της Microsoft και το φάσμα των συσκευών Windows Mixed Reality άλλων κατασκευαστών οδηγούν το δρόμο, αλλά υπάρχει μια αυξανόμενη γκάμα smartglasses που εκτελούν τη λειτουργία σε πιο αναγνωρίσιμους παράγοντες. Τα γυαλιά του Eyesight Raptor και Solos για τους ποδηλάτες, για παράδειγμα, επιτρέπουν να κρατούν τα μάτια τους στο δρόμο και να παρακολουθούν όλα τα στατιστικά τους, τους χάρτες και τον καιρό.

Εξακολουθεί να είναι μια αναδυόμενη κατηγορία, πολύ μακριά από την επίτευξη του mainstream, αλλά το φημολογούμενο ενδιαφέρον της Apple για την κατασκευή υλικού AR θα μπορούσε να αλλάξει όλα αυτά [24].

### 3.3.5. Αξεσουάρ ακουστικών

Το ταχύτερα αναδυόμενο τμήμα της αγοράς wearables είναι τα ακουστικά που φοριούνται στο αυτί. Το πιο δημοφιλές παράδειγμα είναι τα AirPods της Apple, τα αληθινά ασύρματα ακουστικά που προσφέρουν γρήγορη πρόσβαση στον φωνητικό βοηθό Siri. Ομοίως, οποιοδήποτε ζευγάρι ακουστικών που αλληλεπιδρά με έναν φωνητικό βοηθό, όπως η Alexa και ο Βοηθός Google, θεωρείται ακουστική συσκευή.



**Εικόνα 11. Ακουστικά Wearables [2]**

Υπάρχουν επίσης ζωντανά εργαλεία μετάφρασης όπως τα Pixel Buds της Google και το πιλοτικό πρόγραμμα Labs Waverley, έξυπνα ακουστικά βοηθήματα όπως το Nuheara IQbuds Boost και το ακουστικό Lifebeam Vi για πρακτική εξάσκηση επί εικονικής διαδρομής. Τα Bose Frames, για παράδειγμα, συνδυάζουν ήχο αγωγιμότητας οστού, οπτικά στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας και πρόσβαση σε έξυπνους βοηθούς, όλα σε ένα ζευγάρι γυαλιά ηλίου [2].

### 3.3.6. Υγεία των καταναλωτών

Ένας τεράστιος χώρος ανάπτυξης για την φορητή τεχνολογία είναι η υγεία των καταναλωτών. Δεν μιλάμε μόνο για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης εδώ. Οι γνώσεις των ιατρικών αισθητήρων κατηγορίας στα καταναλωτικά φορητά προϊόντα εξοικονομούν ήδη ζωές. Το εγκεκριμένο από τον FDA (Αμερικανικός Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων) ηλεκτροκαρδιογράφημα (ECG) στο Watch της Apple μπορεί να ανιχνεύσει σημάδια κολπικής μαρμαρυγής, ενώ παράλληλα ελέγχει για ακανόνιστο καρδιακό ρυθμό σε τακτά χρονικά διαστήματα. Το εργαλείο ανίχνευσης πτώσης μπορεί να ειδοποιήσει τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης / τις επαφές ενός ατόμου, αν για κάποιο λόγο πέσει.



**Εικόνα 12. Χρήση wearable για υγειονομική χρήση [2]**

Είναι εργαλεία όπως αυτά που διευρύνουν την ελκυστικότητα των wearables σε νέο κοινό. Το ακουστικό Dreem 2 - το οποίο αναζητά την έγκριση της FDA – βοηθά με τη χρόνια αύπνια με τη γνωστική συμπεριφορική θεραπεία. Η εταιρεία λέει ότι το 80% των χρηστών της αντιμετωπίζουν ανακούφιση μετά από μόλις έξι εβδομάδες.

Υπάρχουν φορητές οθόνες σακχάρου αίματος, οθόνες πίεσης αίματος και ακόμη ιχνηλάτες εφίδρωσης που θα μπορούν να αναφέρουν στον χρήστη τότε πρέπει να ενυδατωθεί. Το ακουστικό Flow είναι πιστοποιημένο για τη θεραπεία της κατάθλιψης, ενώ η L'Oreal πωλεί το αυτοκόλλητο patch My Skin Track UV, το οποίο υποδεικνύει την έκθεση σε βλαβερές ακτίνες UV [2].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – WEARABLES ΚΑΙ ΙoT

### 4.1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, το Διαδίκτυο έχει αναπτυχθεί για να επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να καταναλώνουν υπηρεσίες σε παγκόσμια κλίμακα χρησιμοποιώντας παραδοσιακούς κεντρικούς υπολογιστές και πάντα συνδεδεμένες φορητές συσκευές, όπως smartphone, συνήθως μέσω του World Wide Web. Συνδέοντας αντικείμενα και συσκευές, το ΙoT (IoT) θα αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητες του δικτύου και θα επιτρέψει την εφαρμογή καινοτόμων υπηρεσιών σε ένα μεγάλο σύνολο σεναρίων, όπως αυτοματοποίηση σπιτιών και κτιρίων, έξυπνες πόλεις και υγειονομική περίθαλψη. Αυτό θα ενσωματώσει νέα παραδείγματα αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου με μηχανή (H2M) και Machine-to-Machine (M2M). Πολλές εφαρμογές ΙoT θα επιτρέπουν στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με έξυπνα περιβάλλοντα που τους παρέχουν πληροφορίες και να αλλάζουν και να προσαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους, με ή χωρίς αυτούς τους χρήστες. Οι εφαρμογές ΙoT θα εκμεταλλευτούν τη μεγάλη διάχυση και τη διάχυτη ανάπτυξη έξυπνων αντικειμένων - μικροσκοπικές συσκευές εξοπλισμένες με μικροελεγκτή, διεπαφή επικοινωνίας (ενσύρματο ή ασύρματο), τροφοδοτικό και ένα σύνολο αισθητήρων και ενεργοποιητών που χρησιμοποιούνται για διασύνδεση με το περιβάλλον [16].

Αρκετές εταιρείες αναπτύσσουν καινοτόμα προϊόντα που σχετίζονται με το ΙoT σε διάφορους τομείς, ακόμη και όταν οι χρήστες συνειδητοποιούν την ολοκλήρωση μεταξύ του φυσικού και του κυβερνοχώρου. Αυτή η «χρυσή βιασύνη» οδηγείται αφενός από την επιθυμία να αποδείξει τη σκοπιμότητα διασύνδεσης καθημερινών συσκευών με τους ανθρώπους και αφετέρου από την πρόθεση να κάνει τις προσαρμοσμένες λύσεις πιθανά πρότυπα για το ευρύ κοινό. Αυτό δημιούργησε μια πληθώρα κλειστών κάθετων λύσεων, που οδηγούν σε μια εξαιρετικά κατακερματισμένη αγορά. Φτάνοντας σε αδιέξοδο λόγω αυτού του κατακερματισμού, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες σε ερευνητικά έργα και από οργανισμούς τυποποίησης, όπως ο IEEE, η Ομάδα Μηχανικής Διαδικτύου (IETF) και το Πρωτόκολλο Διαδικτύου για την Έξυπνη Αντικείμενο Συμμαχία (IPSO). Αυτές οι δραστηριότητες έχουν δύο βασικούς στόχους. Ο πρώτος είναι ο καθορισμός ανοικτών προτύπων για επικοινωνία, τα οποία επί του παρόντος περιλαμβάνουν IPv6 μέσω ασύρματων δικτύων προσωπικής περιοχής χαμηλής ισχύος (6LoWPAN) και του πρωτοκόλλου περιορισμένης εφαρμογής (CoAP), με άλλους που βρίσκονται ακόμη σε εξέλιξη. Το δεύτερο είναι να αντιστοιχίσετε την παραδοσιακή στοίβα διαδικτύου που βασίζεται σε IP στο ΙoT. Το επιτυχημένο μοντέλο επικοινωνίας που αντιπροσωπεύει ο Ιστός θεωρείται ως αναφορά για το ΙoT. Μπορούμε τώρα να υποθέσουμε ότι το ΙoT θα είναι ένα δίκτυο ετερογενών, διασυνδεδεμένων συσκευών που θα δημιουργήσουν την υποδομή για το λεγόμενο Web of Things (WoT) [2].

Τα wearables (smartphone και tablet) έχουν γίνει οι πιο δημοφιλείς υπολογιστικές συσκευές στον κόσμο. Στην πραγματικότητα, ζούμε σε έναν κόσμο που βασίζεται σε κινητές συσκευές, χαρακτηρίζεται από συμβίωση και αλληλεξάρτηση μεταξύ των χρηστών και των κινητών συσκευών τους, μέχρι το σημείο όπου το ένα δεν μπορεί να λειτουργήσει χωρίς το άλλο. Χάρη

στον πλούσιο εξοπλισμό τους, τα wearables είναι μια εύχρηστη και έτοιμη προς χρήση gateway σε όλα τα αντικείμενα IoT που αναπτύσσονται εξ αποστάσεως ή κοντά τους - ένα κυβερνητικό «ελβετικό μαχαίρι στρατού» για το IoT. Η εξέλιξη του φορητού υπολογιστή θα ενισχύσει περαιτέρω αυτό το παράδειγμα, δεδομένης της δυνατότητάς του να αυξήσει πραγματικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τις υπηρεσίες (για παράδειγμα, μέσω φωνητικού ελέγχου, χειρονομιών ή αφής) ή παρέχουν πληροφορίες σε υπηρεσίες (παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού, εφαρμογές φυσικής κατάστασης κ.λπ.) [19].

