

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«Αισθητήρες και εφαρμογές διαδικτύου των αντικειμένων (IoT) στην ηλεκτρονική υγεία (e-Health)»



Νικόλαος Μουζακίτης

AM:1286

Επιβλέπων καθηγητής

Γιαννακέας Νικόλαος

Άρτα, Ιούνιος 2023

Sensors and Internet of things applications in e-Health

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αρτα, Ιούλιος 2023

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Νικόλαος Γιαννακέας,

Επίκουρος Καθηγητής

2. Μέλος επιτροπής

Τζάλλας Αλέξανδρος,

Επίκουρος Καθηγητής

3. Μέλος επιτροπής

Δημόπουλος Δημήτριος,

Πανεπιστημιακός Υπότροφος

Ο Προϊστάμενος του Τμήματος

Ευριπίδης Γλαβάς,

Καθηγητής, Α' Βαθμίδας

Υπογραφή

© Μουζακίτης Νικόλαος, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Μουζακίτης Νικόλαος

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για τη δημιουργία της παρούσας πτυχιακής εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη και την υποχρέωση να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κύριο Γιαννακέα Νικόλαο για την άριστη συνεργασία. Με τη βοήθεια του και την σωστή καθοδήγηση μπόρεσα και ολοκλήρωσα τη συγκεκριμένη εργασία.

Πίνακας Περιεχομένων

Δήλωση μη λογοκλοπής	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
Περίληψη	11
Abstract.....	12
Εισαγωγή.....	13
1. Internet of Things, διαδικτυακοί αισθητήρες, τεχνητή νοημοσύνη.....	15
1.1 Internet of Things (IoT)	15
1.2 Προκλήσεις του IoT.....	17
1.2.1 Δρομολόγηση.....	18
1.2.2 Διαλειτουργικότητα	18
1.2.3 Ποιότητα Υπηρεσίας (QoS)	19
1.3 Τομείς έρευνας στο διαδίκτυο των πραγμάτων.....	20
1.3.1 Αντιμετώπιση σχημάτων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας:	20
1.3.2 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN):.....	21
1.4 Υπηρεσίες IoT.....	22
1.4.1 Η αίσθηση ως υπηρεσία	22
1.4.2 Ανίχνευση και ενεργοποίηση ως υπηρεσία (SAaaS)	23
1.4.3 Βιντεοπαρακολούθηση υπηρεσίας (VSaaS)	23
1.4.4 Συμβάν αισθητήρα ως υπηρεσία (SEaaS).....	23
1.4.5 Ο αισθητήρας ως υπηρεσία (Senaas).....	23
1.5 Εφαρμογές	24
1.5.1 Έξυπνη Διαχείριση Απορριμμάτων	24
1.5.2 Έξυπνη γεωργία	25
1.5.3 Έξυπνο Σπίτι	25

1.5.4 Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων	26
1.5.5 Πρόγνωση Καιρού.....	26
1.5.6 Φροντίδα Υγείας	26
1.5.7 Έξυπνο πλέγμα.....	27
2. Τηλεϊατρική.....	28
2.1 Περιγραφή της ιδέας IoT in Healthcare.....	28
2.2 Ιατρικές Προοπτικές.....	29
3. Αισθητήρες κνησιολογίας και οι εφαρμογές τους	33
3.1 Γενικό Πλαίσιο Κνησιολογίας	33
3.2 Τρόποι ανίχνευσης.....	35
3.2.1 Αισθητήρες αφής.....	35
3.2.2 Ρυθμιστικό κατεύθυνσης.....	36
3.2.3 Αισθητήρας χειρονομίας	37
3.2.4 Stretch and Pressure Sensing.....	38
3.3 Ευκαιρίες και Περιορισμοί.....	39
4 Αισθητήρες ύπνου, Αισθητήρες για ζάχαρο, γλυκόζη, θερμόμετρα και κορεσμό αίματος.....	41
4.1 Επισκόπηση των Διαφορετικών Τρόπων Ανίχνευσης για Σταδιοποίηση ύπνου	41
4.1.1 Ηλεκτροκεφαλογράφημα	41
4.1.2 Ηλεκτροφθαλμογράφημα	42
4.1.3 Ηλεκτρομυογράφημα	42
4.1.4 Ηλεκτροκαρδιογράφημα	42
4.1.5 Φωτοπληθυσμογράφημα.....	43
4.1.6 Επιταχυνσιόμετρο	43
4.1.7 Πληθυσμογραφία Αναπνευστικής Επαγωγής	43
4.1.8 Αισθητήρες πίεσης.....	44
4.1.9 Αισθητήρες ραντάρ.....	44

4.1.10 Ήχος.....	44
4.1.11 Ρινική ροή αέρα.....	44
4.1.12 Αισθητήρες σόναρ.....	45
4.1.13 Ηλεκτροδερμικοί αισθητήρες δραστηριότητας.....	45
4.2 Αισθητήρες γλυκόζης.....	45
4.2.1 Αισθητήρες ζαχάρου.....	45
4.2.2 Ηλεκτροχημικοί αισθητήρες γλυκόζης.....	46
4.3 Αισθητήρες για κορεσμό αίματος.....	48
5. Συμπεράσματα.....	51
Βιβλιογραφία.....	56

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 : Αρχιτεκτονική του Internet of Things	15
Εικόνα 2 : Διαστάσεις του IoT (εμπνευσμένο από το ITU-T 2012)	16
Εικόνα 3 : Προκλήσεις του Internet of Things	20
Εικόνα 4 : Η αίσθηση ως μοντέλο υπηρεσίας (Perera et al., 2014)	22
Εικόνα 5 : Η ταινία κινησιολογίας μπορεί να γίνει πιεζοαντιστική μέσω πολυμερισμού και τοποθετείται στο σώμα για να αισθάνεται κίνηση (a) ή πίεση (b). Χρησιμοποιώντας έναν απλό αγώγιμο δακτύλιο το δάκτυλο που αλληλοεπιδρά (c) επιτρέπει τη δημιουργία αισθητήρων για ανίχνευση αγγίγματος (d), γραμμικές θέσεις (e) και χειρονομίες (f).	34
Εικόνα 6: Η συγκεκριμένη ονομάζεται ταινία κινησιολογίας και επιτρέπει μια μεγάλη ποικιλία τοποθετήσεων στο δέρμα και σε διάφορα μέρη, συμπεριλαμβανομένων περιοχών με ανομοιόμορφη καμπυλότητα, όπως γύρω από το λαιμό (a) ή τα οστά (b). Ο συνδυασμός μη αντιστατικής (μπλε) και προεπεξεργασμένης (πιεζοανθεκτικής, μαύρης) κινησιολογίας. Η ταινία επιτρέπει τη χρήση ραβδώσεων και πτυχών (c), χωρισμάτων (d) και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (e).	38
Εικόνα 7 : Ηλεκτρικές αρχές που χρησιμοποιούνται για την αίσθηση αφής (a), τη γραμμική αίσθηση θέσης (b) και την αίσθηση χειρονομίας (c).	39
Εικόνα 8 : Κυκλώματα διαιρέτη τάσης για κάμψη (a) και πίεση (b) εξεύρεση της φόρας.	40
Εικόνα 9 : Οπτική ρύθμιση (Schnapp and Cohen, 1990)	49
Εικόνα 10 : Τυπικό σήμα πληθυσμογράφου (Schnapp and Cohen, 1990).	50
Εικόνα 11 : Το δίκτυο των συσκευών RADIO	53

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, αναδείχθηκε το διαδίκτυο των πραγμάτων ως μια άλλη καινοτομία, η οποία χρησιμοποιείται για να επικοινωνούν προηγμένα απομακρυσμένα συστήματα μέσω οργανισμών μετάδοσης, ενώ μπορεί να χαρακτηριστεί και ως ένας διαλειτουργικός και σοφός κόμβος ο οποίος είναι διασυνδεδεμένος σε ένα μοναδικό παγκόσμιο οργανισμό. Επιπρόσθετα, έχει τη δυνατότητα πραγματοποίησης της ιδέας της διαθεσιμότητας από οπουδήποτε, οποτεδήποτε και σε οτιδήποτε. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η ψηφιοποίηση στην ιατρική άνοιξε νέους οδούς πρόσβασης στην υγεία. Δοκιμές σημείου φροντίδας (POCT), wearables και εμφυτεύματα, απέδειξαν ότι δεν θεωρείται πλέον απολύτως απαραίτητη η επίσκεψη στο ιατρείο ή στο νοσοκομείο για να λυθούν προβλήματα υγείας. Μια εργαλειοθήκη η οποία δεν είναι τίποτε άλλο από το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), αποτελείται από διάφορες συσκευές και οφείλει να είναι διαθέσιμη, έτσι ώστε να γίνει ότι είναι απαραίτητο πέρα και πάνω από τη λειτουργία της, είτε ως ασθενής είτε ως επιστήμονας είτε ως γιατρός. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των εφαρμογών και αισθητήρων του διαδικτύου των αντικειμένων και πώς μπορεί να γίνει αυτό στην ηλεκτρονική υγεία (e-health). Αναφέρονται διάφοροι τομείς χρήσης του διαδικτύου των πραγμάτων ειδικά πάνω στους αισθητήρες αυτούς.

Λέξεις κλειδιά: Αισθητήρες, Δίκτυα Αισθητήρων, Διαδίκτυο των αντικειμένων (IoT), ηλεκτρονική Υγεία (e-Health)

Abstract

In recent years, the internet of things has emerged as another innovation that is used to communicate advanced remotely through broadcast organizations and can also be characterized as an interoperable and wise hub that is interconnected into a single global organization. Additionally, it has the potential to realize the concept of availability from anywhere anytime to anything. In the field of health care digitalization in medicine has opened new avenues of access to health. Point-of-care testing (POCT), wearables and implants, proved that it is no longer considered absolutely necessary to visit the doctor's office or the hospital to solve health problems. A toolbox which is nothing but the internet of things (IoT), consists of various devices that must be available to do what is necessary above and beyond its function, whether as a patient, a scientist or a doctor. The purpose of this study is to investigate the applications and sensors of the internet of things and how this can be done in electronic health (e-health). Various areas of use of the internet of things specifically on these sensors are mentioned.

Keywords: Sensors, Sensor Networks, Internet of Things (IoT), e-Health

Εισαγωγή

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται ως η εποχή των έξυπνων τεχνολογιών, η οποία αναφέρεται σε μια διάχυτη επεξεργασία web 0.3. Η ανάπτυξη του διαδικτύου των πραγμάτων έγινε με έμφαση μιας πιο ευημερούσας περιοχής για αναπτυχθεί καινοτομία του είδους αυτού. Δεν θεωρείται η κύρια καινοτομία στον τομέα αυτό, αλλά μια καινοτομία κατανεμημένων υπολογιστών χρησιμοποιήθηκε, έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει πιο κατανοητός ο κόσμος της διάχυτης καταχώρισης. Όπως αποδεικνύεται, το όραμα του διαδικτύου των πραγμάτων ήταν η εξουσιοδότηση συγκεκριμένων gadget στη διάδοση των δεδομένων, τους αναφορικά με άρθρα του φυσικού κόσμου μέσα από τον ιστό. Οι μετατοπίσεις του IoT εξαρτώνται από το ποιος μιλά επίσης, ωστόσο χαρακτηρίζεται ως ένα ισχυρό παγκόσμιο ίδρυμα οργανισμού το οποίο έχει διαλειτουργική αλληλογραφία και αυτορρύθμιση.

Η έννοια του στην πραγματικότητα είναι διαφορετικά ανάλογα με το ποιος το βλέπει, όσο επίσημο και αν είναι και μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας ισχυρός παγκόσμιος οργανισμός ο οποίος παρουσιάζει ως πλαίσιο διαλειτουργική επικοινωνία και αυτοσχεδιασμό. Δηλώνει επίσης την ικανότητα να μπορούν να φτιαχτούν τα πάντα γύρω μας, ξεκινώντας για παράδειγμα από τα αυτοκίνητα, τα κινητά τηλέφωνα και τις μηχανές, ακόμη και για δρόμους και πόλεις, ενώ απαιτείται η σύνδεση με το διαδίκτυο με σοφή συμπεριφορά και λαμβάνοντας υπόψη την προστασία και του είδους της αυτάρκειας. Μπορεί να ανακοινωθεί μια τυπική σκέψη του διαδικτύου των πραγμάτων το οποίο προωθεί την αντιστοιχία ανάμεσα σε οτιδήποτε και οποτεδήποτε μέσα από τη ρύθμιση προσεγμένων εφαρμογών, όπως είναι διάφορες ανάγκες καθιστώντας έτσι το IoT εξαρτημένο από το RFID και τα δίκτυα αισθητήρων προχωρώντας στις εκτελέσεις (Atzori et al., n.d.).

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας διαμορφώνεται ως εξής :

Κεφάλαιο 1^ο, στο οποίο παρουσιάζεται το διαδίκτυο των πραγμάτων με έμφαση στους αισθητήρες που μιλάνε με το διαδίκτυο και ένα υποκεφάλαιο που παρουσιάζεται εν τάχει η τεχνητή νοημοσύνη.

Κεφάλαιο 2^ο, στο οποίο παρουσιάζεται η τηλεϊατρική.

Κεφάλαιο 3^ο, στο οποίο παρουσιάζονται οι αισθητήρες κινησιολογίας και οι εφαρμογές τους.

Κεφάλαιο 4^ο, στο οποίο παρουσιάζονται οι αισθητήρες για μελέτη ύπνου (polysomnography) αισθητήρες για ζάχαρο, γλυκόζη, θερμομέτρα και κορεσμό αίματος.

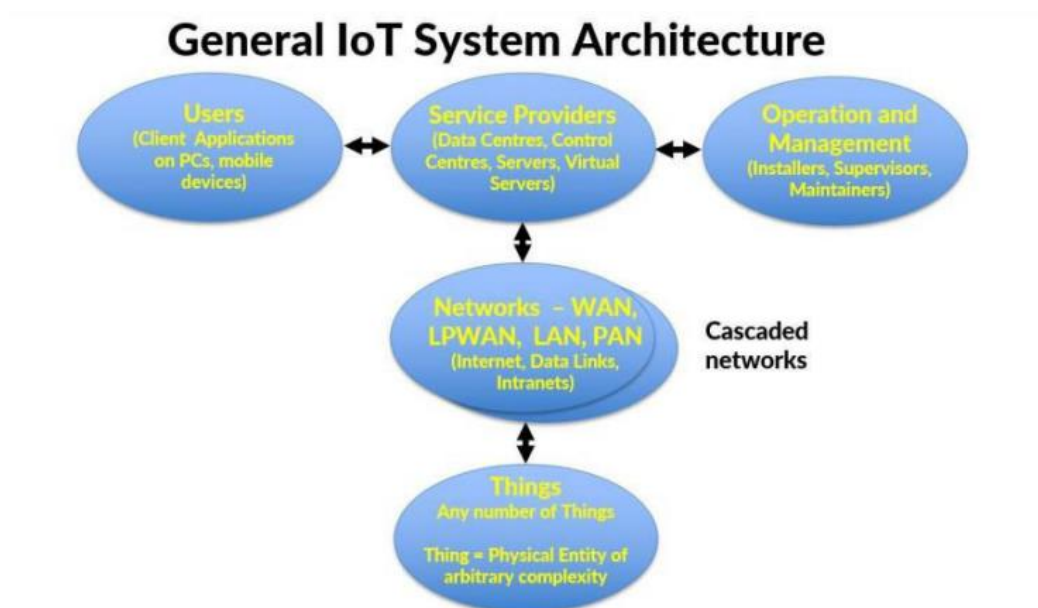
Κεφάλαιο 5^ο, στο οποίο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την εργασία αυτή.

Κεφάλαιο 1^ο

1. Internet of Things, διαδικτυακοί αισθητήρες, τεχνητή νοημοσύνη

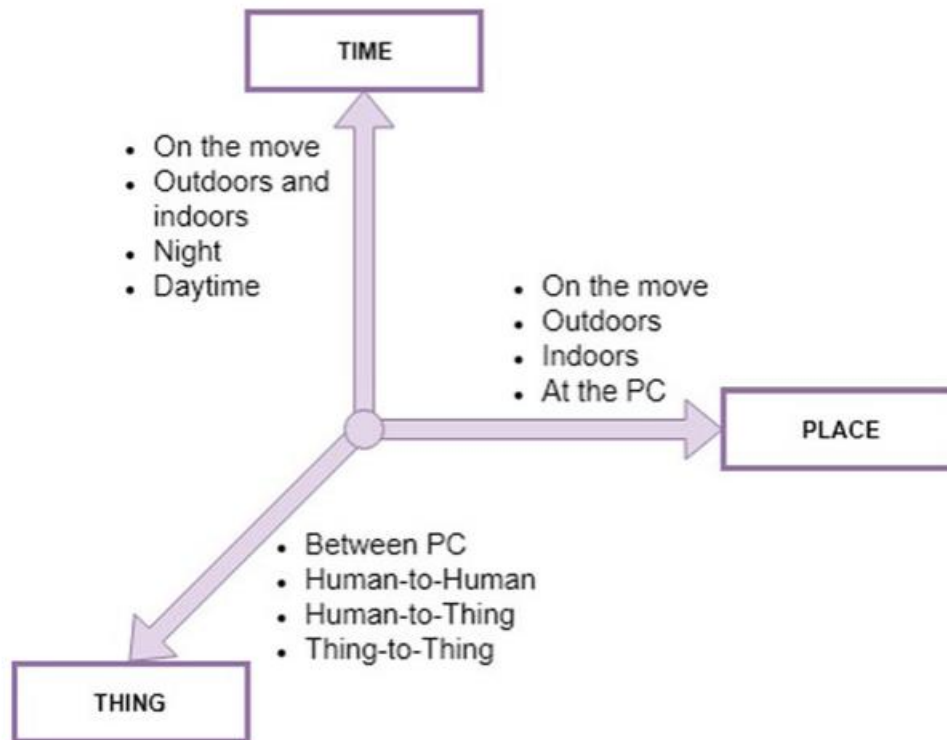
1.1 Internet of Things (IoT)

Περιγράφεται ως ένα ανεξάρτητο δίκτυο στο οποίο ενσωματώνονται κάποια σημαντικά στοιχεία, όπως για παράδειγμα η αυτοβελτίωση, η αυτομεταμόρφωση, η αυτασφάλεια και ο αυτοσχεδιασμός. Περιέχονται έξυπνες εφαρμογές, οι οποίες παρουσιάζουν σοφή συμπεριφορά μέσα από το διαδίκτυο, ως επί το πλείστον με την έξυπνη συμπεριφορά να θεωρείται μεν έξυπνη συμπεριφορά ελέγχου, και με τις και με τις μετρήσεις αυτές να μπορούν να χαρακτηρίσουν κάποιες στρατηγικές πληροφόρησης του εμπορίου μέσα από τα στοιχεία οργάνωσης, την προετοιμασία των πληροφοριών, όπως επίσης και εφαρμογές οι οποίες ταυτίζονται με το διαδίκτυο των πραγμάτων. Στην Εικόνα 1 αναφέρεται η πλήρης αρχιτεκτονική του διαδικτύου των πραγμάτων



Εικόνα 1 : Αρχιτεκτονική του Internet of Things

Η σύγκλιση ανάμεσα στις μετρήσεις αυτές δημιουργεί ακόμη έναν χώρο, ο οποίος ονομάζεται θεμέλιο του IoT, και μπορεί να βοηθήσει τα πλαίσια στο να εξυπηρετήσουν ασυνήθιστα πράγματα που μπορεί να παρέχουν διαφορετικούς τύπους βοήθειας, όπως είναι για παράδειγμα η προστασία των δεδομένων και η αναγνώριση της τοποθεσίας. Φαίνεται να ολοκληρώνεται η συσχέτιση ανάμεσα στον κοινωνικό κόσμο, τον κυβερνοχώρο και τον πραγματικό κόσμο με τη μελλοντική αρχιτεκτονική του IoT (Ankit and Soni, 2018). Τα διάχυτα και ενοποιημένα IoT θεωρούνται ότι είναι ένα εναλλακτικό είδος αρχιτεκτονικής IoT, η χρήση της οποίας γίνεται για την ενσωμάτωση του φυσικού κόσμου με τον κόσμο του κυβερνοχώρου. Το U2IoTs αποτελούν πολλά ετερογενή πλαίσια, στα οποία συμπεριλαμβάνεται μια μονάδα IoT, όπου πρέπει να ακολουθήσει ο ανθρώπινος νευρωνικός οργανισμός δίνοντας απαντήσεις για λιτές εφαρμογές. Στο U2IoTs ενσωματώνεται το μηχανικό IoT και το παγκόσμιο IoT, τα οποία συνδυάζουν πολυάριθμες μονάδες IoT, ευστοχώντας σε καθολικές επισημάνσεις κάτι το οποίο το κάνει να μοιάζει με ένα σύστημα κοινωνικής συσχέτισης.