Η ενοποιημένη κλίση των κινητών συσκευών είναι συνεπώς διπλή: το smartphone επιτρέπει στους χρήστες που θέλουν να ελέγχουν και να αλληλεπιδρούν με τα δύο έξυπνα αντικείμενα στην εγγύτητά τους και τις φορητές συσκευές τους. Η αλληλεπίδραση με έξυπνα αντικείμενα μέσω wearables θα αντιπροσωπεύει ένα κβαντικό άλμα προς την πλήρη ενοποίηση μεταξύ του κοινωνικού, του κυβερνοχώρου και του φυσικού κόσμου, το οποίο θα είναι ορόσημο για την ευρεία υιοθέτηση του IoT. Η αλληλεπίδραση μεταξύ wearables και αντικειμένων IoT πρέπει να πραγματοποιείται μέσω καλά καθορισμένων μοτίβων, τα οποία πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη φύση τους, παρέχοντας ταυτόχρονα τη μέγιστη χρηστικότητα και την καλύτερη εμπειρία χρήστη [28].

Το αυξανόμενο κόστος της υγειονομικής περίθαλψης, η αύξηση του ηλικιωμένου πληθυσμού και ο επιπολασμός των χρόνιων ασθενειών σε όλο τον κόσμο απαιτούν επείγοντως τη μετατροπή της υγειονομικής περίθαλψης από ένα σύστημα που βασίζεται στο νοσοκομείο σε ένα πρόσωπο με επίκεντρο τον άνθρωπο, με έμφαση στη διαχείριση των ασθενειών των πολιτών ως ευημερία τους. Η ανάπτυξη προσωπικών wearables, όπως smartphones και tablet, βοηθά στη δημιουργία ενός μοντέλου κινητής υγείας (mHealth) που μπορεί να διευκολύνει μια συνεχή φροντίδα με επίκεντρο τον άνθρωπο βασιζόμενος σε αυτές τις κινητές συσκευές ως μέσο ανίχνευσης, αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας. Παρόλο που τα smartphones είναι ενσωματωμένα σε μια σειρά αισθητήρων που μπορούν να παρακολουθήσουν την κίνηση, τη θέση, τη δραστηριότητα και ούτω καθεξής, οι συσκευές αυτές εξακολουθούν να στερούνται της δυνατότητας συλλογής λεπτομερών πληροφοριών για την σωματική υγεία ενός χρήστη. Μια ευρεία σειρά wearables αναπτύχθηκε πρόσφατα για να επεκτείνει τις δυνατότητες των κινητών συσκευών, ειδικά στον τομέα της ανίχνευσης του σώματος και της συμπεριφοράς [24].

Σύμφωνα με την ABI Research, το 2014 εκτιμάται ότι οι καταναλωτές θα αγοράσουν 90 εκατομμύρια φορητές συσκευές υπολογιστών που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης, ευεξίας και αθλητισμού. Ο αριθμός αυτός προβλέπεται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο τα επόμενα χρόνια. Τα wearables περιλαμβάνουν μια ποικιλία λειτουργιών, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής δεδομένων από τους αισθητήρες στο σώμα, την προεπεξεργασία των δεδομένων, τη στιγμιαία αποθήκευση δεδομένων και τη μεταφορά δεδομένων σε άμεσους γείτονες συνδεδεμένους στο διαδίκτυο, όπως κινητά τηλέφωνα ή σε απομακρυσμένο διακομιστή. Είναι το χαρακτηριστικό της φορητότητας που προσθέτει αξία σε αυτές τις συσκευές και επιτρέπει την προσαρμογή της συλλογής φυσιολογικών ή κινητικών δεδομένων του σώματος ανάλογα με την εφαρμογή του τελικού χρήστη. Ενώ οι φορητοί αισθητήρες προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα στην υγειονομική περίθαλψη μέσω της αυτοματοποίησης απομακρυσμένων παρεμβάσεων υγειονομικής περίθαλψης που περιλαμβάνουν τη διαγνωστική παρακολούθηση, τις θεραπείες και τη διαλειτουργικότητα μεταξύ ασθενών και

γιατρών, αντιμετωπίζουν εμπόδια όπως η απαίτηση να εργάζονται κοντά σε άλλες υπολογιστικές συσκευές για να αντισταθμίζουν τη χαμηλή υπολογιστική ισχύ, διάρκεια ζωής της μπαταρίας και σύντομο εύρος ζώνης επικοινωνίας.

Η έννοια του Internet-of-things (IoT) παρέχει ένα στέρεο πλαίσιο για τη διασύνδεση των υπολογιστικών συσκευών άκρης - φορητών αισθητήρων και smartphones - και πλατφόρμες υπολογιστικού cloud για ομαλές αλληλεπιδράσεις. Το παρόν έγγραφο επιχειρεί να ορίσει την έννοια του φορητού IoT (WIoT), συζητά τα αρχιτεκτονικά συστατικά του και το δυναμικό των συστημάτων αυτών για την παροχή ανθρωποκεντρικής υγειονομικής περίθαλψης [27].

## 4.2. Η έννοια του wearable IoT

Σήμερα, η συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο είναι πανταχού παρούσα και έχει γεννήσει ένα εντελώς νέο παράδειγμα - το Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT), δηλαδή την ιδέα της διασύνδεσης φυσικών αντικειμένων μεταξύ τους ή με το διαδίκτυο για τη δημιουργία ειδικής ευφυΐας πληροφοριών μέσω απρόσβλητης διάχυτης αντίχρευσσης, δεδομένων την ανάλυση και την απεικόνιση των πληροφοριών με cloud υπολογιστών. Με την πάροδο των ετών, καθώς προχωρούσαμε από βασικές υπηρεσίες διαδικτύου σε κοινωνικά δίκτυα σε φορητά δίκτυα, αυξήθηκε η ζήτηση για διασύνδεση έξυπνων φορεσιών [9].

Η τάση αναζήτησης Google επιβεβαιώνει ότι υπάρχει η ταυτόχρονη ανάπτυξη και δημοτικότητα της φορητής τεχνολογίας και του IoT τα τελευταία χρόνια. Αυτή η εμφάνιση wearables δίνει μια νέα διάσταση στο IoT δημιουργώντας ένα έξυπνο ύφασμα αισθητήρων που φοριούνται στο σώμα ή κοντά στο σώμα που επικοινωνούν μεταξύ τους ή με το διαδίκτυο. Με άλλα λόγια, το Wearable IoT (WIoT) μπορεί να οριστεί ως μια τεχνολογική υποδομή που διασυνδέει τους φορητούς αισθητήρες ώστε να επιτρέπει την παρακολούθηση των ανθρώπινων παραγόντων συμπεριλαμβανομένης της υγείας, της ευεξίας, των συμπεριφορών και άλλων δεδομένων χρήσιμων για την ενίσχυση της καθημερινής ποιότητας ζωής των ατόμων. Το WIoT στοχεύει στη σύνδεση αισθητήρων που φοριούνται στο σώμα με την ιατρική υποδομή, έτσι ώστε οι γιατροί να μπορούν να πραγματοποιούν διαχρονική αξιολόγηση των ασθενών τους όταν είναι στο σπίτι τους. Για παράδειγμα, οι ενσωματωμένοι αισθητήρες κίνησης ενός smartwatch χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των συμπτωμάτων της νόσου, όπως οι τρόμοι σε ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον για τηλε-παρεμβάσεις. Το WIoT βρίσκεται ακόμη σε μικρή ηλικία και, ως εκ τούτου, απαιτεί μια αλυσίδα εξελίξεων προκειμένου να τονώσει την επιτυχημένη εξέλιξή του και να επιτρέψει την ευρεία υιοθέτησή του στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης [27].

## 4.3. Αρχιτεκτονική των Wearable IoT

Δεν είναι πλέον αρκετό για το σχεδιασμό αυτόνομων wearables, αλλά καθίσταται ζωτικής σημασίας η δημιουργία ενός οικοσυστήματος WIoT στον οποίο αισθητήρες που φοριούνται στο σώμα να συγχρονίζουν άψογα τα δεδομένα με τις υπηρεσίες cloud μέσω της υποδομής IoT. Ένα νέο ενσωματωτικό πλαίσιο για το WIoT κατασκευάζεται επί του παρόντος πάνω από την

αρχιτεκτονική του Διαδικτύου. Τα παρακάτω περιγράφουν όλα τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής WIoT και τις διασυνδέσεις τους, ένα σύστημα που θα ωφελήσει τον κλάδο της υγείας με διάφορους τρόπους [7].