Εικόνα 2 : Διαστάσεις του IoT (εμπνευσμένο από το ITU-T 2012)

1.2 Προκλήσεις του IoT

Εδώ εξετάζεται η πλειοψηφία των διάσημων δυσκολιών ή των γενικών δυσκολιών που περιέχονται στο περιβάλλον του διαδικτύου των πραγμάτων. Εμφανίζονται επιπλέον κάποιες επικεφαλίδες εξερεύνησης σε εξέλιξη για κάθε θέμα. Όσον αφορά το θέμα της δικτύωσης στο ζήτημα αυτό, παρουσιάζεται μια απίστευτη σημασία στο διαδίκτυο, υπό το πρίσμα ότι υπάρχει ενσωμάτωση ενός μέρους των σημαντικών μεταβλητών που χρησιμοποιούνται για να επιβλεφθούν τα δίκτυα. Κυρίως οι συμβάσεις και η κυκλοφορία, οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά που μπορεί να περιέχει ένα σύστημα, επικεντρώνονται στο να διαχειριστούν δυσκολίες δικτύωσης μέσω δικτύων Ad-Hoc για κινητά. Οι δημιουργοί αυτού χρησιμοποίησαν κινητά ad hoc δίκτυα (MANET), τα οποία παρουσιάζουν διασύνδεση με σταθερά δίκτυα από διάφορες διόδους (Ankit and Soni, 2018). Στο IoT, δεν μπορεί να υπάρξει πρόβλεψη, όπου έχει μετακινηθεί ένα στοιχείο, μπορεί ένα άρθρο να αναμένεται να σταλεί από ένα σύστημα σε ένα άλλο. Ένα από τα πιο σοβαρά ζητήματα θεωρείται η αλλαγή ισχυρών εισόδων και το πρόβλημα του προσδιορισμού της περιοχής των πραγμάτων.

Η ετερογένεια, αποτελεί το περιβάλλον του διαδικτύου των πραγμάτων, το οποίο θεωρείται πιο δημοφιλής οδηγός, έτσι ώστε να μπορεί κανείς να μιλήσει για το ζήτημα της ετερογένειας, καθώς εμπεριέχονται πολλά και διάφορα gadget στην τάση τους. Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους του διαδικτύου των πραγμάτων, είναι η δημιουργία μιας τυπικής μεθόδου για να μπορέσει να υπάρχει ανταπόκριση στην ετερογένεια αυτών των gadget, στο να επιτευχθεί η ιδανική κατάχρηση της χρησιμότητάς τους (Sudip et al., 2012). Μέσα στο πνεύμα αυτό, υπάρχει η συνεχής επιδίωξη από τους αναλυτές εντοπισμού μιας βιώσιμης τεχνικής για να διαχειριστούν τα γκάτζετ αυτά, χωρίς να προσέχουν κάποιες φυσικές ρυθμίσεις με ένα μέρος των θεμάτων του διαδικτύου των πραγμάτων, όπως είναι για παράδειγμα, η παραγωγή μιας εφαρμογής, η οποία μπορεί να επιτρέψει στα άτομα να διασυνδέουν τις διοικήσεις μέσα από το διαδίκτυο, η διασύνδεση και η ετερογένεια κάτι που κάνει τις ρυθμίσεις αυτές να γίνονται ομιλία για να δημιουργηθεί μια ειδική γλώσσα τομέα (DSL), ενός σταδίου IoT και ενός ρεαλιστικού επόπτη Midgar Software (Vishal and Soni, 2012).

Παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια αύξηση πολλών προγραμμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για να φροντιστεί το ζήτημα των ετερογενών αντικειμένων μέσα από το διαδίκτυο, όπως είναι

για παράδειγμα το Skype, WhatsApp, κ.λπ., που θεωρείται ως ένας απλός οδηγός για να μπορέσει να αντιμετωπισθεί το ζήτημα αυτό. Αξιολογήθηκε το λογισμικό Midgar για την αντιμετώπιση των ετερογενών οξυδερκών πραγμάτων μέσα από το περιβάλλον του IoT, καθώς και το λογισμικό του DSL, το οποίο είναι προορισμένο για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο στο οποίο παράγεται ένας τομέας, για να εξουσιοδοτηθεί η αποτελεσματική συνεργασία ανάμεσα στα πράγματα και σε κάθε περίπτωση η κλήση τους. Η χρήση του λογισμικού Midgar γίνεται προς το παρόν για να συντηρηθεί μια στρατηγική απόσταση από την πολυπλοκότητα των παραδοσιακών στρατηγικών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να αντιμετωπιστεί το ζήτημα αυτό (Cecchinel et al., 2014). Το δίκτυο αργότερα δεν θα περιορίζεται μόνο σε ηλεκτρονικά γκάτζετ, αλλά θα ενσωματώνει ωστόσο, κάποια άτομα τα οποία θα μπορούν να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα. Συνεπώς, μπορεί να θεωρηθεί το λογισμικό Midgar ως μια αρχική φάση στο σημείο αυτό.

1.2.1 Δρομολόγηση

Το μέτρο της δρομολόγησης, συνεπάγεται να επιλεγθεί ο καλύτερος τρόπος ανάμεσα στο στόχο και την πηγή, έτσι ώστε να ολοκληρωθεί ο κύκλος αλληλογραφίας αποτελεσματικά. Για να αποφασιστεί ο καλύτερος τρόπος ανάλογα με τον τρόπο σύμβασης της αλληλογραφίας, όπως για παράδειγμα, η μετάδοση και τα έξοδα των δεδομένων και οι διάφορες αναπηδήσεις, υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις (Ankit and Soni, 2018). Μπορεί να είναι απλά χαρακτηρισμοί των συμβάσεων δρομολόγησης σε δύο κύριες ταξινομήσεις αντιδραστικών πρωτοκόλλων, όπου ο τρόπος διαμορφώνεται αφού γίνει η ζήτηση της μετάδοσης ή προληπτικών πρωτοκόλλων, όπου μπορεί να ξεκινήσει υποβάλλοντας το αίτημα, ενώ μετά ακολουθεί η πρόταξη του πρωτοκόλλου με την ονομασία δρομολόγηση με ανάρτηση σφαλμάτων πρωτοκόλλου για το διαδίκτυο των πραγμάτων. Το πρωτόκολλο αυτό, προγραμματίστηκε με την ιδέα πολλαπλών επιπέδων και της χρήσης της αυτοματοποίησης εκμάθησης (LA). Η LA διαχειρίζεται τα θέματα εξορθολογισμού, έτσι ώστε να επιλεγούν οι ιδανικές ρυθμίσεις ενώ η ανάγκη για cross-layer μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια για τα πράγματα του διαδικτύου των πραγμάτων.

1.2.2 Διαλειτουργικότητα

Ο χαρακτηρισμός της ιδέας της διαλειτουργικότητας μπορεί να θεωρηθεί ως η ικανότητα της δημιουργίας γκάτζετ ή πλαισίων, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν κάποιον άλλον με τρόπο

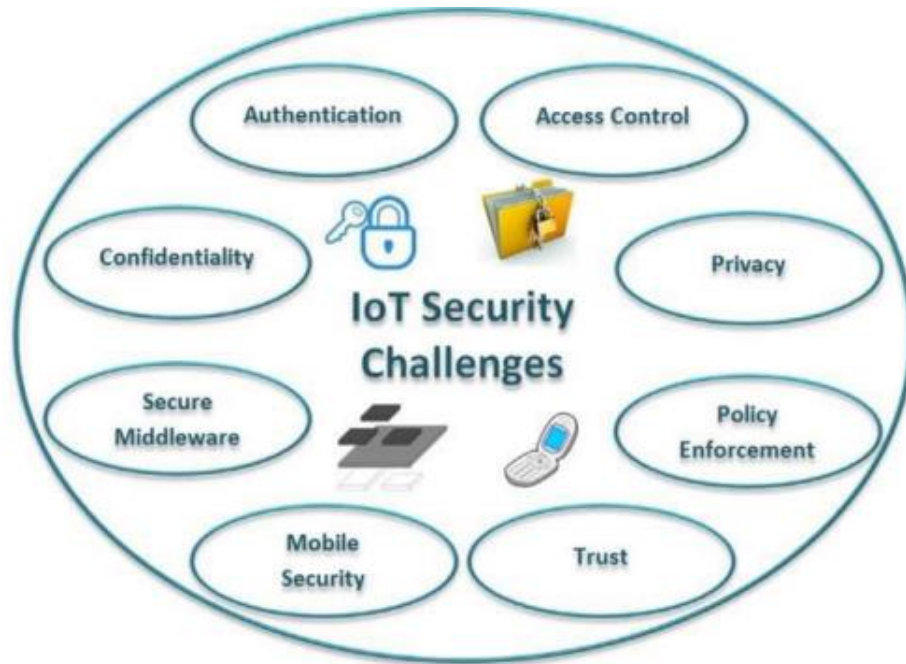
επιδέξιο. Υπήρξε προσπάθεια χρησιμοποίησης της αρχιτεκτονικής της διαλειτουργικότητας σημασιολογικού επιπέδου, έτσι ώστε να υπάρξει αναπόφευκτη εγγραφή, ενώ η αρχιτεκτονική του διαδικτύου των πραγμάτων εξαρτάται κυρίως από τις ρυθμίσεις ανταλλαγής σημασιολογικών δεδομένων τα οποία ονομάζονται understand M3 (Lin et al., 2013). Χρησιμοποιείται ένα Semantic Information Broker SIB για να μπορέσουν να δοθούν τεχνικές εκτελέσεις, έτσι ώστε να μεταδίδουν σημασιολογικά δεδομένα μεταξύ τους, δίνοντας παρατηρήσεις και ανανεώνοντας προοδευτικά το φυσικό κόσμο. Πρωταρχικά, υπάρχει η αντίληψη της αρχιτεκτονικής, ενώ ακολουθεί η εκτέλεση αφού αξιοποιηθεί η εξειδικευμένη συνεργασία. Η κλιμάκωση των δραστηριοτήτων γίνεται πολύ καλά, ενώ ενδυναμώνεται ομοίως η σταδιακή σύνδεση με το φυσικό κόσμο.

1.2.3 Ποιότητα Υπηρεσίας (QoS)

Το QoS κατά προτίμηση, χαρακτηρίζεται ως 1 m του χρόνου του οποίου λαμβάνεται, έτσι ώστε να μεταδοθεί από τον αποστολέα το μήνυμα, και ο δέκτης στην περίπτωση που ο χρόνος αυτός θεωρείται ισοδύναμος αν όχι ακριβώς προκαθορισμένος προαπαιτούμενος χρόνος, τότε θεωρείται και τέλεια η ποιότητα υπηρεσίας. Η ιδέα του QoS ITU επαναχαρακτηρίστηκε ως ένα επίπεδο συμμόρφωσης της μεταφοράς της διαχείρισης από τον προμηθευτή στον πελάτη με αμοιβαία κατανόηση. Για να μπορέσει να επιβεβαιωθεί η ποιότητα υπηρεσίας, θα πρέπει να προσαρμόζεται στα μοντέλα υποστήριξης, έτσι ώστε να υπολογιστεί ποιο επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών χρειάζεται για κάθε διαχείριση του διαδικτύου. Επιπρόσθετα, υπάρχει περίπτωση οι υπηρεσίες διαδικτύου να είναι τακτοποιημένες από μοντέλα διαχείρισης διαδικτύου, τα οποία θεωρήθηκαν μια βελτίωση για να δοθούν τα παρακάτω :

Αρχικά, η δυνατότητα να παραγγελθούν εφαρμογές διαδικτύου κατά ανάγκη, καθώς επίσης και η απόφαση για τα αιτήματα QoS, τα οποία θεωρούνται σημαντικά για να ολοκληρωθεί η επιθυμία του πελάτη.

Κάποιες από τις υπόλοιπες προκλήσεις τις οποίες αντιμετωπίζει το διαδίκτυο των πραγμάτων, παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3 : Προκλήσεις του Internet of Things

1.3 Τομείς έρευνας στο διαδίκτυο των πραγμάτων

Το IoT συντίθεται από μια μεγάλη ομάδα από διαφορετικά στοιχεία, που θεωρούνται ως επέκταση για τις συνολικές δυσκολίες του διαδικτύου των πραγμάτων ή μπορούν πολύ καλά να χαρακτηριστούν ως ενδιαφέρουσες δυσκολίες. Το τμήμα αυτό προσπαθεί λίγο πολύ να διευκρινίσει τα συστατικά αυτά.

1.3.1 Αντιμετώπιση σχημάτων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας:

Στο διαδίκτυο περιέχονται αρκετά αντικείμενα, τα οποία μπορούν να περιμένουν να αποφασίσουν την περιοχή τους ολοκληρώνοντας τον κύκλο αλληλογραφίας παραγωγικά και θεωρούνται ως θεμελιώδης στόχος της τάσης για μέτρηση. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP). Για να μπορέσει να γίνει διάκριση αντικειμένων μέσα από το διαδίκτυο, υπάρχουν δύο παραδόσεις πρωτοκόλλου διαδικτύου και συγκεκριμένα :

1. Το IPv4, στο οποίο χρησιμοποιούνται 32-ψήφιες διευθύνσεις για να αναγνωριστούν οι κάτοχοι και τα αντικείμενα μέσα από το διαδίκτυο, καθώς ο κύκλος αυτός θεωρείται περιορισμένος (Pothuganti, 2013).
2. Το IPv6 θεωρείται μια από τις πιο πρόσφατες προσαρμογές πρωτοκόλλων διαδικτύου, το οποίο χρησιμοποιεί διευθύνσεις 128-bit. Το πρωτόκολλο αυτό καλύπτει μια τεράστια περιοχή πολύ περισσότερο από το IPv4. Η καινοτομία RFID θεωρείται μια προσέγγιση για να διακριθούν πράγματα στο διαδίκτυο των πραγμάτων και στο WSN. Δημιουργείται από μια απλή ταυτότητα όπου αναγνωρίζονται τα φωτεινά αντικείμενα. Με όμοιο τρόπο, το IPv6 μέσα από τη δέσμη IETF και το απομακρυσμένο προσωπικού δικτύου της περιοχής χαμηλής κατανάλωσης (6LoWPAN), μπορεί να κάνει βιώσιμο γκάτζετ χαμηλού ορίου το IPv6.

1.3.2 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN):

Το WSN αποτελεί ένα σημαντικό μέρος του διαδικτύου των πραγμάτων, ενώ θεωρείται κεντρικό ώστε να κατασκευαστεί ένα μπλοκ IoT. Αποτελείται από μια συλλογή από λεπτομέρειες πληροφοριών αισθητήρων, οι οποίες μοιράζονται ανάμεσα στους κόμβους αισθητήρων με βάση την αλληλογραφία, για να μπορέσουν να παρατηρηθούν κάποιες συνθήκες ή περιπτώσεις αντικειμένων, όπως για παράδειγμα ή πίεση, ο ήχος, η θερμοκρασία και ούτω καθεξής στους διανομής των αισθητήρων, οι οποίοι λειτουργούν αυτοδιοικητικά, ενώ έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης μεταξύ τους χωρίς να υπάρχει κάποιος διακανονισμός. Η ιδέα της ιδιοποίησης ανάμεσα στους κόμβους αισθητήρων και κάθε δίκτυο αισθητήρα στο οποίο ενσωματώνεται κάποια από τα στοιχεία αυτά, όπως είναι για παράδειγμα το ραδιοφωνικό ακουστικό, το οποίο περιέχει συσκευή λήψης προς τα μεγάλα μέσα ή τη σύνδεση με μια εξωτερική κεραία λήψης, μια πηγή ενέργειας, το ηλεκτρονικό κύκλωμα για διασύνδεση με τους αισθητήρες και μικροελεγκτές που υποστηρίζονται από εξέχοντα WSN.

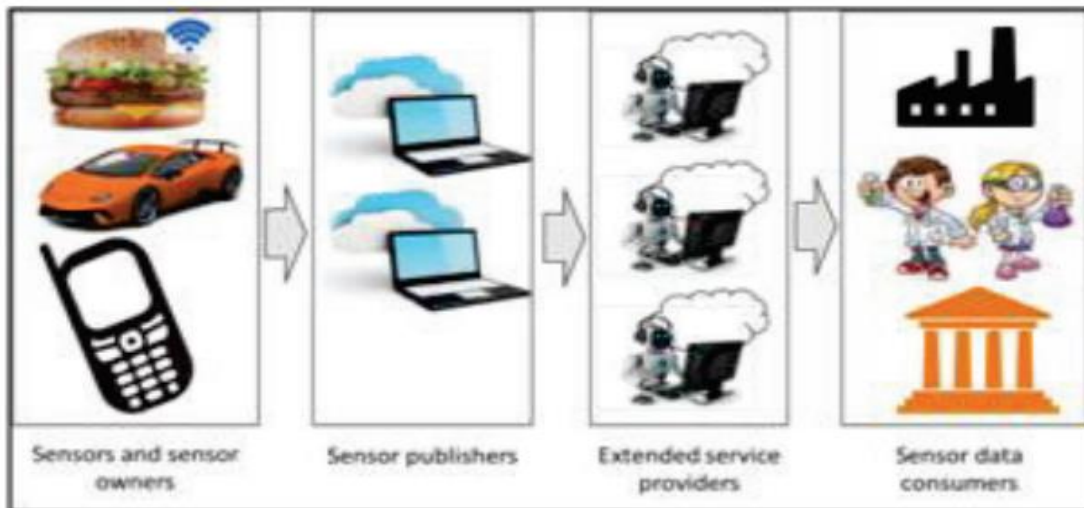
- Στον εξοπλισμό WSN περιέχονται δυνάμεις, μονάδες ακουστικού, μονάδες χειρισμού και διεπαφή αισθητήρα.
- Στην επικοινωνία WSN στοιβάζονται οι κόμβοι οι οποίοι μεταφέρονται με έναν ειδικά καθορισμένο τρόπο για τις περισσότερες εφαρμογές.

- Το ενδιάμεσο λογισμικό WSN, αποτελεί ένα σύστημα ένταξης στο ψηφιακό πλαίσιο με μια αρχιτεκτονική η οποία είναι προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (SOA). Το SOA αποτελεί και ένα στυλ μηχανικής στο οποίο ενισχύεται η δομή των χρήσεων με τη χρησιμοποίηση περίπου διαλειτουργικών και συζευγμένων υπηρεσιών.

1.4 Υπηρεσίες IoT

1.4.1 Η αίσθηση ως υπηρεσία

Με αυτή την υπηρεσία, μπορεί να υπάρξει πάντα πρόσβαση στα δεδομένα των αισθητήρων (Rao et al., 2012). Το μοντέλο SaaS αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, τον εκτεταμένο πάροχο υπηρεσιών, τον εκδότη αισθητήρα, ιδιοκτήτη αισθητήρα τον χρήστη δεδομένων αισθητήρα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4 : Η αίσθηση ως μοντέλο υπηρεσίας (Perera et al., 2014)

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους, οι διάφοροι αισθητήρες καταγράφουν δεδομένα και στη συνέχεια αφού πάρουν άδεια οι εκδότες των αισθητήρων από τον ιδιοκτήτη του αισθητήρα, δημοσιεύουν τα δεδομένα που βρήκαν. Όταν απαιτούνται κάποια δεδομένα από το χρήστη δεδομένων αισθητήρα, τα οποία προέρχονται από διαφορετικούς αισθητήρες, για να μπορέσουν

να ληφθούν τα δεδομένα αυτά, καθώς και η παροχή τους στην κατανάλωση των δεδομένων, απαιτείται η εκτεταμένη επαφή παροχής υπηρεσιών (Perera et al., 2014).

1.4.2 Ανίχνευση και ενεργοποίηση ως υπηρεσία (SAaaS)

Στην υπηρεσία αυτή, παρέχεται η λογική αυτόματου ελέγχου, ο οποίος υλοποιείται στο cloud (Botta et al., 2016). Από το νέφος ανίχνευσης, παρέχονται οι αισθητήρες και οι εικονικοί ενεργοποιητές, η χρήση των οποίων γίνεται για να χειριστούν οι πραγματικοί πόροι. Με τη χρήση του SaaS, υπάρχει απόλυτος έλεγχος από το χρήστη, ο οποίος διαθέτει εικονικούς αισθητήρες και ενεργοποιητές μέσα από την υπηρεσία API (Distefano et al., 2012).

1.4.3 Βιντεοπαρακολούθηση υπηρεσίας (VSaaS)

Με αυτή την μεθοδο παρέχεται πρόσβαση σε ορισμένα εγγεγραμμένα βίντεο τα οποία βρίσκονται στο cloud. Το VSaaS μπορεί να θεωρηθεί ως μια έξυπνη δραστηριότητα παρακολούθησης για τις σχετικές εφαρμογές και την ασφάλεια. Εξαιτίας της ικανότητας επεξεργασίας του νέφους, και της ικανότητας αποθήκευσης, η ανάλυση των περίπλοκων βίντεο γίνεται αρκετά εύκολα. Στην υπηρεσία αυτή από τη λήψη βίντεο, τη διαχείριση πληροφοριών και την αποθήκευσή τους από την κάμερα, μέχρι να γίνει η παράδοση μέσω διαδικτύου, μπορεί να γίνει με τη χρήση εξισορρόπησης φορτίου και ανοχής σφαλμάτων (Bergstrom-Lehtovirta et al., 2017).

1.4.4 Συμβάν αισθητήρα ως υπηρεσία (SEaaS)

Σύμφωνα με αυτό, παρέχονται υπηρεσίες ανταλλαγής μηνυμάτων, οι οποίες ενεργοποιούνται από κάποια συμβάντα αισθητήρων (Botta et al., 2016). Η εισαγωγή του όρου SEaaS έγινε για την παροχή μιας διαδικασίας καθιστώντας τα συμβάντα αισθητήρων τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον στις εφαρμογές και τους πελάτες μέσα από την υποδομή cloud (Rao et al., 2012).

1.4.5 Ο αισθητήρας ως υπηρεσία (SenaaS)

Στην περίπτωση αυτή, ο αισθητήρας μεταφράζει κυρίως κάποιες παραμέτρους όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία κ.λπ. σε ηλεκτρικά μετρήσιμα σήματα (Dash et al., 2012). Μέσα από την υπηρεσία αυτή είναι δυνατή η παρακολούθηση και ο έλεγχος του τηλεχειριστηρίου και

αισθητήρων, οι οποίοι χρησιμοποιούν πανταχού παρόν πρόγραμμα περιήγησης ιστού μέσα από τη διεπαφή χρήστη (Rao et al., 2012).

1.5 Εφαρμογές

1.5.1 Έξυπνη Διαχείριση Απορριμμάτων

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που απασχολούν και αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες πόλεις, αποτελεί και η σωστή διαχείριση των απορριμμάτων και των αποβλήτων. Για τη διαχείριση αυτή υπάρχουν πολλαπλές διαδικασίες όπως είναι η απόρριψη, η συλλογή, η μεταφορά και η παρακολούθηση απορριμμάτων κ.λπ. Οι διαδικασίες αυτές είναι χρονοβόρες και δαπανηρές. Μπορεί να γίνει βελτιστοποίηση των διαδικασιών αυτών μειώνοντας το κόστος, κάτι το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιλυθούν άλλα ζητήματα τα οποία μπορούν να αντιμετωπίσουν οι έξυπνες πόλεις. Στις πόλεις υπάρχουν αρκετά μέρη τα οποία ενδιαφέρονται για να διαχειριστούν τα απορρίμματα, όπως είναι οι αρχές οι οποίες σχετίζονται με την υγεία και την ασφάλεια, το συμβούλιο της πόλης, εταιρείες ανακύκλωσης κ.λπ. Αντί λοιπόν να εφαρμοστούν κάποιοι αισθητήρες μεμονωμένα και για να ληφθούν πληροφορίες που χρειάζονται, ως υπηρεσία η αίσθηση μπορεί να διαμοιράσει πληροφορίες και του κόστη υποδομής συλλογικά.

Οι πληροφορίες αυτές, μπορούν να φάνουν χρήσιμες και χρησιμοποιηθούν από το δημοτικό συμβούλιο για να βελτιστοποιηθεί οι στρατηγική συλλογής σκουπιδιών και η μείωση του κόστους καυσίμου ενός απορριματοφόρου. Οι υγειονομικές αρχές και η ασφάλεια έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης και επίβλεψης των διαδικασιών της διαχείρισης απορριμμάτων, χωρίς να χρειαστεί να πάνε για χειροκίνητη επιθεώρηση. Για να μπορέσουν να πραγματοποιηθούν οι δραστηριότητες αυτές, χρειάστηκε η εγκατάσταση διαφόρων μερών αισθητήρων όπως είναι τα δοχεία σκουπιδιών ή τα φορτηγά στα οποία μπορεί να γίνει ανίχνευση της ποσότητας και του τύπου σκουπιδιών (Perera et al., 2014).

1.5.2 Έξυπνη γεωργία

Για την ικανοποίηση της ανάγκης της τροφής των συνεχώς αναπτυσσόμενων πληθυσμών, οφείλει να παρθεί καλύτερη απόδοση από την πλαισίωση, κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια του IoT. Κάποιες αναλύσεις δεδομένων της έξυπνης γεωργίας, δηλαδή ο τύπος του εδάφους, η κατάσταση της γης και ο καιρός, τα οποία μπορούν να συλλεχθούν από το διαδίκτυο των πραγμάτων, μπορεί να παρέχουν κάποιες πρακτικές πληροφορίες αν χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά με δεδομένα, τα οποία συλλέγονται από αισθητήρες οι οποίοι μπορούν να μετρήσουν τη στάθμη του νερού, την κατάσταση της αντλίας, την καταπόνηση του νερού, τα χημικά, την υγρασία, θερμότητα, τους πόρους κ.λπ. Κάτι τέτοιο μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στους αγρότες χρησιμοποίησης νερού, λιπάσματος και φυτοφαρμάκων, σε ακριβέστερες ποσότητες και ακριβέστερες θέσεις έχοντας έτσι ένα αποτελεσματικό χρονοδιάγραμμα για να βελτιωθεί η γεωργία. Μια εξυπνότερη χρήση του νερού, όπως είναι η επίβλεψη και η παρακολούθηση της χωρητικότητας του νερού, η περίοδος ροής, ο χρονισμός και η τοποθεσία βασισμένα στην ανάλυση δεδομένων μπορεί να συμβάλει στο να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της άρδευσης και επομένως να έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος. Κάποια άλλα οφέλη του διαδικτύου των πραγμάτων, μπορεί να περιλαμβάνουν αποτελεσματικές χρήσεις φωτισμού, ενισχυτών, αντλιών κ.λπ. Υπάρχει επίσης δυνατότητα ελέγχου από απόσταση της απόδοσης του εξοπλισμού, της κατάστασής του και των συνθηκών εργασίας (Roopaei et al., 2017).

1.5.3 Έξυπνο Σπίτι

Μια αναδυόμενη εφαρμογή για τη μείωση της παρέμβασης του χρήστη στην παρακολούθηση και τον έλεγχο οικιακών ρυθμίσεων όπως και των οικιακών συσκευών, αποτελεί το έξυπνο σπίτι (Stojkoska and Trivodaliev, 2017). Σε ένα έξυπνο σπίτι παρέχονται πολλές δυνατότητες για το χρήστη, όπως είναι η μέτρηση των συνθηκών στο σπίτι, δηλαδή θέρμανση, θερμοκρασία, η ένταση φωτός κ.λπ., εάν λειτουργούν οι συσκευές του κλιματισμού, του αερισμού και της θέρμανσης του σπιτιού (HVAC) και ο έλεγχός τους με μειωμένη ανθρώπινη αλληλεπίδραση (Sfar et al., 2018). Οι Soliman et al., (2013) παρουσίασαν μια διαδικασία για να αναπτυχθεί ένα έξυπνο σπίτι με τον συνδυασμό του διαδικτύου των πραγμάτων με τις υπηρεσίες web και το cloud computing, χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Arduino για να εμφυτευθεί νοημοσύνη σε

ενεργοποιητές, καθώς επίσης και σε αισθητήρες διευκολύνοντας την αλληλεπίδραση στα έξυπνα πράγματα τα οποία χρησιμοποιούν υπηρεσίες cloud.

1.5.4 Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων

Οι περιβαλλοντικές παράμετροι όπως είναι η υγρασία και η θερμοκρασία, μπορούν να διαφέρουν από τόπο σε τόπο και από χρόνο σε χρόνο. Συνεπώς, θεωρείται σημαντική η παρακολούθηση του επιπέδου ποιότητας ευπαθών προϊόντων, όπως είναι το κρέας, τα φρούτα, φρέσκα προϊόντα, γαλακτοκομικά προϊόντα κ.λπ. καθώς μεταφέρονται από την παραγωγή τους στην τοποθεσία κατανάλωσης. Η ζωτική αυτή εργασία μπορεί να εκτελεστεί εύκολα χρησιμοποιώντας διάχυτες τεχνολογίες υπολογιστών και αισθητήρες. Βελτιώνει επίσης την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων (Lin et al., 2017).

1.5.5 Πρόγνωση Καιρού

Με την πρόγνωση καιρού μπορεί να προβλεφθεί η κατάσταση της ατμόσφαιρας μελλοντικά και για μια δεδομένη τοποθεσία, ενώ θεωρείται πάρα πολύ σπουδαία. Η παρακολούθηση και η πρόγνωση του καιρού αποτελείται από μια αφομοίωση δεδομένων αφού αυτά συλλεχθούν, καθώς επίσης και μια παρουσίαση πρόβλεψης. Υπήρχε η συνήθεια ανίχνευσης της ακτινοβολίας, της έντασης του φωτός, της υγρασίας του εδάφους, θερμοκρασίας και της ταχύτητας του ανέμου και της υγρασίας από τους αισθητήρες στον μετεωρολογικό σταθμό. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από τους αισθητήρες αυτούς και είναι τεράστια σε μέγεθος, ενώ υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην παρακολούθηση. Ενσωματώνοντας την υποδομή αυτή των αισθητήρων με το cloud, μπορεί να αυξηθούν οι υπολογιστικές και αποθηκευτικές του δυνατότητες. Παρέχονται επίσης αποτελεσματικές λύσεις παρουσίασης και παρακολούθησης δεδομένων (Miorandi et al., 2012).

1.5.6 Φροντίδα Υγείας

Διάφοροι αισθητήρες διάχυτων εφαρμογών υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιούν το διαδίκτυο των πραγμάτων και το cloud computing, επιτρέπονται σε μια μηχανή η επεξεργασία και η επικοινωνία να γίνονται ανεξάρτητα (Firouzi et al., 2018). Σήμερα, στα σύγχρονα νοσοκομεία υπάρχουν διάφοροι αισθητήρες σώματος, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να

παρακολουθηθούν και να μετρηθούν φυσιολογικά δεδομένα των ασθενών. Τα ευαίσθητα αυτά δεδομένα, συλλέγονται και διατηρούνται για μελλοντικές διαγνώσεις του ασθενούς. Σε κάποια νοσοκομεία τα δεδομένα αυτά διατηρούνται στην τοπική βάση δεδομένων. Οι γιατροί συνεπώς, οι οποίοι καλούνται να χειριστούν κρίσιμες περιπτώσεις, θεωρούνται ανίκανοι να αναλύσουν την ασθένεια. Αφού πραγματοποιήσουν κάποιες επισκέψεις στον ασθενή, μόνο τότε μπορούν να δώσουν μια κατάλληλη θεραπεία. Με τη χρήση ωστόσο του cloud, μπορεί να λυθεί το ζήτημα αυτό, δηλαδή τα δεδομένα των ασθενών μπορούν να μοιραστούν και να συντηρηθούν με τους γιατρούς οι οποίοι βρίσκονται στο εξωτερικό έτσι ώστε να περιθάλψουν τον ασθενή ανεξάρτητα από την τοποθεσία (Dash et al., 2012)

1.5.7 Έξυπνο πλέγμα

Στις μέρες μας, ένα από τα μεγαλύτερα μέρη του συστήματος τροφοδοσίας λειτουργεί χειροκίνητα και εξαιτίας συνήθως κάποιου ανθρώπινου λάθους υπάρχει απώλεια της εξουσίας. Οι μικρές αυτές απώλειες μπορούν να οδηγήσουν σε μαζική εξάλειψη της προμήθειας. Υπάρχει δυνατότητα ακόμη και 100% το να τεθεί υπό έλεγχο η απώλεια αυτή, με την σχεδίαση ενός αποτελεσματικού συστήματος μεταφοράς ενέργειας με τη χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων, το οποίο είναι και γνωστό ως Smart grid. Το σύστημα είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και είναι βασισμένο στην τεχνολογία blockchain, η οποία τεχνολογία είναι τελείως κρυπτογραφημένη και στιβαρή. Η ισχύς αυτής τεχνολογίας χωρίζεται ανά άτομο ξεχωριστά σε κανάλια, ενώ το κάθε κανάλι είναι πλήρως κρυπτογραφημένο με ένα κλειδί απόκρυψης, το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην αποκρυπτογράφηση του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει μια εξισορροπημένη παροχή ρεύματος σε όλο το δίκτυο χωρίς να υπάρχει καμία απώλεια ισχύος (Collier, 2016).

Κεφάλαιο 2^ο

2. Τηλεϊατρική

2.1 Περιγραφή της ιδέας IoT in Healthcare

Όσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα και ο αριθμός των κινητών και συνδεδεμένων ιατρικών συσκευών με την εποχή του COVID-19 και της σχετιζόμενης έλευσης της οικονομικής αναταραχής, έρχεται σε μια στιγμή όπου τα υπάρχοντα εμπόδια και οι ανισότητες στην πρόσβαση στην υγεία αυξάνονται, ιδίως στις φτωχότερες περιοχές και χώρες. Όταν κάποιος αναφέρεται σε ψηφιακές λύσεις για την υγειονομική περίθαλψη, τότε αναφέρεται κυρίως στις κομψές λύσεις διοικητικών προβλημάτων. Θεωρούνται πεπεισμένοι για την πληρέστερη και ταχύτερη τεκμηρίωση, ως προϋπόθεση για λογιστική και έλεγχο. Όταν κάποιος αναφέρεται στο διαδίκτυο των πραγμάτων – Internet of Things (IoT) στην υγειονομική περίθαλψη, αναφέρεται συνήθως σε τεχνικούς πόρους και ως επί το πλείστον περιορισμένους και ακριβούς πόρους.