#### 4.3.1. Αισθητήρες χώρου σώματος

Οι αισθητήρες χώρου σώματος που φοριούνται (WBAS) είναι συστατικά μετώπων του WIoT και περιβάλλουν το σώμα χωρίς να διαπερνούν τα δεδομένα για την υγεία. Τα WBAS είναι κυρίως υπεύθυνα για 1) τη συλλογή των δεδομένων είτε απευθείας από το σώμα μέσω αισθητήρων επαφής είτε από περιφερειακούς αισθητήρες που παρέχουν έμμεση πληροφόρηση για το σώμα και τις συμπεριφορές του και 2) την προετοιμασία των δεδομένων είτε για ανάλυση της συσκευής, ανατροφοδότηση βρόχου ή απομακρυσμένη μετάδοση για ολοκληρωμένη ανάλυση και υποστήριξη αποφάσεων. Τα WBAS, εμπορικά ή εργαστηριακά πρωτότυπα, συσκευάζονται με μικροσκοπικό υλικό αισθητήρων, ενσωματωμένο επεξεργαστή με δυνατότητα αποθήκευσης, διαχείριση ισχύος και προαιρετικά κυκλώματα επικοινωνίας ανάλογα με την εφαρμογή. Για παράδειγμα, περιφερειακοί αισθητήρες που φοριούνται, όπως το βραχίονα BodyMedia (Jawbone Inc., USA), είναι όργανα παρακολούθησης γυμναστικής που λειτουργούν με λιγότερο υπολογιστικούς λιγότερο απαιτητικούς αλγόριθμους με ελάχιστες απαιτήσεις υλικού και σκοπός τους είναι να ενθαρρύνουν τους χρήστες να διατηρούν ενεργό τρόπο ζωής [12].

Οι περισσότεροι από τους αισθητήρες επαφής που φοριούνται μπορούν να συγκρατηθούν με αξιοπρεπή ηλεκτρονικά και υπολογιστικές δυνατότητες λόγω του γεγονότος ότι είναι υποχρεωμένοι να παρέχουν ακριβείς κλινικές πληροφορίες υψηλής ανάλυσης των ασθενών σε πραγματικό χρόνο. Νέα διασύνδεση μεταξύ αισθητήρα και σώματος είναι το κλειδί για την επιτυχή απόκτηση δεδομένων σε φορητές τεχνολογίες. Ο αισθητήρας δακτυλίου για την παλμική οξυμετρία, οι θόνες ECG και το Bio-Patch είναι μερικά παραδείγματα νέων θέσεων αισθητήρων που παρέχουν συνεχή πρόσβαση στα ζωτικά σήματα του σώματος. Τα έξυπνα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα αποτελούν το πρωτοποριακό στοιχείο των φορητών ηλεκτρονικών ειδών που υφαίνονται στα υφάσματα των ενδυμάτων προκειμένου να παρέχουν διακριτική παρακολούθηση της υγείας των ασθενών που ζουν στα σπίτια τους, μακριά από νοσοκομεία και γιατρούς. Τα έξυπνα ρούχα που ενσωματώνονται με αισθητήρες με βάση την κλωστοϋφαντουργία βρέθηκαν χρήσιμα στην παρακολούθηση της απόκρισης του αυτόνομου νευρικού συστήματος [18].

Ανεξάρτητα από τις εφαρμογές των τελικών χρηστών, τα WBAS καλούνται να πληρούν τα παγκόσμια πρότυπα ποιότητας για να διασφαλίσουν τη μακροπρόθεσμη λειτουργία τους με ελάχιστη εποπτεία και διαχείριση. Η ανάγκη για φορητούς αισθητήρες έχει οδηγήσει σε μικρογραφία και ανάπτυξη αποτελεσματικών τρόπων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ενώ λειτουργεί με κλινικά αποδεκτά πρότυπα. Η διαχείριση δεδομένων για τους φορητούς αισθητήρες παραμένει μια πρόκληση για τους ερευνητές, επειδή αυτά τα δεδομένα πρέπει να επισημανθούν με πληροφορίες όπως ο χρόνος, η δραστηριότητα και η τοποθεσία.

### 4.3.2. Πύλες συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο

Τα WBAS είναι σπάνια αυτόνομα συστήματα λόγω της περιορισμένης ισχύος τους και του εύρους ζώνης επικοινωνίας. Ως εκ τούτου, πρέπει να μεταδίδουν δεδομένα σε ισχυρούς υπολογιστικούς πόρους που είναι είτε συνοδευτικές συσκευές όπως smartphones, tablet και φορητοί υπολογιστές ή διακομιστές υπολογιστών cloud που βρίσκονται εξ αποστάσεως. Και στις δύο περιπτώσεις επικοινωνίας δεδομένων, οι συσκευές συνοδείας χρησιμοποιούνται ως συσκευές Gateway, αντιπροσωπεύοντας έτσι μια σημαντική κατηγορία WIoT που επιτρέπει στις πληροφορίες να ρέουν από τους αισθητήρες προς τα cloud ή τα κέντρα διακομιστών για αποθήκευση και περαιτέρω ανάλυση. Οι συσκευές Gateway περιλαμβάνουν τεχνολογία επικοινωνίας μικρής εμβέλειας, όπως το Bluetooth, που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων με αισθητήρες που φορούν, και ετερογενή δίκτυα, όπως WIFI και GSM, που χρησιμοποιούνται για την αποστολή των δεδομένων στο cloud. Ορισμένες συσκευές Gateway έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν δεδομένα, να εκτελούν ορισμένους αλγόριθμους προκαταρκτικής επεξεργασίας που αξιολογούν εάν τα δεδομένα είναι κλινικά σχετικά και να αποστέλλουν τα δεδομένα σε διακεκομμένες αποστάσεις σε απομακρυσμένους διακομιστές [20].

Η έρευνα έχει δείξει ότι οι κλίμακες βάρους μεταδίδουν δεδομένα σε ένα κινητό smartphone που προωθεί τις πληροφορίες σε ένα διακομιστή με βάση το cloud, έτσι ώστε οι κλινικοί γιατροί να μπορούν να αξιολογήσουν τη διαχείριση βάρους στη νεολαία. Τα smartphones συγχρονίζονται με τους διακομιστές cloud για την παρακολούθηση ανίχνευσης πτώσης σε ηλικιωμένα άτομα. Αυτά τα μερικά παραδείγματα δείχνουν ότι ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να φορεθούν ή οι συσκευές που χρησιμοποιούνται από το άτομο να αλληλεπιδρούν με το smartphone ή τα τηλέφωνα για την αποστολή πληροφοριών σε απομακρυσμένους διακομιστές. Προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση και η διάρκεια ζωής της μπαταρίας των smartphones, το πρότυπο του Mobile Cloud Computing (MCC) βελτιστοποιεί το πρωτόκολλο υπολογιστών και δικτύωσης για την ελαχιστοποίηση του φορτίου υπολογιστών για smartphones. Το WIoT μπορεί να ωφεληθεί σημαντικά από το MCC, καθώς επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων και την ανάλυση δεδομένων στις πλατφόρμες του cloud [11].

### 4.3.3. Υποστήριξη Cloud & Big Data

Η συνάφεια wearable αισθητήρων και smartphones - θα πλημμυρίσει τα κέντρα cloud με ιατρικά δεδομένα με άνευ προηγουμένου ρυθμό. Η απόκτηση γνώσης από αυτά τα δεδομένα είναι εξίσου σημαντική με την απόκτηση των πληροφοριών από το σώμα. Οι ασθενείς επωφελούνται μόνο από τη χρήση αισθητήρων όταν επεξεργάζονται τα δεδομένα από τους ευφυείς αλγόριθμους και προσφέρουν ορισμένες ενέργειες.

Μια υποδομή υπολογιστικού cloud μπορεί να διευκολύνει τη διαχείριση δεδομένων που μπορούν να φορεθούν και μπορεί να υποστηρίξει προηγμένες λειτουργίες εξόρυξης δεδομένων, μηχανικής μάθησης και ιατρικής αναλύσεων μεγάλων δεδομένων. Οι BAS (αισθητήρες χώρου σώματος) με τη βοήθεια cloud (CaBAS) αναδύεται ως μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που παρέχει την ενσωμάτωση του MCC και του WBAS για να διευκολύνει την ανάπτυξη κλιμακούμενης,

καθοδηγούμενης από δεδομένα διάχυτης υγειονομικής περίθαλψης. Το WIoT μπορεί να αποκομίσει σημαντικά οφέλη από το CaBAS, όπως 1) ενεργειακά αποδοτικά πρωτόκολλα δρομολόγησης που μπορούν να δικτυωθούν με smartphones και αισθητήρες που μπορούν να φορεθούν για χειραγία και απρόσκοπτη μεταφορά δεδομένων 2) επεξεργασία με βάση τα γεγονότα που μπορεί να μειώσει την ανεπιθύμητη επεξεργασία δεδομένων με αισθητήρες που μπορούν να φορεθούν με πόρους 3) ανθρώπινες βάσεις δεδομένων που μπορούν να αποθηκεύσουν με ασφάλεια τα εξατομικευμένα δεδομένα των ασθενών για διαχρονική ανάλυση και 4) δεδομένα οπτικοποίησης που μπορεί να διοχετεύσει τα δεδομένα στους τελικούς χρήστες, όπως οι γιατροί και οι ασθενείς, για να παρέχουν υποστήριξη αποφάσεων και αλληλεπιδράσεις ασθενούς-ιατρού [20].