Σε ένα Industry 4.0, συγκριτικά όλοι οι πόροι ενός εργοστασίου έχουν την ταση να επικοινωνούν και να συνδέονται όχι μόνο μεταξύ τους αλλά και με ένα κέντρο ελέγχου. Ένα ποιοτικό άλμα προκύπτει από τη μια μεριά από την ολοκληρωμένη διασύνδεση και από την άλλη από την καθαρή πληρότητα και ποσότητα. Προκειμένου να καλυφθεί κάτι τέτοιο, θεωρείται επομένως ένα σημαντικό βήμα η αντιμετώπισή της στην υγειονομική περίθαλψη όσο το δυνατόν περισσότερων πόρων αναπτύσσοντας έτσι ένα γνήσιο IoT, το οποίο σημαίνει κάτι πολύ περισσότερο από τις τηλεϊατρικές υπηρεσίες. Ένα κλασικό ορισμό αποτελεί η εξ αποστάσεως παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, με τον ορισμό αυτό να αναφέρεται σε διαφορετικούς τύπους υπηρεσιών όπως είναι :

- Η παρακολούθηση που μπορεί να γίνει από τη χρήση συσκευών για να μεταδοθούν και να συλλεχθούν δεδομένα,

- η κοινή χρήση, που εξυπηρετεί συναδέλφους και ειδικούς με την κοινή χρήση ιατρικών ευρημάτων οι οποίοι βρίσκονται σε διαφορετικό μέρος και
- οι αλληλεπιδράσεις, οι οποίες μπορούν να επιτρέψουν σε γιατρούς και ασθενείς στην επικοινωνία εξ αποστάσεως και σε πραγματικό χρόνο.

Κάτι τέτοιο απέχει αρκετά από τον ορισμό του ΠΟΥ, που η δουλειά του είναι η θεραπεία από απόσταση.

2.2 Ιατρικές Προοπτικές

Ο τρόπος παροχής της υγειονομικής περίθαλψης έχει αλλάξει κατά τη διάρκεια των δεκαετιών και των αιώνων. Ενώ κάποτε αποτελούσε μια επαφή ανάμεσα στον ασθενή και τον γιατρό η οποία χαρακτηριζόταν από φυσική εξέταση και διάλογο, η αλληλεπίδραση αυτή εμπλουτίστηκε εδώ και αρκετό καιρό, από ένα πλήθος υποστηρίξης τεχνικών ευρημάτων και τομέων. Εάν θυμηθεί κανείς την τελευταία του επίσκεψη στο γιατρό, μάλλον πέρασε περισσότερο χρόνο με την ιατρική τεχνολογία παρά με τον οικογενειακό γιατρό, τον οποίο στην ουσία είχε έρθει για να επισκεφθεί, καθώς ασθενής ήταν συνδεδεμένος σε μηχανήματα απεικόνισης, υπήρχε ένας βοηθός ο οποίος έκανε αιμοληψία, ηλεκτρονικό πιεσόμετρο και ΗΚΓ. Όλα αυτά μπορούν να γίνουν πηγή δεδομένων. Κάτι τέτοιο όμως σημαίνει ότι η πηγή δεδομένων θεωρείται μεν απαραίτητη αλλά δεν είναι ακόμη μια επαρκής συνθήκη για ένα διαδίκτυο των πραγμάτων.

Πλέον η μεταφορά και η ροή δεδομένων γίνεται σε ένα όλο και μεγαλύτερο δίσκο PDF. Δηλαδή υπάρχει η δυνατότητα να σταλεί μια ψηφιοποιημένη αναφορά PDF σε έναν απομακρυσμένο παραλήπτη με το πάτημα ενός κουμπιού ή η αποθήκευση σε ένα φάκελο, υπάρχουν αρκετοί φορείς οι οποίοι έχουν πρόσβαση, αλλά δεν μπορεί να δημιουργήσει ακόμη ένα διαδίκτυο των πραγμάτων το οποίο θα δημιουργούσε μια αποφασιστική προσθήκη αξίας. Αυτό το οικοσύστημα θεωρείται ήδη τεχνικό αλλά όχι ιατρικό. Μια απλή ωστόσο συλλογή δεδομένων, η οποία είναι σχετιζόμενη με την υγεία δεν θεωρείται και ένα πραγματικό διαδίκτυο των πραγμάτων. Επίσης δεν είναι διαδίκτυο των πραγμάτων ακόμη, γιατί τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται θα μεταφερθούν και θα αναλυθούν. Οι χιλιάδες αυτές ιατρικές συσκευές μέχρι τώρα σε ένα μεγάλο βαθμό θεωρούνται απομονωμένες, ενώ συνδέονται μεταξύ τους μόνο για σε ένα μικρό βαθμό.

Οι συσκευές αυτές λοιπόν, μπορούν να παρέχουν αμέτρητα δεδομένα στο γιατρό, κατασκευαστή, στην ασφαλιστική εταιρία και στο γραφείο τιμολόγησης. Αναφορικά με τους γιατρούς, οι περισσότερες από τις πληροφορίες αυτές έρχονται αφιλτράριστα και ασυνάρτητα και έτσι η δουλειά τους παραμένει η ενσωμάτωση των δεδομένων χάρη στην εμπειρία και τις γνώσεις τους έτσι ώστε να μπορέσουν να αντλήσουν καθοδηγητικές συνέπειες για τη δράση (Deloitte, 2023). Οι μεταφορές, η οικιακή ζωή και οι επιχειρήσεις είναι βασισμένες ολόενα και περισσότερο στους υπολογιστές, η αποτελεσματικότητα και η ανάπτυξη των οποίων εξαρτάται από την καινοτομία σε μια ενσωματωμένη και διάχυτη χρήση υπολογιστή.

Το 98% όλων των επεξεργαστών επί του παρόντος, αναπτύχθηκε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε πολλοί από τους οποίους θεωρούνται δικτυωμένοι (Ebert and Jones, 2009). Η αυξημένη ετερογένεια και πολυπλοκότητα του συστήματος, θεωρείται η αχίλλειος πτέρνα των προβλημάτων τέτοιων πανταχού παρόντων υπολογιστών και της συγκεντροποίησης και επεκτασιμότητας, κάτι το οποίο μπορεί να τα περιορίσει σε εκτέλεση. Σε αυτά μπορούν να προστεθούν νέα προβλήματα με την κλιμάκωση της τεχνολογίας, όπως για παράδειγμα η δύναμη και η αξιοπιστία. Όσον αφορά τις εφαρμογές, υπάρχει πάντα μια συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για απρόσκοπτα ενσωματωμένες λειτουργικές διεπαφές, οι οποίες είναι φιλικές προς το χρήστη, περιέχουν έξυπνο χειρισμό απρόβλεπτων καταστάσεων, καθώς επίσης και γενικότερα για συσκευές, οι οποίες έχουν μια επίγνωση της κατάστασης.

Μέχρι και κάποιες δεκαετίες πριν, οι χρήστες μπορούσαν να επικοινωνήσουν με υπολογιστικά συστήματα με τη χρήση της γλώσσας τους και των διεπαφών τους. Μελλοντικά, τα υπολογιστικά συστήματα θα πρέπει να αναγνωρίζουν τις ανάγκες των χρηστών, κάνοντας την καθημερινότητά τους πιο εύκολη. Το συγκεκριμένο γενικό πλαίσιο για τις μελλοντικές εφαρμογές είναι γνωστό ως διάχυτος υπολογισμός και νοημοσύνη περιβάλλοντος. Θα γίνει μια τρομερή αύξηση του μέσου αριθμού επεξεργασίας πυρήνων κοντά σε έναν πολίτη. Υπάρχουν στις μέρες μας περίπου 12 επεξεργαστές γύρω από ένα άτομο, οι οποίοι βρίσκονται στις οικιακές συσκευές του, στα παιχνίδια, στο φορητό του υπολογιστή, στο κινητό του τηλέφωνο και στο PDA, ενώ είναι πιθανό να γίνουν εκατοντάδες χιλιάδες έως το 2025. Όλα αυτά, είτε συνδέονται είτε θα συνδεθούν μέσα από το διαδίκτυο, δημιουργώντας το διαδίκτυο των πραγμάτων. Κάτι τέτοιο ωστόσο μπορεί να αποτελέσει και μειονέκτημα, καθώς το δίκτυο αποτελείται κυρίως από την άποψη του χρήστη των συσκευών και των επεξεργαστών και λιγότερο των υπηρεσιών.

Επιπρόσθετα, ιδιαίτερα στον ιατρικό τομέα, αυτό μπορεί να αποτελέσει ένα μειονέκτημα κατά τη σύνδεση ιατρικών συσκευών, οι οποίες παρέχουν κυρίως μια υπηρεσία και όχι ένας υπολογιστής, υπολογίζοντας έτσι την κοινότητα χρηστών που έχει ιατρικό προσανατολισμό. Για να μπορέσει να μετατραπεί ένα τεχνικό διαδίκτυο των πραγμάτων σε ιατρικό διαδίκτυο των πραγμάτων, ενσωματώθηκαν ροές δεδομένων. Συγκριτικά με ένα γιατρό, ο οποίος στέκεται στο κρεβάτι του ασθενούς κατά τη διάρκεια των γύρων των θαλάμων εξετάζοντας τα ευρήματα του και καταλήγοντας σε μια τελική απόφαση ενοποιώντας τα δεδομένα, μπορεί να υποστηριχθεί μια διάγνωση και να πραγματοποιηθεί μια καθοδήγηση θεραπείας. Τα αποτελέσματα θεωρούνται μια λύση και όχι απλώς ένα ακόμη εργαλείο. Αυτό το λογοτεχνικό διαδίκτυο των πραγμάτων οφείλει να έχει ένα δίκτυο επικάλυψης στην κορυφή, στο οποίο να επιτρέπεται στο IoS ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (DSS), που αποτελεί ένα ηλεκτρονικό πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για να υποστηριχθούν τρόποι δράσης, κρίσης και προσδιορισμοί με τη βοήθεια τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων, έχοντας έτσι τη δυνατότητα υλοποίησης ως υπηρεσία νέφους, η οποία θα επικοινωνεί με τις κινητές συσκευές από επιμέρους παράγοντες προκειμένου να παρέχει τη συνεχή παροχή συγκέντρωσης της θέσης και της διαθεσιμότητας των φροντιστών, καθώς και της κατάστασης των ηλικιωμένων. Το DSS θα μπορεί να διαχειρίζεται μια βάση δεδομένων και ένα σύνολο υπηρεσιών ιστού, έχοντας στόχο να καταστεί δυνατή η διαλειτουργικότητα με άλλα συστήματα και η λογοδοσία της απόδοσης του όπως είναι εταιρείες κατ' οίκον φροντίδας και νοσοκομεία.

Στο πλαίσιο μιας τέτοιας προσέγγισης, η αποτελεσματική οργάνωση του δικτύου των βοηθών μπορεί να αποτελέσει ένα νέο είδος προβλήματος βελτιστοποίησης. Το πρόβλημα αυτό αποτελεί και ένα συνδυασμό προβλήματος συντονισμού (Kleiner et al., 2013) και ενός προβλήματος προσανατολισμού (Pietz and Royset, 2013) ανάμεσα σε διαφορετικούς παράγοντες και εμπλεκόμενα άτομα, αφού κάθε μεμονωμένος βοηθός οφείλει να αποφασίσει στο αν θα παρέμβει και κατά πόσο θα είναι συμβατές οι διαθέσιμες δεξιότητες και πόροι με την υπόθεση. Παράλληλα, θα πρέπει να εντοπίζεται πιθανή βοήθεια από ένα ανώτερο συντονιστικό όργανο, εξασφαλίζοντας μια μέγιστη υποστήριξη και βέλτιστη φροντίδα για το συγκεκριμένο περιστατικό. Θα πρέπει να λαμβάνονται επίσης υπόψη εξωτερικοί πόροι για ειδικές καταστάσεις. Παρόλο που μελετήθηκε στη βιβλιογραφία κάθε συγκεκριμένο τύπος προβλήματος, δεν μπορεί να συνδυαστεί με κάθε υπόθεση η οποία λύθηκε, αξιοποιώντας έτσι τις δυνατότητες βελτιστοποίησης οι οποίες θεωρούνται διαθέσιμες σε όλους τους συμμετέχοντες.

Επιπρόσθετα, τέτοιου είδους προβλήματα μπορούν να επιλυθούν εκτός σύνδεσης, ενώ κάποιες πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο θα μπορούν να είναι διαθέσιμες με τους αλγορίθμους να μπορούν να επιλυθούν σε κατανεμημένες κινητές συσκευές, περιορίζοντας με τον τρόπο αυτό διαθέσιμους υπολογιστικούς πόρους. Από την άποψη αυτή, ένα δίκτυο το οποίο χαρακτηρίζεται από αυτά τα χαρακτηριστικά συνδυάζοντας τη γνώση με το διαθέσιμο και επιθυμητό υλικό και το ανθρώπινο δυναμικό, αναμένεται να παρέχει ένα παράδειγμα διαφορετικό και καινούργιο πέρα από τις τρέχουσες πρακτικές. Οι πόροι οι οποίοι μπορεί να είναι η εμπειρία και η γνώση είτε προσωπική, είτε φυσική, σε οποιοδήποτε περιβάλλον εμφανίζονται στο ιατρικά μετασχηματισμένο διαδίκτυο των πραγμάτων ως υπηρεσία και όχι ως πόρος, αλλά μόνο με την παρεχόμενη υπηρεσία η οποία κατέστη δυνατή.

Κεφάλαιο 3^ο

3. Αισθητήρες κινησιολογίας και οι εφαρμογές τους

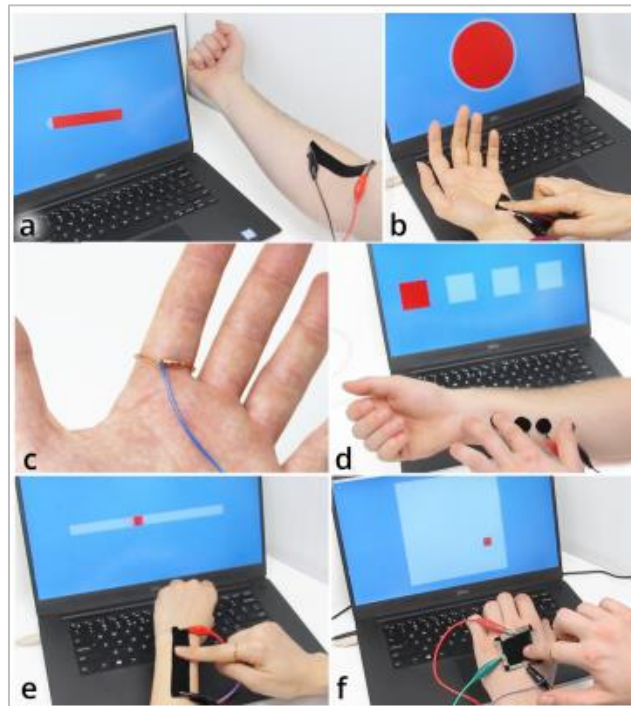
3.1 Γενικό Πλαίσιο Κινησιολογίας

Η αλληλεπίδραση με το δέρμα κερδίζει δυναμική στην έρευνα HCI. Οι ερευνητικές προσπάθειες που έγιναν, στόχευσαν στο να κατανοηθούν καλύτερα οι σχεδιαστικές απαιτήσεις για το ανθρώπινο σώμα και να αξιοποιηθούν οι ιδιοσυγκρασίες και τα πλεονεκτήματα του σώματος (Bergstrom-Lehtovirta et al., 2017). Επιπρόσθετα, υπάρχουν κάποιες τεχνολογίες οι οποίες επιτρέπουν στο δέρμα να χρησιμοποιηθεί ως διεπαφή, όπως για παράδειγμα μέσα από την αφή ή να παραμορφωθεί, οι οποίες έχουν διερευνηθεί εκτενώς. Αντιθέτως, όταν υπάρχει άμεση φυσική πρωτοπρωτοτυποποίηση συστημάτων στο σώμα καλύπτεται μόνο αραιά. Στις σημαντικές εξαιρέσεις περιλαμβάνονται και οι συμμετοχικές συνεδριάσεις σχεδιασμού των Kao et al. στο DuoSkin (Hsin-Liu et al., 2016), καθώς επίσης και κάποιες μέθοδοι για να δημιουργηθούν και να εκτυπωθούν απευθείας σχέδια στο σώμα. Διερευνήθηκε επίσης από τους Gannon et al. (2015) ότι μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει το σώμα όταν σχεδιαστούν παθητικά αντικείμενα για αυτό (Gannon et al., 2015).

Όπως προτάθηκε από ένα συμμετέχοντα της μελέτης, θεωρείται λογικό κάτι τέτοιο και στην περίπτωση που σχεδιάζει κάποιος για να το φορέσει στο σώμα του, θα πρέπει να είναι σε θέση να το σχεδιάσει κυριολεκτικά για το σώμα του. Επεκτεινόμενοι στο τομέα αυτό και παρέχοντας μια φυσική μέθοδο πρωτοτυποποίησης η οποία υποστηρίζει την γρήγορη δημιουργία ηλεκτρικών λειτουργικών πρωτοτύπων και quicand dirt στο σώμα. Με τη χρήση ταινίας αντίστασης κινησιολογίας, οι επαγγελματίες και οι σχεδιαστές HCI έχουν μέσα σε λίγα λεπτά τη δυνατότητα επανάληψης πολλαπλών σχεδίων δουλεύοντας με αυτά πάνω στο σώμα. Η μέθοδος σχεδιασμού μπορεί να επιτρέψει την προσθήκη οπτικών χαρακτηριστικών, ενώ μπορεί να αναπτυχθεί παντού στο σώμα υποστηρίζοντας πολλαπλές μεθόδους αίσθησης. Με τη χρήση πιεζο-αντιστατικής

ταινίας κινησιολογίας, μπορούν να δημιουργηθούν διαδραστικά επιθέματα δέρματος, ώστε να υπάρχει ταχεία συνεργασία της προτυποποίησης συσκευών εισαγωγής στο δέρμα.

Η ταινία κινησιολογίας θεωρείται άμεσα διαθέσιμη και έχει αρκετά χαμηλό κόστος. Στην περίπτωση που προετοιμαστεί εκ των προτέρων ή εκτός λειτουργίας, η ταινία κινησιολογίας μπορεί να γίνει πιεζο-ανθεκτική σε μεγάλες παρτίδες (Honnet et al., 2020). Σε περίπτωση που γίνει αυτό, τότε από την ταινία κινησιολογίας ακολουθεί μια σειρά ευεργετικών ιδιοτήτων εκτός από την πιεζοανθεκτική. Υπάρχει ένα επικαλυμμένο με ένα βιοσυμβατό στρώμα κόλλας, το οποίο εφαρμόζει στο σώμα και η ελαστικότητα του θεωρείται συντονισμένη, έτσι ώστε να μπορεί να συμπληρώσει αυτή του σώματος, ενώ παράγοντας μορφής ταινίας το καθιστά συμβατό με τις σύνθετες γεωμετρίες που μπορεί να παρουσιάζει ένα σώμα. Υποστηρίζει επίσης πρωτότυπη πληκτρολόγηση χαμηλής πιστότητας, καθώς υπάρχει η δυνατότητα κοπής με ψαλίδι και εύκολης τροποποίησης και προσαρμογής.