#### **4.4. Wearables και IoT για προσωπική φροντίδα: μελλοντικές κατευθύνσεις**

Ο επιπολασμός των χρόνιων ασθενειών, όπως ο διαβήτης, η παχυσαρκία ή οι καρδιαγγειακές διαταραχές, επηρεάζουν τη ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων σε όλο τον κόσμο. Ως εκ τούτου, υπάρχει μια αυστηρή απαίτηση για την παροχή μιας στέρεας βάσης για τη δημιουργία φορητών τεχνολογιών IoT για την ανάπτυξη ευρείας κλίμακας φορητών αισθητήρων που είναι δικτυωμένοι με απομακρυσμένη ιατρική υποδομή. Για την αύξηση της αποτελεσματικότητας και της αποτελεσματικότητας των θεραπευτικών αποτελεσμάτων. Παρακάτω, παρουσιάζουμε μια νέα επιστήμη συστημάτων για τα WIoTs για να προτείνουμε μελλοντικές κατευθύνσεις που θα περιλαμβάνουν λειτουργικές και κλινικές πτυχές (Zodik, 2015).

##### **4.4.1. Φιλικός σχεδιασμός για φορητές συσκευές**

Οι μελέτες χρηστικότητας των καταναλωτών έχουν αλλάξει τον σχεδιασμό νέων wearables (π.χ. επιταχυνσιόμετρο καρπού υπό μορφή κοσμημάτων), την ανάπτυξη διαδραστικών διεπαφών και την αφαίρεση των πληροφοριών που παρουσιάζονται στον ασθενή. Οι ασθενείς μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτά τα συστήματα και να αισθανθούν ότι μπορούν να τροποποιήσουν ενεργά ορισμένες από αυτές τις παραμέτρους. Επιπλέον, οι προληπτικές πρωτοβουλίες στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης τόσο από συστήματα δημόσιας υγείας, όσο και από ιδιωτικές ασφάλειες υγείας, ενδιαφέρονται να αυξήσουν τα επίπεδα υγείας και δραστηριότητας των ασθενών. Ορισμένες ιδιωτικές ασφαλιστικές εταιρείες μπορούν ακόμη να παρέχουν κίνητρα για να ενθαρρύνουν τη χρήση των βηματομετρητών και να επιβραβεύουν τα καλά αποτελέσματα υγείας σε ετήσιους ελέγχους [24].



#### **4.4.2. Αλληλεπίδραση ασθενούς-ιατρού**

Σήμερα, οι γιατροί επιθυμούν να παρακολουθούν ασθενείς πέρα από τα φυσικά όρια της κλινικής. Επιπρόσθετα, οι γιατροί σκοπεύουν να κάνουν τους ασθενείς τους περισσότερο ενεργητικούς σε σχέση με τις ιατρικές τους συνθήκες. Οι διασυνδέσεις που εντοπίζονται στα WIoT μεταξύ αισθητήρων που φοριούνται, κινητών τηλεφώνων και ιατρικής υποδομής επιτρέπουν την αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ ιατρών και ασθενών, επιτρέποντάς τους να συζητήσουν ψηφιακά σχετικά με παρεμβάσεις μικροδιαχείρισης, ανατροφοδότηση σχετικά με συμπτώματα και ικανότητα προσαρμογής σε νέες θεραπείες. Το επίπεδο των πληροφοριών που παρέχονται στον ασθενή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το συμφέρον του ατόμου: 1) μια εφαρμογή μπορεί να παρέχει μόνο μία γραμμή δράσεις όπως "βαριά πορεία" ή "τρέξιμο για 30 λεπτά σήμερα", 2) από την άποψη της ζήτησης από τον ασθενή να κάνει αερόβια δραστηριότητα 20 λεπτών και αναερόβια δραστηριότητα 10 λεπτών, 3) εκτός από τις πληροφορίες στην επιλογή 2, μπορεί να μοιραστεί με τον ασθενή επιπρόσθετο υλικό ανάγνωσης ή ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό για να τους ενημερώσει για κλινική πρακτική ή πρόσφατη έρευνα και 4) να παρέχει μια επαφή για να συζητήσει με ένα κλινικό άτομο υποστήριξης ή να μιλήσει με έναν γιατρό σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Από την πλευρά του κλινικού ιατρού, οι πληροφορίες σχετικά με έναν συγκεκριμένο ασθενή μπορούν επίσης να ποικίλουν για να παρέχουν σύντομες και στη συνέχεια αναλυτικές πληροφορίες περίπτωσης για τον κλινικό για να βοηθήσουν τον ασθενή να αποφασίσει για μια παρέμβαση ή θεραπεία. Κλινικές οδηγίες και εύρος αποδεκτών τιμών μπορούν να παρασχεθούν στον κλινικό ιατρό σε πραγματικό χρόνο για να βοηθήσουν τον κλινικό ιατρό όταν προσφέρει θεραπεία [7].

#### **4.4.3. Εξατομίκευση της θεραπείας**

Τα WIoT μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην εξατομίκευση της θεραπείας. Κάθε ασθένεια εκδηλώνει ένα μοναδικό σύνολο συμπτωμάτων που διαφέρουν ως προς την ένταση και στο χωροχρονικό πρότυπο που βασίζεται στον ασθενή. Για παράδειγμα, στη διαχείριση της θεραπείας για χρόνιες ασθένειες, οι γιατροί αντιμετωπίζουν προκλήσεις κατά την αξιολόγηση των σχεδίων φαρμακευτικής αγωγής, επειδή οι ασθενείς τους μπορεί να ανταποκριθούν διαφορετικά σε συνταγογραφούμενα φάρμακα. Επιπλέον, η παρακολούθηση της τήρησης φαρμακευτικής αγωγής είναι μια άλλη πτυχή που μπορεί να βοηθήσει τους ασθενείς με το WIoT. Η μελλοντική έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στην αναγνώριση προτύπων υγείας, όπου οι αλγόριθμοι στους αισθητήρες που φορούν και οι πύλες μπορούν να ανιχνεύσουν μια εκτροπή της υγείας ή μια επικείμενη κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Αυτό είναι δυνατό καθώς το WIoT βρίσκεται κοντά στον ασθενή [7].

#### **4.4.4. Διαχείριση και διατήρηση των wearable συστημάτων**

Η αποτελεσματική διαχείριση αισθητήρων που φοριούνται σε καθημερινές βάσεις είναι εγγενές ζήτημα λόγω της περιορισμένης διάρκειας ζωής τους, η οποία απαιτεί περιοδική επαναφόρτιση. Οι ηλικιωμένοι πολίτες που αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις που σχετίζονται με την υγεία αναμένεται να γίνουν οι πρώτοι χρήστες του WIoT. Οι νέες τεχνολογίες, όπως η επαγωγική

γρήγορη φόρτιση, μπορεί να μειώσουν την επιβάρυνση της ανάμνησης για την σύνδεση και αποσύνδεση των συσκευών σε τακτική βάση. Επίσης, νέες μέθοδοι έξυπνης δειγματοληψίας των αισθητήρων ενδέχεται να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των συσκευών [21].

#### 4.4.5. Πρότυπα και κανονισμοί

Το WIoT πρέπει να πληροί τα διεθνή πρότυπα ποιότητας για να διασχίσει τα σύνορα από τα gadget καταναλωτών σε ιατρικές συσκευές. Οι κανονισμοί που επιβάλλονται από την αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) εφαρμόζονται στις γενικές ιατρικές συσκευές και ως εκ τούτου οι αισθητήρες που φορούν είναι ταξινομημένοι ως συσκευές παρακολούθησης ευεξίας / τρόπου ζωής, προκειμένου να παρακάμψουν τα αυστηρά πρότυπα του FDA. Ωστόσο, η τάση αλλάζει και οι αισθητήρες που φοριούνται είναι εγκεκριμένοι από τον FDA για τη χρήση τους στον καταναλωτικό κλάδο. Το FDA δημοσίευσε πρόσφατα κατευθυντήριες γραμμές για ασύρματες ιατρικές συσκευές για να διασφαλίσει ότι αντιμετωπίζουν σημαντικούς κινδύνους κρίσιμους για την ασφάλεια που σχετίζονται με ασύρματα συστήματα ραδιοσυχνότητας, επικοινωνία μικρής και μεγάλης εμβέλειας και ασφαλή διαβίβαση δεδομένων [20].

Κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών, αναμένεται ότι ο FDA και άλλοι οργανισμοί που ασχολούνται με τους κανονισμούς για τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα θα καθορίσουν το WIoT όσον αφορά την κανονιστική τους συμμόρφωση και τη χρήση τους για ιατρικές παρεμβάσεις. Δεδομένου ότι οι αισθητήρες που φορούν είναι ηλεκτρικά ηλεκτρονικά συστήματα που φοριούνται από τον άνθρωπο, τα κανονιστικά πρότυπα θα προκύψουν από κλινικές δοκιμές μεγάλης κλίμακας. Ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων καθώς το διαδίκτυο εξελίσσεται, συνεχίζει να δημιουργεί προβλήματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας. Νωρίτερα, οι επιτραπέζιοι υπολογιστές ήταν επιρρεπείς σε επιθέσεις στον κυβερνοχώρο, ενώ τα κινητά τηλέφωνα και τα wearables είναι τώρα υπό απειλή υψηλού επιπέδου, λόγω οργανωμένων χάκερ. Η WIoT ασχολείται με τα δεδομένα που συλλέγονται από τον άνθρωπο αλλά και παρέχονται στον άνθρωπο. Παρόλο που συλλέγονται από ακίνδυνους αισθητήρες που φοριούνται, τέτοια δεδομένα είναι ευάλωτα στις κορυφαίες ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Για παράδειγμα, ορισμένες φορητές συσκευές συλλέγουν ευαίσθητες πληροφορίες όπως η απόλυτη τοποθεσία και οι δραστηριότητες κίνησης του χρήστη που θέτουν σε κίνδυνο την ιδιωτική ζωή του χρήστη, εάν αυτές οι πληροφορίες δεν διασφαλίζονται κατά τη διάρκεια των διαδικασιών αποθήκευσης ή επικοινωνίας. Για να μετριάσουμε τον κίνδυνο επιθέσεων στον κυβερνοχώρο με το WIoT, χρειαζόμαστε ισχυρή υποδομή ασφάλειας δικτύων για επικοινωνία μικρής και μεγάλης εμβέλειας. Σε κάθε στρώμα που περνάει στο WIoT, από τους αισθητήρες που φορούν, έως τις συσκευές Gateway προς το cloud, απαιτούνται προσεκτικές προφυλάξεις για να διασφαλιστεί η ιδιωτικότητα και η ασφάλεια των χρηστών [21].