Εικόνα 5 : Η ταινία κινησιολογίας μπορεί να γίνει πιεζοαντιστική μέσω πολυμερισμού και τοποθετείται στο σώμα για να αισθάνεται κίνηση (a) ή πίεση (b). Χρησιμοποιώντας έναν απλό αγώγιμο δακτύλιο το δάκτυλο που αλληλοεπιδρά (c) επιτρέπει τη δημιουργία αισθητήρων για ανίχνευση αγγίγματος (d), γραμμικές θέσεις (e) και χειρονομίες (f).

3.2 Τρόποι ανίχνευσης

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται πέντε πρωτόγονοι αισθητήρες, οι οποίοι μπορούν να υλοποιηθούν με τη χρήση πιεζοαντιστατικής ταινίας κινησιολογίας. Καθένας από τους παρουσιαζόμενους αισθητήρες έχουν τη δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας, αλλά είναι σχεδιασμένοι με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα για παράδειγμα, ένα κατευθυντικό ρυθμιστικό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως αισθητήρας πίεσης, χωρίς χρειάζεται αλλαγή στην καλωδίωση του. Κάτι τέτοιο επιτρέπει στους σχεδιαστές την αλλαγή της λειτουργικότητας της ανίχνευσης στοιχείων αφού αναπτύχθηκαν. Με μια περαιτέρω εξέταση των σχεδίων αυτών, φαίνεται ότι υπάρχει μια σχετικά υψηλή αντίσταση της κινησιολογικής ταινίας και οι δύο σε απόλυτους τρόπους συγκριτικά με την αντίσταση του δέρματος.

Κάτι τέτοιο κάνει τις παραδοσιακές μεθόδους ανίχνευσης, όπως είναι η χωρητική αφή, να είναι δύσκολες στη χρησιμοποίηση. Αντίθετα, προτείνεται το δάχτυλο το οποίο εκτελεί την αφή και είναι ενσωματωμένο στο κύκλωμα ανίχνευσης, ώστε να χρησιμοποιείται για να μετρήσει την τάση για τους αισθητήρες αφής (Εικόνα 1d), για το ρυθμιστικό κατεύθυνσης (Εικόνα 1e) και για τον αισθητήρα χειρονομίας (Εικόνα 1f). Ο χρήστης φοράει στο ενεργό χέρι ένα χάλκινο δαχτυλίδι και με αυτόν τον τροπο η τάση του δακτύλου μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση αυτού του χάλκινου δακτυλίου (Εικόνα 1c). Με βάση αυτό μπορεί να βοηθήσει στο να αντιμετωπιστούν πολλά προβλήματα από την υψηλή αντίσταση τα οποία εισάγονται, αλλά μπορεί να επιτρέψει επίσης τη μείωση της μηχανικής πολυπλοκότητας των αισθητήρων των χειρονομιών και της ρυθμιστικής κατεύθυνσης.

3.2.1 Αισθητήρες αφής

Η αφή μπορεί να γίνει αισθητή με εκτεθειμένα αγωγικά μπαλώματα τα οποία συνδέονται με ψηφιακές εξόδους ενός μικροελεγκτή. Η τοποθέτηση και η σύνδεση της ψηφιακής ακίδας γίνεται με μέσο ενός αισθητήρα, ο οποίος από είναι γειωμένος εξαρχής. Οι περισσότεροι αισθητήρες αφής, τραβιούνται ψηλά και έτσι η τάση μετριέται στο δάχτυλο ανά διαμόρφωση της αφής Στην συνέχεια η ανίχνευση του αγγίγματος γίνεται όταν ένας αισθητήρας αφής τραβιέται ψηλά και έτσι η τάση μετριέται στο άγγιγμα του δακτύλου το οποίο αντιδρά αντίστοιχα στο ερέθισμα. Στην Εικόνα 4a είναι ορατή ανίχνευση ότι ο χρήστης αγγίζει το

έμπλαστρο ανίχνευσης #2, ενώ η αυξητική τάση μετριέται όταν το έμπλαστρο αυτό τραβιέται ψηλά (t_2 και t_5). Με τη χρήση των χειρονομιών ή ρυθμιστικών κατεύθυνσης η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσει ποιος αισθητήρας είναι συγκεννημένος.

3.2.2 Ρυθμιστικό κατεύθυνσης

Οι χειρονομίες ολίσθησης και η ανίχνευση ολισθήσεων με πιεζοανθεκτικά υλικά, βρίσκονται συνήθως σε σχέδια βολβών με πολλαπλά στρώματα υλικών. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας αφής γραμμικής αντίστασης της Holman αποτελείται από ένα αγωγίμο στρώμα, ένα στρώμα απόστασης και ένα στρώμα αντίστασης (Holman and Vertegaal, 2011). Η μείωση της πολυπλοκότητας τέτοιων αισθητήρων μπορεί να γίνει με δειγματοληψία της στάσης στο δάχτυλο το οποίο αγγίζει. Ενσωματώνοντας το άγγιγμα του δακτύλου στο κύκλωμα ανίχνευσης με τον τρόπο αυτό, μπορεί να ενεργοποιηθεί η ανίχνευση θέσεων αφής με σχέδιο μονής στρώσης. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτρέψει τη χρήση απευθείας ταινίας κινησιολογίας μονής στρώσης για να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή ολίσθησης και ολίσθησης με προσαρμοσμένο μήκος. Συνδέοντας σε μια πλευρά του επιθέματος ανίχνευσης στο GND και το άλλο στο V+ δημιουργείται μια γραμμική κλίση τάσης (Εικόνα 4b).

Σε περίπτωση που το δάχτυλο αγγίζει το έμπλαστρο, τότε συνδέεται σε μια αναλογική είσοδο pin, με την τάση να μετράται στο δάχτυλο να ποικίλλει αναλόγως της θέσης του και κατά μήκος του εμπλάστρου, κάτι που επιτρέπει το συμπέρασμα της θέσης του. Όταν υπάρχουν αλλαγές στην τάση του αισθητήρα, μπορούν να αντιστοιχιστούν γραμμικά στις αλλαγές σε απόσταση από αυτόν. Με τη μέτρηση της μέγιστης και της ελάχιστης τάσης στις απομακρυσμένες άκρες του αισθητήρα, μπορεί το ρυθμιστικό να χρησιμοποιηθεί και ως αισθητήρας θέσης. Στην Εικόνα 4b, το διαφορικό τάσης d_1 παρουσιάζεται την ίδια αναλογία προς το διαφορικό τάσης d_1+d_2 , με την απόσταση που έχει ένα δάχτυλο ως προς τη γείωση και σε όλο το μήκος του ολισθητήρα. Σε περίπτωση που το κατευθυντικό ρυθμιστικό είναι φαρδύ, θα πρέπει να βεβαιωθεί κάποιος ότι ολόκληρη η άκρη κάθετα προς την κατεύθυνση της κλίσης και είναι υψηλής αγωγιμότητας. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί όταν γραφτεί μια λωρίδα από αγωγίμο ύφασμα σε αυτό ή με τη σύνδεσή του με χάλκινη ταινία.

3.2.3 Αισθητήρας χειρονομίας

Στις σύγχρονες οθόνες αφής τεσσάρων συρμάτων στις οποίες χρησιμοποιούνται άκαμπτα σχέδια πολλαπλών στρωμάτων δεν λειτουργούν εάν είναι τροποποιημένα και παραμορφωμένα (NXP Semiconductors, 2008). Μπορεί να υπάρξει επίσης κάμψη των σχεδίων μήτρας αισθητήρων πίεσης, απαιτούνται ωστόσο, πολλαπλά επίπεδα και δεν μπορεί εύκολα να αναδιαμορφωθεί. Με την ενσωμάτωση του δακτύλου το οποίο αγγίζει το κύκλωμα και τη δειγματοληψία της στάσης στο δέρμα του, εφαρμόζοντας εναλλακτικά μία οριζόντια και κάθετη τάση, η οποία έχει κλίση στην ενημερωμένη έκδοση του κώδικα, μπορεί να γίνει εφαρμογή ενός αισθητήρα χειρονομιών με τη χρήση ενός ενημερωμένου εμπλάστρου ανίχνευσης. Με τον τρόπο αυτό και οι 4 πλευρές μιας ενημερωμένης έκδοσης κώδικα χειρονομίας βρίσκονται συνδεδεμένες σε ψηφιακές καρφίτσες. Για να μπορέσει να επιτευχθεί ομοιόμορφη τάση σε όλες τις πλευρές, χρησιμοποιείται μία λωρίδα από ένα αγωγίμο ύφασμα η οποία μπορεί να ραφτεί σε κάθε άκρη. Στην αρχή (t1 Εικόνα 4c), η αριστερή πλευρά τραβιέται χαμηλά, ενώ η πλευρά του δεξιού χεριού τραβιέται ψηλά. Οι κάτω και επάνω ακίδες μπορούν να βρίσκονται είτε σε απόσταση υψηλής σύνθετης αντίστασης, είτε και σε ακόμη καλύτερη περίπτωση μπορούν να αποσυνδεθούν με τη χρήση του ρελέ.

Μετρώντας την τάση στο δάκτυλο παρέχεται μια πρώτη συντεταγμένη μιας χειρονομίας 2D. Στο δεύτερο βήμα (t2) το κάτω και το πάνω μέρος των πλευρών, έλκονται και ψηλά και χαμηλά με την αριστερή και τη δεξιά πλευρά να αφαιρούνται από το κύκλωμα. Μετρώντας την τάση στο δάκτυλο, παρέχεται μια δεύτερη συντεταγμένη. Ο αισθητήρας ο οποίος προκύπτει, μπορεί να παρέχει μια έξοδο συντεταγμένων x και y , η τήρηση των οποίων μπορεί να γίνει σε βασικούς αλγορίθμους ανίχνευσης χειρονομιών όπως είναι ο αναγνωριστικός S1 (Wobbrock et al., 2007). Η εφαρμογή του αισθητήρα χειρονομίας δεν θεωρείται μια αληθινή επιφάνεια αφής 2D. Υπάρχει παραμόρφωση της διαβάθμισης στάση από τα αγωγίμα άκρα, με τη μετακίνηση των μετρούμενων σημείων επαφής μακριά από το κέντρο. Μπορεί να εκφραστεί ένα απλό σχήμα βαθμονόμησης το οποίο επαναχαρτογραφεί τις τιμές με τη χρήση ενός πίνακα αναζήτησης, με την ανάλυση ανίχνευσης ωστόσο να μην είναι ομοιόμορφη.

3.2.4 Stretch and Pressure Sensing

Ενώ τα έμπλαστρα αίσθησης θεωρούνται πιεζοανθεκτικά, η χρήση τους μπορεί επίσης να γίνει κανονική πιεζοαντιστική αίσθηση. Όταν υπάρχουν αλλαγές στο τέντωμα και την πίεση, ως αποτέλεσμα φαίνεται η αλλαγή της αντίστασης μέσα από το υλικό, κάτι το οποίο μπορεί να γίνει με δειγματοληψία χρησιμοποιώντας διαιρέτη τάσης. Με τη χρήση ταινιών κινησιολογίας, οι σχεδιαστές μπορούν να τοποθετήσουν την αίσθηση τεντώματος και πίεσης μέσω μπαλωμάτων οπουδήποτε στο σώμα (Εικόνα 1a και 1b). Οι σχεδιαστές επιθεμάτων με τη χρήση ευαισθησίας στο τέντωμα μπορούν να αισθανθούν τη βαθιά εισπνοή ή την κίνηση των αρθρώσεων (Εικόνα 1b).



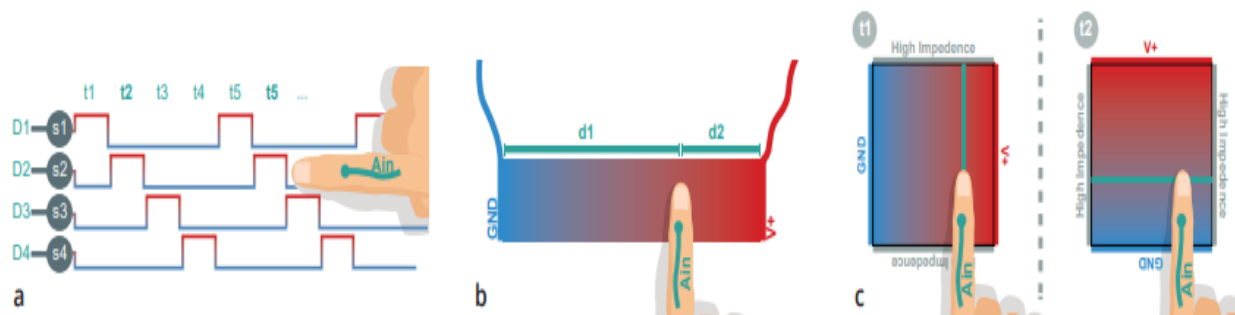
Εικόνα 6: Η συγκεκριμένη ονομάζεται ταινία κινησιολογίας και επιτρέπει μια μεγάλη ποικιλία τοποθετήσεων στο δέρμα και σε διάφορα μέρη, συμπεριλαμβανομένων περιοχών με ανομοιόμορφη καμπυλότητα, όπως γύρω από το λαιμό (a) ή τα οστά (b). Ο συνδυασμός μη αντιστατικής (μπλε) και προεπεξεργασμένης (πιεζοανθεκτικής, μαύρης) κινησιολογίας. Η ταινία επιτρέπει τη χρήση ραβδώσεων και πτυχών (c), χωρισμάτων (d) και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (e).

Με τη χρήση μπαλωμάτων τα οποία είναι ευαίσθητα στην πίεση, μπορούν οι σχεδιαστές να εξερευνήσουν τη διαφορετική εμπειρία πίεσης σε σκληρές επιφάνειες, όπως είναι οι αρθρώσεις

ή ακόμα και σε πιο μαλακές περιοχές, όπως είναι οι μηροί ή τα μάγουλα. Ο αισθητήρας πίεσης παρουσίασε καλή απόδοση για μια είσοδο σχετικά υψηλής πίεσης (~5 έως ~15 N). Για πιο απλά χτυπήματα, προτείνεται η χρήση αισθητήρων αφής αντ' αυτού. Οι περισσότερες μορφές και σχέδια αισθητήρων πίεσης τοποθετούνται με ένα πιεζοαντιστατικό ύφασμα ανάμεσα σε δύο αγώγιμα υλικά, επιτρέπεται από την πιεζοαντιστατική ταινία κινησιολογίας, η εγκάρσια μέτρηση της πίεσης. Ανιχνεύοντας εγκάρσια την πίεση, μπορεί να μειωθεί σημαντικά η μηχανική πολυπλοκότητα του αισθητήρα.

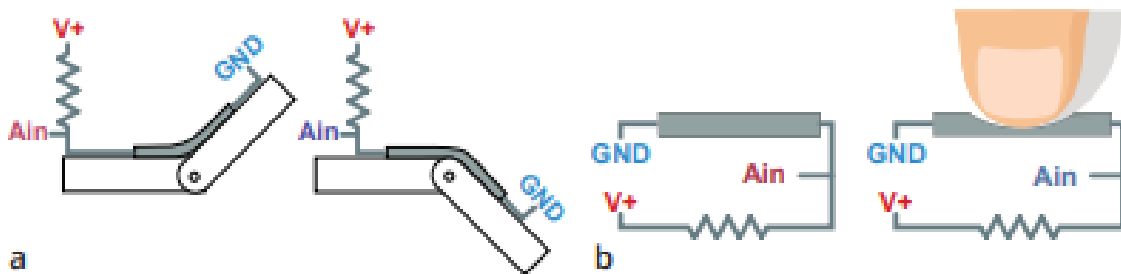
3.3 Ευκαιρίες και Περιορισμοί

Σε περίπτωση που υπάρχουν αρκετά ρυθμιστικά κατεύθυνσης ή αισθητήρες χειρονομίας, τότε αυτά τοποθετούνται σε ένα χρήστη με τις μετρούμενες τιμές να μην να προσδιορίσουν ποιο αγγίζεται. Η αντιμετώπιση αυτού μπορεί να γίνει με τη χρήση αρχικά όλων των αισθητήρων ως αισθητήρων αφής. Εν συνεχεία, στην περίπτωση που ο αισθητήρας αναγνωρίσει ότι αγγίζει, η λειτουργία μπορεί μέσω λογισμικού να αλλάξει σε ότι απαιτείται. Κάτι τέτοιο γίνεται δυνατό, καθώς οι περισσότερες ακίδες μικροελεγκτών μπορούν να ρυθμίζουν εσωτερικά τις διάφορες συμπεριφορές. Κάποιες παλιότερες εργασίες το αξιοποίησαν έτσι ώστε να δημιουργήσουν τους λεγόμενους υβριδικούς αισθητήρες (Strohmeier et al., 2018). Καθώς γίνεται μια ταχεία εναλλαγή ανάμεσα στις διαμορφώσεις ακίδων, μόνο ένας αισθητήρας θα μπορεί να λειτουργήσει ως αισθητήρας αφής, αισθητήρας χειρονομιών, ρυθμιστικό κατεύθυνσης και αισθητήρας πίεσης ταυτόχρονα.



Εικόνα 7 : Ηλεκτρικές αρχές που χρησιμοποιούνται για την αίσθηση αφής (a), τη γραμμική αίσθηση θέσης (b) και την αίσθηση χειρονομίας (c).

Οι αισθητήρες ωστόσο, με τον τρόπο που παρουσιάζονται ενέχουν σαφείς περιορισμούς. Η μέθοδος προετοιμασίας όπως περιγράφεται από τους Honnet et al. (2020) μπορεί να οδηγήσει σε ταινία η οποία έχει αντίσταση στο εύρος ΜΩ. Αυτό αποτελεί μειονέκτημα καθώς βρίσκεται εντός του ίδιου εύρους αντίστασης με το ανθρώπινο δέρμα, όπου μπορεί να προκληθεί παρασιτική αντίσταση. Μια άλλη συνέπεια, είναι ότι για τυπικούς μικροελεγκτές οι καταστάσεις υψηλής σύνθετης αντίστασης και αντίστασης έλξης παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή αντίσταση, γεγονός το οποίο μπορεί να προκαλέσει απροσδόκητη συμπεριφορά εξαιτίας της παρασιτικής αντοχής. Όταν παρουσιάζεται το ζήτημα της υψηλής αντίστασης της ταινίας, η αντιμετώπισή του μπορεί να γίνει με χημικό ντόπινγκ προσθέτοντας επιπλέον χλωριούχο σίδηρο (III) ή πτολουολοσουλφονικό οξύ κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πολυμερισμού για αύξηση της αγωγιμότητας.



Εικόνα 8 : Κυκλώματα διαιρέτη τάσης για κάμψη (a) και πίεση (b) εξεύρεση της φόρας.

Προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται με τη σχετικά χαμηλή αντίσταση των ακίδων σε αντιστάσεις high-z και pull-up μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη χρήση σημάτων ελέγχου μέσα από πίνακες ρελέ. Τελικά, με την αντιμετώπιση των σημάτων με κάποια προσοχή και με την εφαρμογή βασικών φίλτρων μπορούν να βελτιστοποιηθούν τα αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 4^ο

4 Αισθητήρες ύπνου, Αισθητήρες για ζάχαρο, γλυκόζη, θερμομέτρα και κορεσμό αίματος

4.1 Επισκόπηση των Διαφορετικών Τρόπων Ανίχνευσης για Σταδιοποίηση ύπνου

Για αυτή την μέθοδο του ύπνου, τον καλύτερο τρόπο αποτελεί η πολυπνογραφία (PSG), στην οποία περιλαμβάνεται η παρακολούθηση των εγκεφαλικών κυμάτων την ώρα που κοιμάται ο ασθενής, των μυϊκών κινήσεων και των κινήσεων των ματιών, ανάμεσα σε άλλες φυσιολογικές παραμέτρους. Επίσης, εξαιτίας πολλών δυσκολιών στη χρήση της PSG εκτός κλινικών ερευνών, γι' αυτό υπάρχουν εναλλακτικοί τρόποι με τους οποίους μπορούμε να ανίχνευσουμε πληροφορίες που μπορούν να εξαρθούν σχετιζόμενες με τα διαφορετικά στάδια του ύπνου, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω.

4.1.1 Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) αποτελεί μια καταγραφή των ηλεκτρικών σημάτων του εγκεφάλου και πραγματοποιείται τοποθετώντας πολλαπλά ηλεκτρόδια σε διαφορετικές θέσεις στο τριχωτό της κεφαλής. Στη συνέχεια, τα ηλεκτρόδια τροφοδοτούν σήματα σε ένα μπροστινό ηλεκτρονικό σύστημα, το οποίο αποτελείται από φίλτρα, ενισχυτές καθώς και άλλα κυκλώματα απόκτησης δεδομένων. Για τη σταδιοποίηση του ύπνου ως μέλος της PSG, χρησιμοποιούνται τουλάχιστον τρία κανάλια ΗΕΓ για να ληφθούν σήματα από διαφορετικές θέσεις του τριχωτού της κεφαλής. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται τα σχετικά επίπεδα σημάτων σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων, όπως για παράδειγμα άλφα (8–13 Hz), δέλτα (0,5–4 Hz), κ.λπ.), για να προσδιοριστούν τα στάδια του ύπνου μετά τις κατευθυντήριες οδηγίες της Αμερικανικής Ακαδημίας Ιατρικής Ύπνου (AASM) (Iber et al., 2007). Αν και το ΗΕΓ θεωρείται το σήμα το οποίο περιέχει τις πιο πλούσιες πληροφορίες σχετιζόμενες με τον ύπνο, θεωρείται αρκετά

δύσκολο να χρησιμοποιηθεί εξαιτίας πολλαπλών ζητημάτων, όπως είναι η μετατόπιση ηλεκτροδίων και ο θόρυβος.

4.1.2 Ηλεκτροοφθαλμογράφημα

Το ηλεκτροοφθαλμογράφημα (EOG) αποτελεί ένα σήμα το οποίο παράγεται ως αποτέλεσμα των κινήσεων των ματιών, ενώ συλλαμβάνεται χρησιμοποιώντας ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετούνται κοντά στα μάτια. Είναι πολύ χρήσιμος ο προσδιορισμός των σταδίων αφύπνισης και REM ύπνου, καθώς υπάρχουν κάποιες σημαντικές κινήσεις των ματιών κατά τη διάρκεια των σταδίων αυτών. Σε γενικές γραμμές τείνουν να επιβραδύνουν με το βάθος του ύπνου οι κινήσεις των ματιών.

4.1.3 Ηλεκτρομυογράφημα

Το ηλεκτρομυογράφημα (EMG) αποτελεί μια καταγραφή των ηλεκτρικών σημάτων, τα οποία παράγονται ως αποτέλεσμα μυϊκών κινήσεων. Τα ηλεκτρόδια τα οποία είναι τοποθετημένα σε συγκεκριμένους μύες, παρουσιάζουν ως αποτέλεσμα αλλαγές στο επίπεδο σημάτων κάθε φορά που γίνεται κίνηση των μυών. Ως ένα μέρος του πλήρους PSG, των μυών του πηγουνιού και των ποδιών, η καταγραφή τους γίνεται μέσω ΗΜΓ. Η δραστηριότητα κίνησης του ποδιού μπορεί να θεωρηθεί χρήσιμη για να διαγνωστούν συγκεκριμένες διαταραχές ύπνου, όπως είναι η περιοδική διαταραχή της κίνησης των άκρων. Η δραστηριότητα της κίνησης του πηγουνιού μπορεί να βοηθήσει για να διαφοροποιηθούν τα στάδια εγρήγορσης και ύπνου REM από εκείνα με παρόμοια χαρακτηριστικά ΗΕΓ.

4.2.4 Ηλεκτροκαρδιογράφημα

Το ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ) αποτελεί μια καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς, παρέχοντας ένα στιγμιότυπο της κανονικής λειτουργίας της καρδιάς, καθώς επίσης και πληροφορίες για τους παλμούς της. Το ΗΚΓ δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αυτόνομα για την σταδιοποίηση του ύπνου, και επίσης δεν θεωρείται και απαραίτητο σήμα για να βαθμολογηθεί ο ύπνος σύμφωνα με τις οδηγίες του AASM (Iber et al., 2007). Οι ερευνητές ωστόσο, έδειξαν διαφορετικά χαρακτηριστικά τα οποία εξάγονται από το ΗΚΓ όπως ο καρδιακός ρυθμός, τα διαστήματα R-R, μεταβλητότητα του καρδιακού (HRV) όπως σχετίζονται

με τις αλλαγές στη μακροδομή του ύπνου και συνεπώς μπορεί να θεωρηθούν χρήσιμες για να προσδιοριστούν τα διαφορετικά στάδια του ύπνου (Ako et al., 2003).

4.1.5 Φωτοπληθυσμογράφημα

Το φωτοπληθυσμογράφημα (PPG) αποτελεί ένα σήμα το οποίο αντιπροσωπεύει τις αλλαγές στον όγκο του αίματος στο μικρό αγγειακό στρώμα του ιστού (Allen, 2007). Η λήψη του μπορεί να γίνει με τη χρήση μιας απλής οπτικής τεχνικής μέτρησης στην οποία χρησιμοποιείται ένα LED, για να λάμψει φως στους ιστούς με τη χρήση ενός φωτοανιχνευτή όπου απορροφά το ανακλώμενο φως. Η χρήση του PPG μπορεί στη συνέχεια να επεκταθεί για να μετρηθεί ο καρδιακός παλμός, τα επίπεδα κορεσμού οξυγόνου και ο αναπνευστικός ρυθμός. Η παλμική οξυμετρία στην κλινική πράξη η οποία είναι βασισμένη σε PPG, χρησιμοποιείται ευρέως για τη συνεχόμενη μέτρηση του κορεσμού του οξυγόνου. Υποφέρει ωστόσο, από κάποια ζητήματα αξιοπιστίας εξαιτίας κάποιων τεχνουργημάτων τα οποία προέρχονται από την κίνηση του δακτύλου. Προσφάτως, κάποιοι φορητοί αισθητήρες PPG ενσωματώθηκαν σε καταναλωτές και φοριούνται από συσκευές καρπού για να εξαχθεί ο καρδιακός παλμός καθιστώντας τον ευρέως προσβάσιμο. Κάτι τέτοιο μπορεί να θεωρηθεί χρήσιμο για την παρακολούθηση του ύπνου, δεδομένου ότι οι ερευνητές έδειξαν ότι οι αλλαγές στον αναπνευστικό ρυθμό και τον καρδιακό ρυθμό μπορεί να θεωρηθούν χρήσιμες για να προσδιοριστούν τα διαφορετικά στάδια του ύπνου.

4.1.6 Επιταχυνσιόμετρο

Τα επιταχυνσιόμετρα αποτελούν εύχρηστους αισθητήρες οι οποίοι καταγράφουν περιόδους αδράνειας και κίνησης κατά τη διάρκεια του ύπνου, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογηθούν οι κύκλοι ύπνου και αφύπνισης. Αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μακροχρόνια παρακολούθηση του ύπνου μέσα από συσκευές οι οποίες φοριούνται στον καρπό και είναι γνωστές ως actigraphy (Hakim, 2011).

4.1.7 Πληθυσμογραφία Αναπνευστικής Επαγωγής

Η πληθυσμογραφία αναπνευστικής επαγωγής (RIP) αποτελεί ένα μη επεμβατικό εργαλείο για να παρακολουθούν τα αναπνευστικά πρότυπα. Χρησιμοποιώντας μια ζώνη η οποία τοποθετείται γύρω από την κοιλιά ή το θώρακα, μετρούν τις κοιλιακές κινήσεις οι οποίες σχετίζονται με

αναπνευστικές κινήσεις κατά την εκπνοή και την εισπνοή. Έχοντας δεδομένο ότι η αναπνευστική προσπάθεια μπορεί να αλλάξει κατά τη διάρκεια του ύπνου (Kaplan et al., 2000), το σήμα RIP μπορεί να θεωρηθεί χρήσιμο για μελέτη και εντοπισμό διαφορετικών σταδίων ύπνου.

4.1.8 Αισθητήρες πίεσης

Κάποιοι ερευνητές ανέπτυξαν ευαίσθητους αισθητήρες πίεσης, οι οποίοι εγκαθίστανται σε ένα στρώμα, έτσι ώστε να μπορέσουν να καταγράψουν τις κινήσεις του σώματος και τη βαλλιστοκαρδιογραφία (BCG) κατά τη διάρκεια του ύπνου. Εξαιτίας αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να εξαχθούν πληροφορίες όπως είναι οι κινήσεις στο κρεβάτι, ο καρδιακός και αναπνευστικός ρυθμός (Chang et al., 2014). Όλα αυτά μπορεί να θεωρηθούν χρήσιμα για να εντοπιστούν διαφορετικά στάδια ύπνου έχοντας δεδομένο ότι η κίνηση του σώματος θεωρείται μειωμένη στο βαθύ ύπνο, ενώ επίσης παρατηρούνται και αλλαγές στον αναπνευστικό ρυθμό συγκριτικά με τα ελαφριά στάδια του ύπνου ή της αφύπνισης και.

4.1.9 Αισθητήρες ραντάρ

Οι αισθητήρες ραντάρ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανέπαφοι μέθοδοι αφής με ασύρματη ανίχνευση κίνησης και αναπνοής (Costanzo, 2019). Τα θέματα αυτά μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να σταθεροποιηθεί ο ύπνος.

4.1.10 Ήχος

Υπάρχουν μικρόφωνα τα οποία είναι τοποθετημένα σε διαφορετικές διαμορφώσεις και χρησιμοποιούνται για να εγγράψουν σήματα ήχου κατά τη διάρκεια του ύπνου. Τα σήματα αυτά καταγράφουν τις αλλαγές στην έκταση του αναπνευστικού ήχου, του ροχαλητού καθώς και άλλων ήχων εξαιτίας απότομων κινήσεων οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σταδιοποιηθεί ο ύπνος (Dafna et al., 2015).

4.1.11 Ρινική ροή αέρα

Οι αισθητήρες θερμικής ροής αέρα (θερμίστορ ή μετατροπείς) χρησιμοποιούνται για μετρηθεί η ροή του αέρα μέσα από τη μύτη. Από το σήμα της ρινικής ροής αέρα μπορούν να φανούν

αλλαγές στην αναπνοή, οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν χρήσιμες για να προσδιοριστούν τα στάδια του ύπνου (Mcnicolas et al., 1993).

4.1.12 Αισθητήρες σόναρ

Παρόμοια με τους αισθητήρες ραντάρ, οι αισθητήρες σόναρ έχουν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης ανέπαφα και ασύρματα ανιχνεύοντας την κίνηση και την αναπνοή, ενώ στη συνέχεια μπορούν να ανιχνεύσουν τα διαφορετικά στάδια ύπνου.

4.1.13 Ηλεκτροδερμικοί αισθητήρες δραστηριότητας

Οι αισθητήρες ηλεκτροδερμικής δραστηριότητας (EDA) χρησιμοποιούνται για να μετρηθεί η αγωγιμότητα του δέρματος στα δάχτυλα, στην παλάμη ή τον καρπό. Είναι γνωστό ότι τα επίπεδα EDA είναι υψηλότερα στα βαθιά στάδια του ύπνου συγκριτικά με τα ελαφρύτερα και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαφοροποιηθούν τα στάδια N2 και N3 από τα υπόλοιπα (Sano et al., 2014).

4.2 Αισθητήρες γλυκόζης

4.2.1 Αισθητήρες ζαχάρου

Η γλυκόζη του αίματος θεωρείται ένας εξαιρετικά σημαντικός δείκτης στην ιατρική περίθαλψη εξαιτίας της στενής σχέσης ανάμεσα στο επίπεδο ζαχάρου στο αίμα και πολλών ασθενειών, όπως είναι η παχυσαρκία, ο διαβήτης τύπου 2 και η καρδιαγγειακές παθήσεις. Μεταξύ αυτών, μια σημαντική χρόνια ασθένεια την οποία αντιμετωπίζουν οι σύγχρονοι άνθρωποι αποτελεί ο διαβήτης (Zhu et al., 2020). Ο αριθμός των ασθενών τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις ανεπτυγμένες χώρες, παρουσιάζει ένα αρκετά υψηλό αριθμό. Καθώς ο διαβήτης οδηγεί σε διάφορες μεταβολικές διαταραχές, μπορεί να υπάρξει στενή σχέση ανάμεσα σε αυτόν και σε πολλές άλλες ασθένειες, όπως είναι οι καρδιακές παθήσεις, η νευρική βλάβη και η νεφρική νόσος. Ένα πολύ σημαντικό μέρος της θεραπείας και της διάγνωσης του διαβήτη, αποτελεί και η παρακολούθηση της γλυκόζης του αίματος. Συνεπώς, ένας γρήγορος έλεγχος της γλυκόζης στο αίμα αποτελεί ένα πολύ σημαντικό θέμα στην ιατρική.

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τον έλεγχο γλυκόζης αποτελούν οι ηλεκτροχημικοί αισθητήρες και χρησιμοποιούνται εμπορικά με μεγάλη επιτυχία (Zhang et al., 2020; Zheng et al., 2020). Οι ηλεκτροχημικοί αισθητήρες γλυκόζης περιλαμβάνουν ενζυμικούς και μη ενζυματικούς αισθητήρες. Μεταξύ τους οι μη ενζυματικοί ηλεκτροχημικοί αισθητήρες είναι βασισμένοι στην άμεση ηλεκτροχημική οξείδωση της γλυκόζης με την επιφάνεια του ηλεκτροδίου (Karimi-Maleh et al., 2021). Οι ενζυματικοί ηλεκτροχημικοί αισθητήρες είναι βασισμένοι στην ειδική αντίδραση που γίνεται ανάμεσα στην οξειδάση της γλυκόζης και τη γλυκόζη, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα σήμα ανίχνευσης (Sehit και Altintas, 2020). Και για τα δύο ενζυματικούς και μη ενζυματικούς ηλεκτροχημικούς αισθητήρες, με τη χρήση κατάλληλων νανοϋλικών στη διαδικασία συναρμολόγησης, μπορεί να βελτιωθεί η ευαισθησία του αισθητήρα (Fan et al., 2021).

4.2.2 Ηλεκτροχημικοί αισθητήρες γλυκόζης

Ο αισθητήρας γλυκόζης αποτελείται από ένα τροποποιημένο ηλεκτρόδιο, το οποίο μπορεί να καταλύσει επιλεκτικά την οξείδωση της γλυκόζης στην επιφάνεια του ηλεκτροδίου και από έναν μορφοτροπέα, ο οποίος μπορεί να μετατρέψει το χημικό σήμα της αντίδρασης σε ηλεκτρικό σήμα και να εμφανιστεί από ένα όργανο (Zhang et al., 2021). Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων γλυκόζης οι οποίοι μπορούν να κατασκευαστούν εφαρμόζοντας διαφορετικά τροποποιημένα ηλεκτρόδια. Σύμφωνα με την παρουσία της οξειδάσης γλυκόζης (GOx) στο τροποποιημένο ηλεκτρόδιο, οι αισθητήρες γλυκόζης μπορούν να χωριστούν σε 2 κατηγορίες : αισθητήρες GOx και μη ενζυμικούς αισθητήρες γλυκόζης (NEG). Ο σχηματισμός των αισθητήρων GOx γίνεται με την ακινητοποίηση του GOx στην επιφάνεια ενός τροποποιημένου ηλεκτροδίου συνδυαστικά με μια ηλεκτροχημική συσκευή (Lipińska et al., 2021). Το πρώτο τροποποιημένο ηλεκτρόδιο με βάση το ένζυμο αναπτύχθηκε από τους Clark and Lyons το 1962 (Clark and Lyons, 1962).

Το πρώτο τροποποιημένο ηλεκτρόδιο με βάση το ένζυμο παρασκευάστηκε από τους Urdike και Hicks το 1967 ως ηλεκτροχημικός αισθητήρας γλυκόζης για τον ποσοτικό προσδιορισμό της γλυκόζης σε ορό (Urdike and Hicks, 1967). Από τότε, οι αισθητήρες GOx μελετήθηκαν εκτενώς, ενώ κατασκευάστηκαν και διαφορετικοί τύποι αισθητήρων GOx. Καθώς υπάρχουν διαφορετικοί δέκτες ηλεκτρονίων υπάρχουν και τρεις γενιές αισθητήρων GOx. Ο αισθητήρας

GOx πρώτης γενιάς, χρησιμοποιεί οξυγόνο ως αποδέκτη ηλεκτρονίου. Το GOx μειώνει το οξυγόνο σε υπεροξειδίο του υδρογόνου όταν υπάρχει παρουσία γλυκόζης, καθορίζοντας τη συγκέντρωση της γλυκόζης με το να μετρήσει τη μείωση της συγκέντρωσης οξυγόνου ή την αύξηση της συγκέντρωσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου, όσο διαρκεί η αντίδραση. Οι αισθητήρες της πρώτης γενιάς ωστόσο, θεωρούνται ευαίσθητοι στο να συγκεντρώσουν οξυγόνο στο περιβάλλον ανίχνευσης, ενώ παρουσιάζουν και κακή αντιπαρεμβολή ιδιοκτησίας (Walker and Dick, 2021). Συνυπάρχοντα ήδη σε υψηλό δυναμικό επίπεδο όπως είναι το ουρικό οξύ και το ασκορβικό οξύ, μπορούν να μειώσουν την ακρίβεια και την επιλεκτικότητα των αισθητήρων.