## 4.5. Μοτίβα αλληλεπίδρασης μέσω wearables

Η εξέλιξη του φορητού και φορητού υπολογιστή έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες χρησιμοποιούν διαδικτυακές υπηρεσίες διατηρώντας τις πάντα συνδεδεμένες, είτε στο σπίτι είτε εν κινήσει. Σε αυτό το πλαίσιο, υπάρχει συγκεκριμένη ανάγκη να καλυφθεί το κενό μεταξύ των κινητών συσκευών και του IoT. Απαιτείται αλλαγή παραδείγματος σε συγκεκριμένες πτυχές για να επιτρέπεται στους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να χρησιμοποιούν το IoT με την ίδια απλότητα που βιώνουν κατά την πρόσβαση στο Διαδίκτυο και, ενδεχομένως, για να επιτρέψουν νέες και πιο φυσικές μορφές αλληλεπίδρασης, οι οποίες θα διευρύνουν τη βάση χρηστών του IoT (Hassan, et al. 2018).

### 4.5.1. Αρχές επικοινωνίας έξυπνου αντικειμένου

Η ιδέα ενός IoT που βασίζεται σε IP υπάρχει εδώ και χρόνια και τώρα θεωρείται γεγονός. Η υιοθέτηση του πρωτοκόλλου IP για την έξυπνη διαχείριση αντικειμένων και την επικοινωνία θα οδηγήσει στην πλήρη διαλειτουργικότητα και ολοκλήρωση του IoT με το υπάρχον Διαδίκτυο. Ειδικότερα, η χρήση του IPv6 προβλέπεται ως λύση για τη διαχείριση δισεκατομμυρίων παγκόσμιων διευθυνσιοδοτούμενων συσκευών. Μια θεμελιώδης αρχή που οδήγησε την έρευνα IoT και το έργο των ιδρυμάτων τυποποίησης είναι η συνειδητοποίηση των πολλών οφελών που αποκτήθηκαν επιλέγοντας να μεγιστοποιήσει την επαναχρησιμοποίηση τυπικών πρωτοκόλλων και μηχανισμών Διαδικτύου. Λόγω των περιορισμών των συσκευών IoT χαμηλής απόδοσης, δεν είναι πάντα δυνατή η χρήση της παραδοσιακής στοίβας πρωτοκόλλων TCP / IP. Έχουν σχεδιαστεί νέα πρωτόκολλα και μορφές δεδομένων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, τα οποία εξετάζουν την ομαδική επικοινωνία, την κινητικότητα και την αλληλεπίδραση μεταξύ πολλών συσκευών. Η εισαγωγή του 6LoWPAN έλυσε το πρόβλημα της μεταφοράς IP σε συσκευές χαμηλής ισχύος. Χάρη στον ορισμό των κοινών προτύπων, το IoT είναι έτοιμο να φτάσει στο επόμενο επίπεδο: το WoT [4].

Ο Ιστός είναι μακράν το πιο δημοφιλές και οικείο μοντέλο αλληλεπίδρασης στο Διαδίκτυο. Το WoT έχει σχεδιαστεί γύρω από γνωστές έννοιες και πρακτικές που προέρχονται από τον Ιστό, όπως το παράδειγμα της αντιπροσωπευτικής κατάστασης μεταφοράς (REST). Αυτό το παράδειγμα έχει εισαχθεί για να συνδέσει χαλαρά τις εφαρμογές των πελατών με τα συστήματα με τα οποία αλληλεπιδρούν, να υποστηρίξει τη μακροπρόθεσμη εξέλιξη των συστημάτων και να παρέχει στιβαρότητα. Στο επίπεδο εφαρμογής, το CoAP έχει οριστεί ως το τυπικό πρωτόκολλο για το WoT, παρόμοιο με αυτό του HTTP για τον Ιστό. Στην πραγματικότητα, το CoAP έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με HTTP, στο οποίο χαρτογραφεί εύκολα για ενσωμάτωση, κληρονομώντας την αναγνώριση πόρων μέσω URI, το μοντέλο επικοινωνίας -αίτησης / απόκρισης και τη σημασιολογία των μεθόδων HTTP [16].

Ωστόσο, δεν είναι δυνατή η πλήρης αντιστοίχιση του CoAP σε HTTP για διάφορους λόγους. Συγκεκριμένα, το CoAP είναι ένα δυαδικό πρωτόκολλο βασισμένο σε UDP, ενώ το HTTP συνεπάγεται επικοινωνίες προσανατολισμένες στη σύνδεση. Το CoAP εισάγει επίσης ορισμένες σημαντικές βελτιώσεις και βελτιστοποιήσεις που σχετίζονται με συσκευές χαμηλής ισχύος, όπως

η υποστήριξη για ομαδική επικοινωνία και παρατήρηση πόρων. Αυτή η τελευταία δυνατότητα επιτρέπει στις εφαρμογές πελατών, μετά από ένα αρχικό αίτημα, να λαμβάνουν ενημερώσεις για έναν δεδομένο πόρο σε διαδοχικά μηνύματα απόκρισης χωρίς να χρειάζεται να πραγματοποιούν περιοδική ψηφοφορία. Η παρατήρηση πόρων εισάγει ένα νέο παράδειγμα επικοινωνίας στο REST. Σημειώστε ότι το REST δεν είναι το μοναδικό μοτίβο επικοινωνίας που θα υιοθετηθεί ποτέ στο IoT, παρόμοιο με αυτό που συμβαίνει στο παραδοσιακό Διαδίκτυο: τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν μηχανισμούς δημοσίευσης / εγγραφής ταιριάζουν καλά όταν μία πηγή παρέχει πληροφορίες σε πολλούς δέκτες [26].

#### 4.5.2. Σχέδια αλληλεπίδρασης

Η παρουσία ενός smartphone απαιτείται όταν χρησιμοποιείτε φορητές συσκευές: είναι ευθύνη του τηλεφώνου να εκτελεί όλες τις βαριές και πολύπλοκες εργασίες (κυρίως επεξεργασία και επικοινωνία). Τα wearables είναι, στην πραγματικότητα, επεκτάσεις κινητών συσκευών, οι οποίες λειτουργούν ως κεντρικός κόμβος. Για να επιτρέψετε μια πραγματικά απρόσκοπτη και πρακτική αλληλεπίδραση με έξυπνα αντικείμενα μέσω wearables, είναι σημαντικό το smartphone να αναλαμβάνει αυτές τις εργασίες πίσω από τα παρασκήνια. Σε έξυπνα περιβάλλοντα, τα wearables θα παίζουν έτσι το ρόλο της πραγματικής ενεργοποίησης φυσικών αλληλεπιδράσεων με πράγματα, παρόμοια με αυτά που περιμένουν οι άνθρωποι. Όπως επεσήμανε ο Sergey Brin σε μια ομιλία TED τη στιγμή που ξεκίνησε το Google Glass, η χρήση smartphone απομονώνει άτομα, που βλέπουν συνεχώς και εμμονικά τις συσκευές τους, ενώ η χρήση του Google Glass (και οποιουδήποτε wearable, γενικά) θα επέτρεπε στους ανθρώπους να κρατούν το κεφάλι τους ψηλά, επιτρέποντας απλούστερες και πιο φυσικές αλληλεπιδράσεις. Αυτό θα έχει ακόμη μεγαλύτερο αντίκτυπο όταν οι χρήστες αρχίζουν να αλληλεπιδρούν με μυριάδες έξυπνα αντικείμενα, αντί να στέλνουν μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή να ελέγχουν email [1].

Τα wearables μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες. Τα παθητικά φορητά δεν απαιτούν άμεση ανθρώπινη αλληλεπίδραση (όπως όργανα παρακολούθησης καρδιακού ρυθμού και μετρητές βημάτων) και συνεπώς συνδέονται στενότερα με κινητές συσκευές που φιλοξενούν μια προσαρμοσμένη εφαρμογή για τον έλεγχο τους. Τα ενεργά φορητά (έξυπνα ρολόγια και γυαλιά, για παράδειγμα) παρέχουν πληροφορίες στους χρήστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές εισόδου για τον έλεγχο των ίδιων και των κινητών συσκευών στις οποίες είναι συνδεδεμένες. Κατά συνέπεια, μπορούν να επεκτείνουν την εμβέλειά τους σε άλλες συσκευές, οι οποίες μπορούν να βρίσκονται κοντά ή εξ αποστάσεως. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, εστιάζουμε αποκλειστικά σε ενεργά φορητά, επειδή θα οδηγήσουν αναπόφευκτα αλληλεπιδράσεις με έξυπνα αντικείμενα.