Η ελαχιστοποίηση του προβλήματος αυτού, μπορεί να γίνει με τη χρήση μιας μεμβράνης permselective, μειώνοντας έτσι την πρόσβαση που θα έχει ο παρεμβολέας στην επιφάνεια του αισθητήρα. Ο αισθητήρας GOx δεύτερης γενιάς χρησιμοποιεί έναν μεσολαβητή μεταφοράς ηλεκτρονίων αντί για το οξυγόνο ως δέκτη ηλεκτρονίων, ο οποίος μπορεί να ξεπεράσει τον περιορισμό του οξυγόνου του αισθητήρα GOx πρώτης γενιάς. Οι μεσολαβητές ηλεκτρονίων επιλέγουν τα μικρά οξειδοαναγωγικά δραστικά μόρια, όπως για παράδειγμα παράγωγα σιδηροκενίου, κινόνες, αγωγιμα οργανικά άλατα και σιδηροκυανίδια. Τα μόρια αυτά, μπορούν να αποδώσουν γρήγορα παρουσιάζοντας αναστρέψιμες αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Μπορούν επίσης να επιτύχουν τη μεταφορά των ηλεκτρονίων ανάμεσα στην ανενεργή θέση του ενζύμου και της επιφάνειας του ηλεκτροδίου, αυξάνοντας το ρυθμό που παρουσιάζουν οι ενζυματικές αντιδράσεις. Ο μεσολαβητής ηλεκτρονίων ωστόσο, μπορεί να διαχέεται εύκολα από το στρώμα ενζύμου στο υπόστρωμα, κάτι το οποίο μπορεί να επηρεάσει τη σταθερότητα του αισθητήρα.

Ο αισθητήρας GOx τρίτης γενιάς, δεν απαιτεί μόρια οξυγόνου ή μόρια μεσολαβητή μεταφοράς ηλεκτρονίων ως αποδέκτες ηλεκτρονίων συγκριτικά με τις δύο προηγούμενες γενιές αισθητήρων GOx (Dahiya et al., 2020). Η κατασκευή τους γίνεται ακινητοποιώντας το ένζυμο απευθείας στο τροποποιημένο ηλεκτρόδιο, έτσι ώστε η ενεργή θέση του ενζύμου να βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση με το ηλεκτρόδιο μεταφοράς ηλεκτρονίων. Κάτι τέτοιο μπορεί να βελτιώσει την επιλεκτικότητα και την ευαισθησία του αισθητήρα γλυκόζης. Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται για να ακινητοποιηθούν τα ένζυμα, συχνά αποτελούν οργανικές αγωγές με σύνθετες μεμβράνες, μη μεταλλικά ή και μεταλλικά νανοσωματίδια και πολυμερείς οργανικές αγωγίμες μεμβράνες. Ο αριθμός μεταφοράς ηλεκτρονίων ωστόσο, της τρίτης γενιάς αισθητήρων GOx, είναι ακόμα περιορισμένος. Οι αισθητήρες GOx παρουσιάζουν καλή ευαισθησία και

επιλεκτικότητα, αλλά υπάρχουν ακόμα κάποια προβλήματα όπως είναι η πολύπλοκη διαδικασία κινητοποίησης των ενζύμων τα οποία είναι επιρρεπή σε μετουσίωση και απενεργοποίηση.

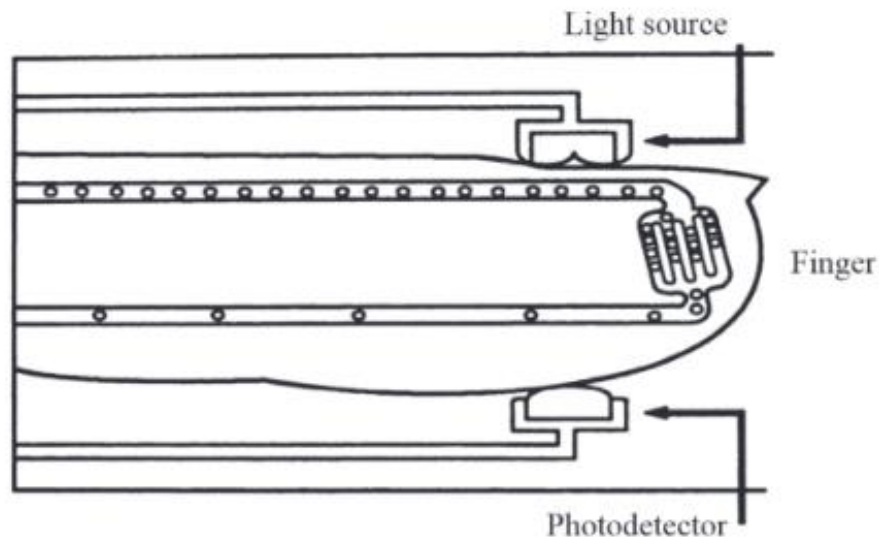
Η ποσότητα των ενζύμων τα οποία κινητοποιούνται κάθε φορά, δεν μπορούν να είναι ελεγχόμενα με ακρίβεια (Khalaf et al., 2020). Επιπρόσθετα, χρησιμοποιώντας ένζυμα, περιορίζονται από εξωτερικές συνθήκες όπως είναι η υγρασία, η θερμοκρασία και το pH. Συνεπώς, η ανάπτυξη των αισθητήρων γλυκόζης χωρίς ένζυμα (NEG) θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική. Επιπλέον, η απόδοση του βιοαισθητήρα μπορεί να εξαρτάται επίσης από το πάχος της ενζυματικής στρώσης, έχοντας ως αποτέλεσμα υψηλό πάχος στρώσης σε απόσβεση ή ακόμη και την απώλεια σήματος. Στην τροποποιημένη επιφάνεια ηλεκτροδίου του NEG δεν περιέχεται GOx. Ανάλογα με την ηλεκτροχημική μέθοδο ανίχνευσης που χρησιμοποιείται, οι ηλεκτροχημικοί αισθητήρες NEG μπορούν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες.

- Αισθητήρες ρεύματος
- Ποτενσιομετρικοί
- Βολταμετρικοί.

4.3 Αισθητήρες για κορεσμό αίματος

Τα παλμικά οξύμετρα έγιναν ένα απαραίτητο εργαλείο για να παρακολουθούν ασθενείς, τα οποία κυμαίνονται από τις μονάδες εντατικής θεραπείας και τα χειρουργεία στα νοσοκομεία, έως και την επίβλεψη διαταραχών ύπνου στο σπίτι των ασθενών. Είναι βασισμένα σε φωτοτεχνική τοπληθυσμογραφία για μη επεμβατική εκτίμηση του κορεσμού στο αρτηριακό αίμα με οξυγόνο (SpO₂). Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό δείκτη της καρδιοαναπνευστικής κατάστασης του ασθενούς, παρέχοντας το ποσοστό της αιμοσφαιρίνης η οποία δεσμεύεται με οξυγόνο στο αρτηριακό αίμα. Πράγματι, για υγιείς ασθενείς η πλειονότητα του μοριακού οξυγόνου (O₂) είναι συνδεδεμένη με την αιμοσφαιρίνη με ένα μόνο ένα μικρό κλάσμα που διαλύεται στο πλάσμα. Οι ασθενείς ωστόσο, οι οποίοι πάσχουν από αναπνευστικά προβλήματα ή από κάποιες γενετικές και μεταβολικές διαταραχές, μπορεί να φτάσουν σε επικίνδυνα χαμηλή ποσότητα οξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης (Haymond et al., 2005).

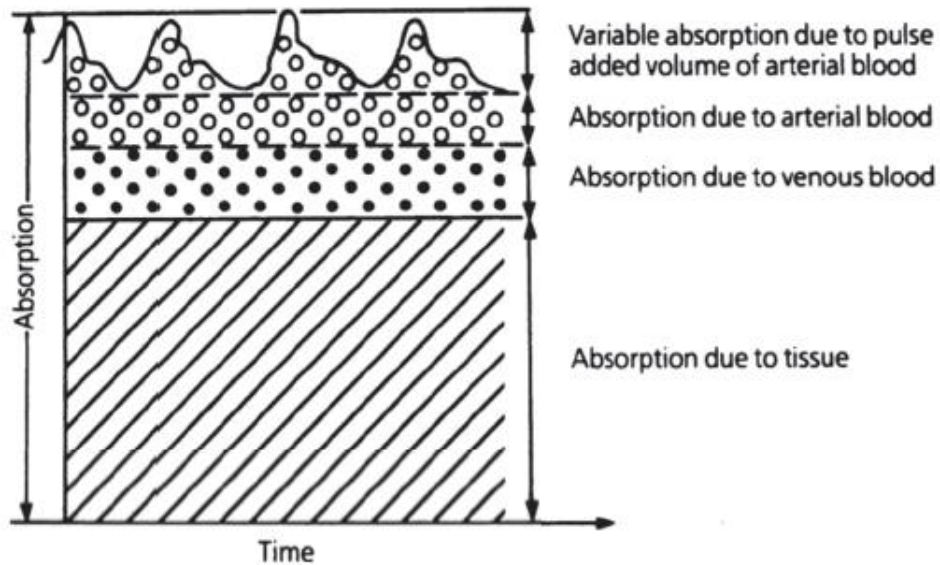
Κάποιες πρόσθετες πληροφορίες πέρα από τις εφαρμογές αυτές εκτός από την οξυγόνωση, μπορούν να προέλθουν με την τεχνική της φωτοπληθυσμογραφίας, δηλαδή μια κυματομορφή του φωτοπληθυσμογράμματος (PPG). Οι πρόσθετες αυτές πληροφορίες, μπορεί να περιλαμβάνουν την αρτηριακή ακαμψία, την αιμάτωση των ιστών και τον καρδιακό ρυθμό (Cannesson et al.,2005). Με τη χρήση κλασικών παλμικών οξυμέτρων ο κορεσμός του αρτηριακού αίματος (SpO₂) θεωρείται ότι υπολογίζεται με μια οπτική διάταξη η οποία λειτούργησε σε καλά διαχυμένο ιστό, όπως είναι στο λοβό του αυτιού ή στο δάχτυλο. Η διάταξη αυτή συνήθως αποτελείται από 2 διόδους εκπομπής φωτός (LED), συνήθως κόκκινο στα 660 nm και υπέρυθρο στα 940 nm, ενώ εναλλακτικά μπορεί να λάμπει μέσα από τον ιστό και στην αντίθετη πλευρά να υπάρχει ένας ανιχνευτής, ο οποίος μετράει το εκπεμπόμενο φως το οποίο δεν απορροφήθηκε από τα απορροφητικά φώτος δαχτύλου, όπως είναι στα οστά, στα νύχια, το δέρμα και το αίμα όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 9 : Οπτική ρύθμιση (Schnapp and Cohen, 1990)

Η ευρεία χρησιμοποίηση αυτών των μηκών κύματος εξαιτίας των οπτικών ιδιοτήτων της αιμοσφαιρίνης : στα 660 nm, η αποοξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη (δεοξυαιμοσφαιρίνη ή Hb) απορροφά περισσότερο φως από την οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη (οξυαιμοσφαιρίνη ή HbO₂) ενώ στα 940 nm, η οξυαιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο φως από τη δεοξυαιμοσφαιρίνη. Η αναλογία που εμφανίζεται ανάμεσα σε 2 συντελεστές απορρόφησης θεωρείται περίπου δεκαπλάσια (Nitzan and Taitelbaum, 2008). Από το σημείο αυτό και με κάποιο ηλεκτρικό

κύκλωμα σηματοδοτείται από το PPG στην απόκτηση 660 nm και 940 nm. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η τυπική τους κυματομορφή. Η αναλογία AC/DC των αντίστοιχων συστατικών του αίματος εξαρτάται από την οξυγόνωση. Στη συνέχεια, γίνεται εμπειρική βαθμονόμηση του SpO₂ (Nitzan and Romem, 2014). Η προσέγγιση αυτή ωστόσο, φαίνεται ότι παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς.



Εικόνα 10 : Τυπικό σήμα πληθυσμογράφου (Schnapp and Cohen, 1990).

Κεφάλαιο 5^ο

5. Συμπεράσματα

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (the internet of things) το οποίο αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες και έξυπνες τεχνολογίες στον 21ο αιώνα, επίσης ευθύνεται για τη δημιουργία των μεγάλων έξυπνων και σύγχρονων συστημάτων όπως είναι η έξυπνη πόλη, η έξυπνη γεωργία και η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη και αλλά πολλά. Για να μπορέσει να επιτραπεί η λήψη έξυπνων αποφάσεων, οι ανταλλαγές πληροφοριών και οι δωρεάν επικοινωνίες, θεωρείται απαραίτητη η ενσωμάτωση ενεργοποιητών και αισθητήρων στη χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων. Το διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελεί μία από τις κύριες τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία της διάχυτης υπολογιστικής προσέγγισης, αλλά εξακολουθεί ωστόσο να μη θεωρείται mainstream όπως η κατανεμημένη τεχνολογία υπολογιστών.

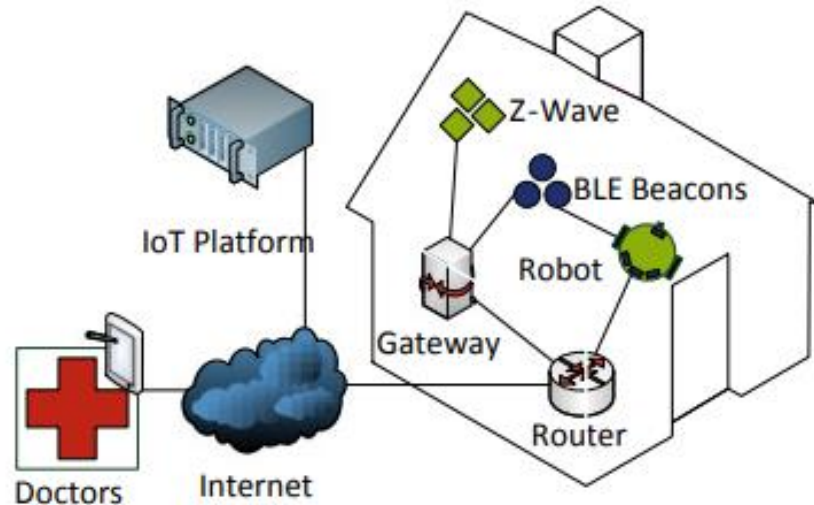
Η τρέχουσα έρευνα στον τομέα του IoT είναι πολλαπλή. Πολύ σχετική θεωρείται και η έρευνα στον τομέα της σταθερότητας, ανθεκτικότητας και της αξιοπιστίας. Επί του παρόντος, τα θέματα αυτά θεωρούνται συναφή κυρίως στη βιομηχανία παραγωγής και επεξεργασίας και γενικά στον τομέα της βιομηχανίας 4.0. Μια νέα υιοθέτηση του διαδικτύου των πραγμάτων, είναι η υιοθέτηση στην υγεία και τον ιατρικό τομέα. Στους τομείς αυτούς, οι προαναφερθείσες παράμετροι και απαιτήσεις θεωρούνται οπωσδήποτε μεγάλης σημασίας με την ιδέα ενός διαδικτύου των πραγμάτων προσανατολισμένο στις υπηρεσίες να θεωρείται ζωτικής σημασίας. Όταν μιλάμε για χιλιάδες ιατρικές συσκευές σε δίκτυα, η επεκτασιμότητα θα πρέπει να έχει άμεσα αντίκτυπο στην απόδοση, την ευρωστία και την αξιοπιστία.

Τα εργαλεία συμβατότητας και μια αυξημένη προσέγγιση μπορεί να εξασφαλίσει ένα εύρος επιπτώσεων για μια σειρά εξειδικευμένων και κυρίαρχων αγορών. Ο αντίκτυπος συνεχίζεται επίσης μέχρι να τελειώσει ο νόμος του Moore, μέχρι τον οποίο θα θεωρείται ότι υπάρχει μια σύγκλιση ανάμεσα σε αυτές τις χωριστές αγορές και στην ικανότητα να ενσωματωθούν οι

υπερυπολογιστές τους σήμερα σε ένα ενιαίο τσιπ. Τα δίκτυα στοιχείων λογισμικού, τα οποία υποστηρίζουν τη δυνατότητα σύνθεσης σε σύνθετα και μεγάλα συστήματα, θα έχουν και πάλι άμεσο αντίκτυπο σε όλες τις κατανεμημένες εφαρμογές υπολογιστών. Εμφανίστηκε μια μικρή αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο έγινε η ανάπτυξη κατανεμημένων πολύπλοκων προσανατολισμένων στην απόδοση συστημάτων τις τελευταίες δεκαετίες και έτσι η προσέγγιση αυτή μπορεί να απλοποιήσει ριζικά τη σύνθεση αυξάνοντας την παραγωγικότητα του προγραμματιστή. Θεωρείται ανάλογο με την εισαγωγή της ισχυρής πληκτρολόγησης σε κανονικές γλώσσες πριν 50 χρόνια, με τα οφέλη όμως να μεγεθύνονται, καθώς τα ταυτόχρονα συστήματα θεωρούνται εγγενώς πιο επιρρεπή σε σφάλματα και πιο πολύπλοκα από τις διαδοχικές γλώσσες.

Με τον συνδυασμό των καινοτόμων αυτών προσεγγίσεων με αυτοοργανωμένες συσκευές σε ένα δίκτυο, μπορεί να παρασχεθεί μια υπηρεσία στην οποία τα στοιχεία προσαρμόζονται ανάλογα με τις οδηγίες, το περιβάλλον ή το κράτος και τις συμβάσεις τους, ανοίγοντας απεριόριστες ευκαιρίες εφαρμογής όχι μόνο σε υπάρχοντες τομείς όπως είναι τα πολυμέσα, η ασφάλεια και η ιατρική, αλλά επίσης και σε νέες αγορές και καθημερινές υπηρεσίες, οι οποίες προσανατολίζονται στο χρήστη για τις δημόσιες υπηρεσίες, όπως είναι η αστυνομία και η ασφάλεια, της επιχείρησης όπως είναι η επικοινωνία και ενημέρωση και το ευρύ κοινό. Το αυτοοργανωμένο δίκτυο υπηρεσιών μπορεί να ανοίξει το δρόμο για μελλοντικές σύγχρονες προσεγγίσεις. Οφείλει επίσης να διερευνηθεί περισσότερο σε βάθος η ανάπτυξη του *IoS* σε κρίσιμα περιβάλλοντα για την ασφάλεια, όπως είναι η υγειονομική περίθαλψη και ιατρική. Κάποια έργα της Ευρωπαϊκής Ένωσης εισήγαγαν πολύ σύγχρονες ιδέες για αυτό. Στο έργο λοιπόν, της Ευρωπαϊκής Ένωσης *RADIO* για παράδειγμα, αναπτύχθηκε μια ρομποτική πλατφόρμα συνδυαστικά με τον αυτοματισμό σπιτιού για να υποστηριχθούν οι ηλικιωμένοι με χρόνιες ασθένειες (Antonopoulos et al., 2020) (Keramidas et al., 2020).