Όπως περιγράφηκε, τα smartphone και τα wearables αποτελούν τη γέφυρα μεταξύ του κοινωνικού κόσμου (χρήστες), του κόσμου στον κυβερνοχώρο (δικτυακοί οικοδεσπότες) και του φυσικού κόσμου (συνδεδεμένα έξυπνα αντικείμενα). Συνήθως, οι χρήστες ενδέχεται να κάνουν αυτές τις ερωτήσεις όταν προσπαθούν να αλληλεπιδράσουν με ένα έξυπνο περιβάλλον [1].

Για να απαντήσουμε σε αυτές τις ερωτήσεις και να παρέχουμε μια φυσική ακολουθία αλληλεπιδράσεων, οραματιζόμαστε μια λειτουργική ροή που μπορεί να συνοψιστεί ως εξής.

Πρώτον, το smartphone ανακαλύπτει τα έξυπνα αντικείμενα στην εγγύτητά του για τα οποία έχει παραχωρηθεί στον χρήστη τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης. Χρησιμοποιεί κατάλληλους μηχανισμούς εντοπισμού υπηρεσιών (ZeroConf 5 ή ραδιοφάσματος ραδιοφάσματος χαμηλής ισχύος) και μηχανισμούς ανακάλυψης πόρων (CoAP Resource Directory) και παρουσιάζει αυτές τις πληροφορίες στη διεπαφή του wearable [16].

Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα στοιχείο (χρησιμοποιώντας φωνητική είσοδο ή άγγιγμα) και να πάρει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τον επιλεγμένο πόρο, συνδυάζοντας τις πληροφορίες που ανακτήθηκαν στο προηγούμενο βήμα με άλλες περιγραφές που μπορούν να ανακτηθούν εν κινήσει, όπως το σύνολο λειτουργίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αλληλεπιδράσει με τον πόρο ή μια προσαρμοσμένη διεπαφή χρήστη. Ο χρήστης μπορεί στη συνέχεια να περιηγηθεί στις διαθέσιμες μορφές αλληλεπίδρασης με τον επιλεγμένο πόρο παρουσιάζοντας εξειδικευμένες διεπαφές για τις πιθανές ενέργειες που μπορούν να εκτελεστούν στον στοχευμένο πόρο. Στη συνέχεια, ο χρήστης αλληλεπιδρά με τους πόρους, χρησιμοποιώντας πάντα το smartphone ως γέφυρα για την πραγματοποίηση της πραγματικής επικοινωνίας με έξυπνα αντικείμενα, υιοθετώντας μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

- Το Get επιτρέπει στο χρήστη να ανακτήσει την κατάσταση που σχετίζεται με τον πόρο εκτελώντας ένα αίτημα CoAP GET (για παράδειγμα, για να ελέγξετε την κατάσταση - κλειστή ή ανοιχτή - μιας πόρτας με έξυπνη κλειδαριά).
- Το Observe χρησιμοποιεί έναν αποτελεσματικό μηχανισμό για τη λήψη ασύγχρονων ενημερώσεων όταν αλλάζει η κατάσταση ενός πόρου, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη περιοδικής ψηφοφορίας για δεδομένα (για παράδειγμα, για παρακολούθηση της θερμοκρασίας ενός δωματίου έτσι ώστε να μπορεί να ενεργοποιηθεί ένας θερμοστάτης). Αυτό επιτυγχάνεται εκτελώντας ένα αίτημα CoAP GET που περιέχει μια επιλογή Παρατήρηση για να δώσει εντολή στο αντικείμενο να στείλει ενημερώσεις. Μια σχέση Observe μπορεί στη συνέχεια να καταρρεύσει ανά πάσα στιγμή [5].

Η ενημέρωση ενεργεί σε έναν πόρο για να ορίσει την κατάστασή του εκτελώντας ένα αίτημα CoAP POST ή PUT, ανάλογα με τη λειτουργία που παρέχει (για να ανάψουμε ή να σβήσουμε τις λυχνίες, για παράδειγμα).

Η χρήση του CoAP δεν απαιτείται αυστηρά: η παρουσία διαμεσολαβητών, οι οποίες ενδέχεται να εκτελούν μετάφραση πρωτοκόλλου, μπορεί να επιτρέψει τις ίδιες αλληλεπιδράσεις με πελάτες που δεν γνωρίζουν το CoAP που θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν HTTP [19].

## **4.6. Μελέτες σχετικά με την ασφάλεια των Wearables στο IoT**

Πρόσφατα σημειώθηκε ραγδαία αύξηση του αριθμού συσκευών με δυνατότητα διαδικτύου. Μια αλλαγή παραδείγματος στον υπολογιστή έχει προκαλέσει ταχεία ανάπτυξη προσωπικών συσκευών. Η τελευταία τάση στον υπολογισμό στοχεύει στη διασύνδεση αισθητήρων, συσκευών,

ενσωματωμένων συστημάτων, λογισμικού και υλικού για τη συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων. Το IoT (IoT) επιτρέπει στις συσκευές να συνδεθούν στο Διαδίκτυο δημιουργώντας έτσι ένα πανταχού παρόν περιβάλλον όπου οι συσκευές μοιράζονται δεδομένα και πληροφορίες για αυξημένη συνδεσιμότητα. Οι συσκευές IoT περιλαμβάνουν ένα ενσωματωμένο σύστημα με πολύτιμα δεδομένα τα οποία επικοινωνούν συχνά μέσω ασύρματων σημάτων μικρής εμβέλειας όπως το Bluetooth. Το IoT είναι ένας πυκνός πληθυσμός διασυνδεδεμένων έξυπνων συσκευών όπως smartphone, τηλεοράσεις, οχήματα, συσκευές παρακολούθησης υγείας, συστήματα αυτοματισμού σπιτιού και φορητές συσκευές για να αναφέρουμε μερικά. Η διασύνδεση, ο διαφορετικός σκοπός και η ικανότητα δημιουργεί μια συναρπαστική περίπτωση για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ασφάλειας των συσκευών στο IoT για την προστασία των δεδομένων και του απορρήτου των χρηστών [1].

Ο φορητός υπολογιστής είναι ένας τομέας που σχετίζεται στενά με τη διάχυτη και πανταχού παρούσα πληροφορική. Τα wearables που διατίθενται στον καταναλωτή διατίθενται στην αγορά και μπορούν να φορεθούν στο σώμα τόσο για επαγγελματική όσο και για προσωπική χρήση. Αυτό που ξεχωρίζει τη φορητή τεχνολογία από τις συμβατικές κινητές συσκευές είναι το γεγονός ότι αυτές οι συσκευές έχουν σχεδιαστεί για να φοριούνται στο σώμα και να μην μεταφέρονται. Τα wearables είναι επίσης σχεδιασμένες για να αυξάνουν τις γνώσεις και τη μάθηση, ενισχύοντας την εμπειρία των χρηστών. Σχετικά με το σχεδιασμό αυτές είναι μικροσκοπικές ηλεκτρονικές συσκευές που αποτελούνται από πολλούς αισθητήρες που ελέγχονται από έναν μικροελεγκτή. Οι αισθητήρες μπορούν, για παράδειγμα, να αισθάνονται την κίνηση, τα φυσιολογικά σήματα, τις ατμοσφαιρικές αλλαγές όπως η θερμοκρασία και η υγρασία. Οι πιο συνηθισμένοι αισθητήρες που βρίσκονται στις σύγχρονες φορητές συσκευές είναι τα επιταχυνσιόμετρα και τα γυροσκόπια. Ο τρόπος ζωής, η παρακολούθηση της υγείας, η παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης, η ψυχαγωγία, τα παιχνίδια και η βιομηχανική υποστήριξη που φορούν συσκευές δεν μπορούν να παρέχουν το ευρύ φάσμα δυνατοτήτων χωρίς αυτούς τους αισθητήρες [5].

- Παρακολούθηση της υγείας - συσκευές ενσωματωμένες με αισθητήρες που μπορούν να ανιχνεύσουν αλλαγές στα φυσιολογικά σήματα του σώματος. Αυτές οι συσκευές μπορούν να φορεθούν μόνιμα από τον χρήστη.
- Παρακολούθηση φυσικής κατάστασης - συσκευές που προορίζονται να ενισχύσουν δραστηριότητες που σχετίζονται με τον αθλητισμό και τη φυσική κατάσταση μέσω παρακολούθησης και παρακολούθησης Σε αντίθεση με την παρακολούθηση της υγείας, αυτές οι συσκευές δεν προορίζονται να φοριούνται ανά πάσα στιγμή από τον χρήστη.
- Lifestyle — είδη γενικής χρήσης που φοριούνται όπως έξυπνα ρολόγια και έξυπνα ρούχα που μπορούν να παρέχουν κινητή σύνδεση, σύνδεση στο Διαδίκτυο κ.λπ.
- Ψυχαγωγία — φορητές συσκευές που μπορούν να μεταδίδουν ροή ήχου και βίντεο. Οι συσκευές αυτής της κατηγορίας μπορούν να είναι ασύρματα ακουστικά, ηχεία και φορητές θόκες με δυνατότητα σύνδεσης σε ευρύ φάσμα συστημάτων ψυχαγωγίας, όπως έξυπνες τηλεοράσεις, ψηφιακές συσκευές αναπαραγωγής πολυμέσων, συστήματα οικιακού κινηματογράφου κ.λπ.

- Gaming — συσκευές σχεδιασμένες για να βελτιώνουν την εμπειρία χρήστη κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Οι προηγμένες συσκευές αποσκοπούν στη δημιουργία ενός συναρπαστικού επαυξημένου περιβάλλοντος μέσω της χρήσης τρισδιάστατης κεφαλής που μπορεί να φορεθεί και να περπατάει ο χρήστης.
- Βιομηχανική υποστήριξη - συσκευές που εμπίπτουν σε αυτήν την κατηγορία έχουν σχεδιαστεί για να βοηθούν τον χρήστη στην εκτέλεση της εργασίας του με ασφάλεια, αυξάνοντας παράλληλα την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα. Αυτές οι συσκευές προορίζονται να φορεθούν από επαγγελματίες σε βιομηχανικό περιβάλλον [5].

Οι καταναλωτές μπορούν να αγοράσουν μια έκδοση με δυνατότητα διαδικτύου για σχεδόν κάθε οικιακή συσκευή, αλλά πολλές συσκευές δεν διαθέτουν ακόμη την ικανότητα ούτε τους πόρους που απαιτούνται για την παροχή ασφάλειας. Οι συσκευές που έχουν κακή φυσική ασφάλεια, έλεγχο ταυτότητας, κρυπτογράφηση, διεπαφές μπορούν να γίνουν στόχο πλαστογράφησης, κλοπής κλειδιών και κλοπής ταυτότητας. Οι συμβατικοί αλγόριθμοι ασφαλείας βασίζονται σε αποθηκευμένα κρυπτογραφικά κλειδιά. Εάν τα κλειδιά είναι εκτεθειμένα, τότε το σύστημα και τα δεδομένα του διακυβεύονται. Η τεχνολογία ICMetric στοχεύει στην επίλυση του ζητήματος της κλοπής κλειδιών χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες μιας συσκευής για να δημιουργήσει μια ταυτοποίηση συσκευής που μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία κρυπτογραφικών κλειδιών [5].

Μια πρόσφατη μελέτη σχετικά με καταναλωτικές συσκευές στο IoT δείχνει ότι οι συσκευές πωλούνται με μικρή ή καθόλου διάταξη ασφαλείας. Αυτές οι συσκευές που διαθέτουν υπηρεσίες ασφαλείας δεν έχουν σχεδιαστεί σωστά. Αυτό δημιουργεί τη συναρπαστική υπόθεση ότι η ασφάλεια για συσκευές IoT είναι ύψιστης σημασίας και χρειάζεται μια νέα προσέγγιση για να εξασφαλίσει τα υψηλότερα επίπεδα ασφαλείας. Δίνεται παρακάτω μια ευρεία ταξινόμηση των wearables.

Η πρόσφατη έρευνα δείχνει τις δυνατότητες των καταναλωτικών wearables και εντοπίζει επίσης εμπόδια στην υιοθέτησή τους. Οι συγγραφείς εξηγούν πρώτα τις δυνατότητες των wearables υγείας και επίσης φέρνουν στο φως δύο σημαντικά ζητήματα που σχετίζονται με αυτά τα wearables, δηλαδή την αξιοπιστία και την ασφάλεια. Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι μια καλά συντονισμένη επίθεση στον κυβερνοχώρο θα μπορούσε να οδηγήσει σε παραβίαση, απώλεια ή παραμόρφωση των δεδομένων [3].

Τα wearables χρησιμοποιούνται και πειραματίζονται σε μια ποικιλία εφαρμογών που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη. Παρόλο που οι εφαρμογές είναι καινοτόμες, στερούνται εφαρμογών ασφαλείας, κάτι που προκαλεί ανησυχία, δεδομένου ότι οι εφαρμογές στοχεύουν σε εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης για φορητές συσκευές. Σε μια άλλη έρευνα, οι συγγραφείς παρουσιάζουν μια μελέτη σχετικά με το πώς τα wearables μπορούν να βελτιώσουν τη λειτουργία δύσκολων περιβαλλόντων, όπως οι νοσοκομειακοί θάλαμοι. Παρουσιάζουν μια μελέτη περίπτωσης στην οποία καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα wearables θα ενισχύσουν το επίπεδο χρηστικότητας και την ευαισθητοποίηση σχετικά με το περιβάλλον. Οι συγγραφείς έχουν εντοπίσει τέσσερις προκλήσεις ασφαλείας που αντιμετωπίζουν φορητές συσκευές, δηλαδή εμπιστευτικότητα, έλεγχο ταυτότητας, εχθρικό περιβάλλον και ασφάλεια δικτύου συσκευών. Μια πρόσφατη έρευνα των Kumar et al μελετά πτώση ανίχνευσης μέσω αδρανειακής ανίχνευσης. Οι

συγγραφείς σχεδιάζουν ένα wearable ενσωματωμένη με επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο και Bluetooth. Όταν αισθητήρας παρακολούθησης της υγείας, το σύστημα ανιχνεύει συνεχώς μεταβλητές που σχετίζονται με την κίνηση, αλλά το σύστημα στερείται οποιασδήποτε μορφής εφαρμογής ασφάλειας [3].

Ο έλεγχος ταυτότητας είναι μια βασική απαίτηση για οποιοδήποτε σύστημα ασφάλειας. Οι ερευνητές έχουν αναπτύξει ένα σχήμα που μπορεί να ανιχνεύσει τον χρήστη ενός wearable χρησιμοποιώντας ένα σήμα βιοηλεκτρικής αντίστασης. Η έρευνα δείχνει ότι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ένας αισθητήρας υγείας που φοριέται στον καρπό που ονομάζεται αισθητήρας Shimmer για να αναγνωρίσει μοναδικά έναν χρήστη μέσω των φυσιολογικών σημάτων του. Το προτεινόμενο σχήμα διαθέτει ποσοστό επιτυχίας ελέγχου 98%, αλλά το πρόγραμμα δεν προσφέρει άλλες απαραίτητες υπηρεσίες ασφαλείας όπως ακεραιότητα και εμπιστευτικότητα. Η παροχή αυθεντικότητας από μόνη της είναι μια ψεύτικη υπόσχεση ασφάλειας και ως εκ τούτου το έργο χρειάζεται επέκταση [3].

Μια πρόσφατη έρευνα δείχνει ότι ακόμη και οι ευρέως διαδεδομένες φορητές συσκευές μπορούν να διαθέτουν κακές διατάξεις ασφαλείας, γεγονός που καθιστά την επίθεση σε αυτές μια εύκολη εργασία. Η εργασία μελετά τον ιχνηλάτη Fitbit που έχει 96KB RAM και είναι ενσωματωμένος με έναν αισθητήρα επιταχυνσιόμετρου, αισθητήρα υψομέτρου. Το έγγραφο μελετά την ασφάλεια του ιχνηλάτη Fitbit και δείχνει ότι είναι δυνατό να επιτεθεί στο wearable εκμεταλλευόμενες αδυναμίες στο σύστημα. Οι συγγραφείς αναστρέφουν το Fitbit και παρατηρούν ότι στερείται διατάξεων ασφαλείας. Για παράδειγμα, ο ιχνηλάτης μεταδίδει διαπιστευτήρια χρήστη σε απλό κείμενο. Εκτός αυτού, κάθε επεξεργασία δεδομένων HTTP που λαμβάνει χώρα είναι επίσης σε απλό κείμενο. Οι συγγραφείς αποδεικνύουν επίσης ότι τα πλαστά δεδομένα μπορούν να δημιουργηθούν και να εγχυθούν στον ιχνηλάτη προσαρτώντας τα σε κινούμενα αντικείμενα όπως ο τροχός ενός αυτοκινήτου. Ο έλεγχος ταυτότητας wearables που χρησιμοποιούν αναγνώριση σώματος και βάδισης είναι μια ιδέα που έχει διερευνηθεί. Οι Chauhan et al. ασχολήθηκαν πάνω στο σχεδιασμό του χαρτιού, ένα σχέδιο ασφαλείας για το τελευταίο οπτικό wearable Google Glass. Οι συγγραφείς παρουσιάζουν ένα διακριτικό σχήμα ασφαλείας που χρησιμοποιεί πολλαπλές χειρονομίες χρήστη για να αποδείξει την αυθεντικότητα του χρήστη. Αν και η ιδέα είναι ενδιαφέρουσα, έχει μια αδυναμία που απαιτεί παρέμβαση του χρήστη για αυθεντικότητα. Η άλλη αδυναμία του σχήματος είναι ότι ο χρήστης θα πρέπει να έχει προηγούμενη εμπειρία με τη συσκευή για βελτιωμένη ακρίβεια [2].

Επί του παρόντος έχουν εντοπιστεί δύο μορφές εφαρμογών ασφαλείας που στοχεύουν την ασφάλεια για φορητές συσκευές. Η πρώτη μορφή ασφαλείας προσπαθεί να πιστοποιήσει τον χρήστη που φορά τη συσκευή. Η δεύτερη μορφή ασφαλείας για φορητές συσκευές στοχεύει στον εντοπισμό της συσκευής και, συνεπώς, στην προστασία της. Η έρευνα σχετικά με την αναδυόμενη τεχνολογία ICMetric αποδεικνύει ότι είναι δυνατό και συνιστάται η χρήση των δυνατοτήτων της συσκευής για την αναγνώριση μιας συσκευής. Η τεχνολογία έχει ερευνηθεί με σύνδεση με έναν αισθητήρα Shimmer για την παροχή ασφάλειας σε ένα περιβάλλον χρήστη. Οι δοκιμές αποδεικνύουν ότι το πρόγραμμα μπορεί να προσφέρει έλεγχο ταυτότητας, εμπιστευτικότητα και ακεραιότητα σε περιβάλλον περιορισμένου πόρου [5].





## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε ως στόχο την βιβλιογραφική ανασκόπηση του IoT και της φορετής τεχνολογίας (wearables), διερευνώντας τις διάφορες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές που διερευνήθηκαν, ήταν αυτές που συνδέουν το IoT με την έξυπνη πόλη, την υγεία, τις μεταφορές και την ασφάλεια. Η χρήση των τεχνολογικών εφαρμογών από τους τεχνικούς τηλεπικοινωνιακών δικτύων μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα στον τρόπο εκτέλεσης εργασιών πεδίου και να βελτιώσει το επίπεδο συντήρησης και ποιότητας δικτύου. Πήραμε χρήσιμα συμπεράσματα με τη χρήση των wearables, σχετικά με τη βελτίωση της αποδοτικότητας, τη συνεργασία μεταξύ τεχνικών και υφισταμένων, την αύξηση της ασφάλειας και την μείωση των ατυχημάτων στο πεδίο εργασιών των τεχνικών, καθώς και την αναβάθμιση των υπηρεσιών.

Μέσο των καινοτόμων συστημάτων μπορούν να προσφερθούν οι βέλτιστες υπηρεσίες πεδίου και συντήρησης του τηλεπικοινωνιακού δικτύου με μεγαλύτερη ασφάλεια από τους τεχνικούς, λόγω της λειτουργίας χωρίς χέρια που εφαρμόζεται. Ενώ το εργασιακό περιβάλλον παρουσιάζει μεγάλη βελτίωση και η συνεργασίες μπορούν να δώσουν λύσεις σε καθημερινά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι τεχνικοί.

Μέσα από την έρευνα διαπιστώνεται η τεχνολογική αντίληψη και οι γνώσεις των τεχνικών τηλεπικοινωνιών σχετικά με τα wearables και τις νέες καινοτομίες, καθώς το επίπεδο είναι υψηλό και ανταποκρίνεται στην ταχύτατη εξέλιξη των νέων τεχνολογιών. Επίσης διαπιστώνεται το ενδιαφέρον των τεχνικών για εκπαιδευτικά προγράμματα και σεμινάρια πάνω στις νέες καινοτόμες εφαρμογές που θα εμπλουτίσουν τις δεξιότητες τους και θα ενισχύσουν την εξέλιξη τους. Ενώ χρήσιμες πληροφορίες λάβαμε από την σύγκριση απαντήσεων νέων και παλαιών τεχνικών του πεδίου, τεχνικούς με μεγάλο βαθμό μορφωτικού επιπέδου και άλλους με μικρότερο και τεχνικών μεγάλης ηλικίας με μικρότερης.

Τέλος συμπεραίνουμε ότι η τεχνολογία που «φοριέται» και οι τεχνολογικές εφαρμογές που στηρίζονται σε αυτήν την καινοτομία είναι το μέλλον των τηλεπικοινωνιών τόσο σε λειτουργίες ανάπτυξης (4G,5G WIRELESS) όσο και σε λειτουργίες συντήρησης και βελτιώσεις του τηλεπικοινωνιακού δικτύου (smart watch, Google glasses).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] E. Jovanov, «Wearables Meet IoT: Synergistic Personal Area Networks (SPANs),» *Sensors*, p. 4295, 2019.
- [2] S. Asthana, A. Megahed και R. Strong, «A recommendation system for proactive health monitoring using IoT and wearable technologies,» σε *2017 IEEE International Conference on AI & Mobile Services (AIMS)*, 2017.
- [3] D. Koziol, F. Moya, L. Yu, V. Van Phan και S. Xu, «QoS and service continuity in 3GPP D2D for IoT and wearables,» σε *IEEE Conference on Standards for Communications and Networking (CSCN)*, 233-239, 2017.
- [4] M. Hassan, W. Hu, G. Lan, A. Seneviratne, S. Khalifa και S. Das, «Kinetic-powered health wearables: Challenges and opportunities,» *Computer*, pp. 67-74, 2018.
- [5] A. Martins, M. Pinheiro, A. Ferreira, R. Almeida, F. Matos, J. Oliveira και H. Gamboa, «Heterogeneous integration challenges within wafer level fan-out SiP for wearables and IoT,» σε *2018 IEEE 68th Electronic Components and Technology Conference (ECTC)*, 2018.
- [6] J. Hajny, P. Dzurenda και L. Malina, «Multi-Device Authentication using Wearables and IoT,» *SECURITY*, pp. 483-488, 2016.
- [7] C. Hakima, *The IoT: Connecting Objects*, New York: John Wiley & Sons, 2010.
- [8] J. Byrne, K. O'Sullivan και K. Sullivan, «An IoT and wearable technology hackathon for promoting careers in computer science,» *IEEE Transactions on Education*, pp. 50-58, 2016.
- [9] W. Sun, J. Liu και H. Zhang, «When smart wearables meet intelligent vehicles: Challenges and future directions,» *IEEE wireless communications*, pp. 58-65, 2017.
- [10] H. Yoo, S. Song, N. Cho και H. Kim, «Low energy on-body communication for BSN,» σε *4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN 2007)*, Berlin, 2007.
- [11] G. Zodik, «Wearables, and IoT,» σε *2015 2nd ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems*, 2015.
- [12] J. McCann και D. Bryson, *Smart clothes and wearable technology*, London: Elsevier, 2009.
- [13] N. Land, S. Bhattacharya, P. Georgiev, C. Forlivesi και F. Kawsar, «An early resource

characterization of deep learning on wearables, smartphones and internet-of-things devices,» σε *Proceedings of the 2015 international workshop on IoT towards applications*, 2015.

- [14] J. Wei, «How Wearables Intersect with the Cloud and the IoT: Considerations for the developers of wearables,» *IEEE Consumer Electronics Magazine*, pp. 53-56, 2014.
- [15] A. Ometov, P. Masek, L. Malina, R. Florea, J. Hosek, S. Andreev και Y. Koucheryavy, «Feasibility characterization of cryptographic primitives for constrained (wearable) IoT devices,» σε *2016 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops)*, 2016.
- [16] T. Fernández-Caramés και P. Fraga-Lamas, «Towards the Internet of smart clothing: A review on IoT wearables and garments for creating intelligent connected e-textiles,» *Electronics*, p. 405, 2018.
- [17] J. Liu και W. Sun, «Smart attacks against intelligent wearables in people-centric IoT,» *IEEE Communications Magazine*, pp. 44-49, 2016.
- [18] A. Thierer, *The IoT and wearable technology: Addressing privacy and security concerns without derailing innovation*, New York: Self Published, 2015.
- [19] A. Di Serio, J. Buckley, J. Barton, R. Newberry, M. Rodencial, G. Dunlop και B. O'Flynn, «Potential of sub-GHz wireless for future IoT wearables and design of compact 915 MHz antenna,» *Sensors*, p. 22, 2018.
- [20] J. Anderson και H. Rainie, *The IoT will thrive by 2025*, Internet & American Life Project, 2014.
- [21] W. Stallings, *Data and computer communications*, New Delhi: Pearson Education India, 2007.
- [22] X. Tao, *Smart fibres, fabrics and clothing: fundamentals and applications*, London: Elsevier, 2001.
- [23] S. Mann, «Wearable computing as means for personal empowerment,» σε *Proc. 3rd Int. Conf. on Wearable Computing (ICWC)*, 1998.
- [24] J. Svanberg και J. Evans, «Impact of SenseCam on memory, identity and mood in Korsakoff's syndrome: A single case experimental design study,» *Neuropsychological rehabilitation*, pp. 400-418, 2014.
- [25] S. Amyx, «Privacy dangers of wearables and the IoT,» *Managing Security Issues and the Hidden Dangers of Wearable Technologies. IGI Global*, pp. 131-160, 2017.
- [26] S. Sojuyigbe και K. Daniel, «Wearables/IOT devices: Challenges and solutions to integration

of miniature antennas in close proximity to the human body,» σε *2015 IEEE Symposium on Electromagnetic Compatibility and Signal Integrity*, 2015.

- [27] G. Cho, S. Lee και J. Cho, «Review and reappraisal of smart clothing,» *International Journal of Human-Computer Interaction*, pp. 582-617, 2009.
- [28] D. Metcalf, S. Milliard, M. Gomez και M. Schwartz, «Wearables and the IoT for health: Wearable, interconnected devices promise more efficient and comprehensive health care,» *IEEE pulse*, pp. 35-39, 2016.
- [29] P. Hall και Y. Hao, *Antennas and propagation for body-centric wireless communications*, New York: Artech house, 2012.
- [30] T. Zimmerman, «Personal area networks: near-field intrabody communication,» *IBM systems Journal*, pp. 609-617, 1996.