Για παράδειγμα αυτό το ίδιο δίκτυο δεν θεωρείται ομοιογενές όπως θα μπορούσε να είναι με την τεχνολογία 5G. Όπως λοιπόν απεικονίζεται στην Εικόνα 10, το δίκτυο των συσκευών στο *RADIO* αποτελείται από το παραδοσιακό πρότυπο WiFi, Bluetooth και Zigbee.



Εικόνα 11 : Το δίκτυο των συσκευών RADIO

Η πύλη και ένας δρομολογητής συνδυάζουν τις εργασίες αυτές, έχοντας όλα τα δίκτυα για να μπορέσουν να σχηματίσουν μια ενοποιημένη ροή δεδομένων προς το γιατρό. Μια επόμενη γενιά μιας τέτοιας εγκατάστασης θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει σίγουρα τεχνολογία 5G. Ωστόσο, εάν δεν ενδείκνυται ένας αυτοματισμός σπιτιού 5G, δεδομένου ότι η τεχνολογία επί του παρόντος θεωρείται υπερβολικά δαπανηρή και επιπλέον όχι στην περιοχή με τη διαρροή ισχύος στην οποία θα επιτρεπόταν η ανάπτυξη, όπως για παράδειγμα σε ένα απλό διακόπτη φώτων. Σε κάποια μελλοντικά σενάρια όπου θα είναι συνδεδεμένα στα νοσοκομεία οι συσκευές 5G, ο κτιριακός αυτοματισμός στην περίπτωση που συνδεθεί με το σύνολο του δικτύου, θα χρειάζεται μια πύλη για πρόσβαση στο δίκτυο 5G. Από τεχνολογικής άποψης, αυτό δεν αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση κι έτσι συνεπώς δεν αποτελεί και μειονέκτημα.

Η πρόκληση εδώ, θεωρούνταν η ετερογένεια καθώς επίσης και τα διαφορετικά πρότυπα στα σπίτια αυτοματισμού συγκριτικά με μια εντελώς νέα συσκευή το ρομπότ. Κάτι τέτοιο μπορεί να δείξει ένα επερχόμενο πρόβλημα στα διαφορετικά πρότυπα επικοινωνίας, τα πρωτόκολλα δηλαδή τα οποία βρίσκονται ακόμη και σε φυσικό επίπεδο και θεωρούνται υπερβολικά αποκλειστικά και συνεπώς δεν μπορούν να επιτρέψουν τη διαλειτουργικότητα ανάμεσα στις συσκευές. Επίσης, θα μπορούσε να δημιουργηθεί από το ίδιο το IoS ένα πρότυπο για μελλοντική αξιοποίηση ίσως και πρωτοπόρο, το οποίο θα μπορούσε να είναι ο τομέας της ιατρικής και της υγείας (Antonopoulos et al., 2020).

Οι περιορισμοί που υπάρχουν στην PSG εξαιτίας του κόστους και της χωρητικότητας, οδήγησαν σε μια σειρά από διερεύνηση διαφορετικών αισθητηριακών μεθόδων για να ανιχνευθεί και να σταδιοποιηθεί ο ύπνος. Παρότι υπάρχουν προβλήματα με το PSG, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι, με τη χρήση ενός τρόπου μεμονωμένης ανίχνευσης, μπορεί το ΗΕΓ να αποτελέσει μακράν τη δημοφιλέστερη επιλογή, δεδομένου ότι συμμορφώνεται σε γενικές γραμμές με τις οδηγίες βαθμολόγησης AASM. Υπάρχουν αρκετά ζητήματα αξιοπιστίας και χρηστικότητας με τη χρήση του ΗΕΓ. Κάποιες πρόσφατες πρόοδοι ωστόσο, σε περιοχές του EEG που φοριέται όπως το EEG-Ear και τα ηλεκτρόδια που μοιάζουν με τατουάζ, θεωρείται ότι είναι πιθανόν να βοηθήσουν με αυτά βελτιώνοντας την πιθανότητα λήψης αξιόπιστων σημάτων κατά τη διάρκεια του ύπνου. Με τη χρήση ενός συνδυασμού αισθητήρων, το PPG και η επιταχυνσιομετρία μαζί αποτελούν την πιο δημοφιλή επιλογή.

Κάτι τέτοιο οφείλεται εν μέρει στο ότι οι αισθητήρες αυτοί θεωρούνται ευρέως διαθέσιμοι σε σημεία βολικά στον καρπό και σε καταναλωτικές συσκευές. Ανεξάρτητα ωστόσο από την ευκολία στη χρήση, ο συνδυασμός αυτός της μεθόδου αίσθησης δεν μπορεί να είναι σε θέση αναγνώρισης όλων των σταδίων του ύπνου με την ακρίβεια της να είναι επίσης χαμηλότερη συγκριτικά με το ΗΕΓ. Περαιτέρω, ως αποτέλεσμα της χαμηλής ακρίβειας των εμπορικών συστημάτων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν από τη μέθοδο της αίσθησης για να σταδιοποιηθεί ο ύπνος, δεν μπορούν να θεωρηθούν κατάλληλη εναλλακτική λύση PSG. Φαίνεται λοιπόν ότι ένα φορητό ΗΕΓ μπορεί να θεωρηθεί ακριβέστερο συγκριτικά με το PPG και την επιταχυνσιομετρία, ενώ η τελευταία αποτελεί ακόμα μια πιο ελκυστική επιλογή στην περίπτωση που η χρηστικότητα θεωρείται πιο σημαντική. Άλλοι τρόποι ανίχνευσης όπως είναι οι αισθητήρες ΗΚΓ, πίεσης, είναι τα ραντάρ που θεωρούνται επίσης πολύ περισσότερο φιλικά ως προς το χρήστη επιλέγοντας με περιορισμούς στα στάδια του ύπνου τα οποία μπορούν να διακρίνουν αξιόπιστα.

Η τελική μοίρα της δομής του διαδικτύου των πραγμάτων είναι εξαρτημένη από τον συντονισμό ανάμεσα στον κοινωνικό κόσμο, τον κυβερνο κόσμο και το φυσικό κόσμο. Η ανασκόπηση των κύριων γενικών δυσκολιών, οι οποίες επηρέασαν σημαντικά την έκθεση του διαδικτύου των πραγμάτων, όπως για παράδειγμα είναι η ασφάλεια, η ετερογένεια, δικτύωση, η επικοινωνία και Qos. Όλο αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κλίμα του διαδικτύου των πραγμάτων, ως ένα πλούσιο σημείο έρευνας καθώς και μια ακμάζουσα περιοχή για εξέταση ειδικά στο θέμα που

μπορεί να παρουσιάσει με τον συντονισμό με το cloud computing, κάτι το οποίο μπορεί να δώσει νέα τοπία αντιμετώπισης έξυπνων εφαρμογών και υπηρεσιών.

Βιβλιογραφία

Ako, M., Kawara, T., Uchida, S., Miyazaki, S., Nishihara, K., Mukai, J., Hirao, K., Ako, J., and Okubo, Y. (2003). Correlation between electroencephalography and heart rate variability during sleep. *Psychiatry Clin. Neurosci.* 2003, 57, 59–65

Allen J., (2007). Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiol. Meas.* 2007, 28, R1–R39

Ankit Narendrakumar Soni (2018). Data Center Monitoring using an Improved Faster Regional Convolutional Neural Network. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 7(4), 1849-1853. doi:10.15662/IJAREEIE.2018.0704058

Ankit Narendrakumar Soni (2018). Smart Devices Using Internet of Things for Health Monitoring. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 7(5), 6355-6361. doi:10.15680/IJIRSET.2018.0705233

Antonopoulos C.P. (2020). Toward an ICT-based service oriented healthcare paradigm, in *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol. 9, no. 4, 1 July 2020, pp. 77–82. <https://doi.org/10.1109/mce.2020.2969202>

Atzori L., Iera A., and Morabito G, The Internet of Things: Survey. *Computer networks*, 2787–2805.

Bergstrom-Lehtovirta J., Boring S., and Hornbæk K., (2017). Placing and Recalling Virtual Items on the Skin. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1497–1507. <https://doi.org/10.1145/3025453.3026030>

Botta A., Donato De W., Persico V., & Pescapé A., 2016. “Integration of cloud computing and internet of things: a survey” *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700, 2016.

Cannesson M., Besnard C., Durand P., Bohe J., and Jacques D., (2005). Relation between respiratory variations in pulse oximetry plethysmographic waveform amplitude and arterial pulse pressure in ventilated patients, *Crit. Care* 9 (5) (2005) 562.

Chang, W.Y., Huang, C.C., Chen, C.C., Chang, C.C., and Yang, C.L., (2014). Design of a Novel Flexible Capacitive Sensing Mattress for Monitoring Sleeping Respiratory. *Sensors* 2014, 14, 22021–22038.

Clark, L. C., Jr, and Lyons, C. (1962). Electrode Systems for Continuous Monitoring in Cardiovascular Surgery. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 102, 29–45. doi:10.1111/j.1749-6632.1962.tb13623.x

Collier S.E., 2016. “The emerging enernet: Convergence of the smart grid with the internet of things”, *IEEE Industry Applications Magazine*, 23(2), 12-16, 2016.

Costanzo S., (2019). Software-Defined Doppler Radar Sensor for Human Breathing Detection. *Sensors* 2019, 19, 3085.

Cyril Cecchinel, Matthieu Jimenez, Sebastien Mosser, Michel Riveill, 2014 An Architecture to Support the Collection of Big Data in the Internet of Things, Services (SERVICES), 2014 IEEE World Congress on, 442-449.

Dafna E., Rosenwein T., Tarasiuk A., and Zigel Y., (2015). Breathing rate estimation during sleep using audio signal analysis. In *Proceedings of the 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Milan, Italy, 25–29 August 2015; pp. 5981–5984

Dahiya, A. S., Thireau, J., Boudaden, J., Lal, S., Gulzar, U., Zhang, Y., et al. (2020). Review- Energy Autonomous Wearable Sensors for Smart Healthcare: A Review. *J. Electrochem. Soc.* 167, 037516. doi:10.1149/2.0162003jes

Dash S.K., Sahoo J.P. , Mohapatra S., & Patil S.P. 2012. “Sensor-cloud: assimilation of wireless sensor network and the cloud”, *Advances in Computer Science and Information Technology. Networks and Communications*, 455-464, 2012.

Deloitte. (2023). Retrieved from :
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/LifeSciencesHealthCare/gx-lshc-medtech-iomt-brochure.pdf>

Distefano S., Merlino G., & Puliafito A., 2012. “Sensing and actuation as a service: A new development for clouds”, In Network Computing and Applications (NCA), 2012 11th IEEE International Symposium on (pp. 272-275), (2012, August).

Ebert C., and Jones C. (2009). Embedded software: facts, figures, and future. *Computer* 42(4), 42–52 (2009). <https://doi.org/10.1109/MC.2009.118>

Fan, B., Wang, Q., Wu, W., Zhou, Q., Li, D., Xu, Z., et al. (2021). Electrochemical Fingerprint Biosensor for Natural Indigo Dye Yielding Plants Analysis. *Biosensors* 11, 155. doi:10.3390/bios11050155

Firouzi F., Rahmani A.M., Mankodiya K., Badaroglu M., Merrett G.V., Wong P., & Farahani B., 2018. “Internet-of-Things and big data for smarter healthcare: from device to architecture, applications and analytics”, 2018.

Gannon M., Grossman T., and Fitzmaurice G., (2015). Tactum: A Skin-Centric Approach to Digital Design and Fabrication. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1779–1788. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702581>

Hakim A., (2011). Wrist Actigraphy. *Chest* 2011, 139, 1514–1527.

Haymond S., Carriapa R., Eby C.S., and Scott M.G., (2005). Laboratory assessment of oxygenation in methemoglobinemia, *Clin. Chem.* 51 (2) (2005) 434–444.

Holman D. and Vertegaal R. (2011). TactileTape: Low-Cost Touch Sensing on Curved Surfaces. In Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium Adjunct on User Interface Software and Technology (UIST '11 Adjunct). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 17–18. <https://doi.org/10.1145/2046396.2046406>

Honnet C., Perner-wilson H., Teyssier M., Fruchard B., Steimle J., Baptista A.C., and Strohmeier P., (2020). PolySense: Augmenting Textiles with Electrical Functionality using In-Situ Polymerization. In Proc. CHI

Hsin-Liu Cindy Kao, Christian Holz, Asta Roseway, Andres Calvo, and Chris Schmandt. (2016). DuoSkin: rapidly prototyping on-skin user interfaces using skin-friendly materials. In Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers. ACM, 16–23

Iber, C., Ancoli-Israel, S., Chesson, A., and Quan, S. (2007). The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications; American Academy of Sleep Medicine: Westchester, IL, USA, 2007

ITU, 2014. InternetofThings, ,Retrieved from

<http://www.itu.int/en/publications/gs/pages/publications.aspx?parent=SPOLIR.IT2005&media=paper#InternetofThings,2015><http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>

Kaplan, V., Zhang, J., Russi, E., and Bloch K., (2000). Detection of inspiratory flow limitation during sleep by computer assisted respiratory inductive plethysmography. Eur. Respir. J. 2000, 15, 570–578

Karimi-Maleh, H., Ayati, A., Davoodi, R., Tanhaei, B., Karimi, F., Malekmohammadi, S., et al. (2021). Recent Advances in Using of ChitosanBased Adsorbents for Removal of Pharmaceutical Contaminants: A Review. J. Clean. Prod. 291, 125880. doi:10.1016/j.jclepro.2021.125880

Keramidas G., (2020). Optimizing the operational time of ambient assisting living robots, in IEEE Consumer Electronics Magazine, vol. 9, no. 3, 1 May 2020, pp. 97–104. <https://doi.org/10.1109/mce.2019.2959073>

Khalaf, N., Ahamad, T., Naushad, M., Al-hokbany, N., Al-Saeedi, S. I., Almotairi, S., et al. (2020). Chitosan Polymer Complex Derived Nanocomposite (AgNPs/ NSC) for Electrochemical Non-enzymatic Glucose Sensor. Int. J. Biol. Macromolecules 146, 763–772. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.11.193

Kleiner A., Farinelli A., Ramchurn S., Shi B., Maffioletti F., and Reffato R., (2013). RMAStBench: benchmarking dynamic multi-agent coordination in urban search and rescue, in

Proceedings of the 12th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2013) (Saint Paul, Minnesota, USA) 6–10 May 2013

Lenn-Wei Lin, Chien-Hung Chen, Chi-Yi Lin, 2013. Integrating QoS awareness with virtualization in cloud computing system for delay-sensitive application, *Future Generation Computer Systems*, 478–487.

Lin J., Yu W., Zhang N., Yang X., Zhang H. & Zhao W., 2017. “A survey on internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications”, *IEEE Internet of Things Journal*, 4(5), 1125-1142, 2017.

Lipińska, W., Siuzdak, K., Karczewski, J., Dołęga, A., and Grochowska, K. (2021). Electrochemical Glucose Sensor Based on the Glucose Oxidase Entrapped in Chitosan Immobilized onto Laser-Processed Au-Ti Electrode. *Sens. Actuators B Chem.* 330, 129409. doi:10.1016/j.snb.2020.129409

McNicholas W.T., Coffey M., and Boyle T., (1993). Effects of Nasal Airflow on Breathing during Sleep in Normal Humans. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993, 147, 620–623.

Miorandi D., Sicari S., De Pellegrini S., & Chlamtac I., 2012. “Internet of things: Vision, applications and research challenges”, *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497-1516, 2012.

Nitzan M., and Taitelbaum H., (2008). The measurement of oxygen saturation in arterial and venous blood, *IEEE Instrum. Meas. Mag.* 11 (3) (2008) 9–15.

Nitzan T., Romem A., and Koppel P., (2014). Pulse Oximetry: Fundamentals and Technology Update, *Medical Devices: Evidence and Research*, 2014, p. 231.

NXP Semiconductors. (2008). Application Note: Interfacing 4-wire and 5-wire resistive touchscreens.

Perera C., Zaslavsky A., Christen P., & Georgakopoulos D., 2014. “Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things”, *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 81-93, 2014.

Pietz J., and Royset J.O., (2013). Generalized orienteering problem with resource dependent rewards. *Naval Res. Logistics* 60, 294–312 (2013). <https://doi.org/10.1002/nav.21534>

Pothuganti Karunakar. 2013. ‘An Efficient Architecture for Lifting Based 3D-Discrete Wavelet Transform’ *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 2 Issue 12, December – 2013 ISSN: 2278-01

Rao B.P., Saluia P., Sharma N., Mittal A., & Sharma S. V., 2012. “Cloud computing for Internet of Things & sensing based applications”, In *Sensing Technology (ICST)*, 2012 Sixth International Conference on (pp. 374-380). IEEE.

Roopaei M., Rad P. & Choo K.K.R., 2017. “Cloud of Things in Smart Agriculture: Intelligent Irrigation Monitoring by Thermal Imaging”, *IEEE Cloud Computing*, 4(1), 10-15, 2017.

Sano A., Picard R.W., and Stickgold R., (2014). Quantitative analysis of wrist electrodermal activity during sleep. *Int. J. Psychophysiol.* 2014, 94, 382–389

Schnapp L.M., and Cohen N.H., (1990). Pulse oximetry. Uses and abuses, *Chest* 98 (5) (1990) 1244–1250. Review.

Sehit, E., and Altintas, Z. (2020). Significance of Nanomaterials in Electrochemical Glucose Sensors: An Updated Review (2016-2020). *Biosens. Bioelectron.* 159, 112165. doi:10.1016/j.bios.2020.112165

Sfar R., Natalizio E., Challal Y., & Chtourou Z., 2018. “A roadmap for security challenges in the Internet of Things”, *Digital Communications and Networks*, 118-137, 2018.

Soliman M., Abiodun T., Hamouda T., Zhou J., & Lung C.H., 2013. “Smart home: Integrating internet of things with web services and cloud computing”, In *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)*, 2013 IEEE 5th International Conference on (Vol. 2, pp. 317-320).

Stojkoska L.R., & Trivodaliev K.V., 2017. “A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions”, *Journal of Cleaner Production*, 140, 1454-1464, 2017.

Strohmeier P., Knibbe J., Boring S., and Hornbæk K. (2018). ZPatch: Hybrid Resistive/Capacitive ETextile Input. In Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '18). Association for Computing Machinery

Sudip Misra, P. Venkata Krishna, Harshit Agarwal, Anshima Gupta, Mohammed S.Obaidat, 2012 An Adaptive Learning Approach for Fault-Tolerant Routing in Internet of Things. IEEE Wireless Communications and Networking Conference: PHY and Fundamentals, 815 – 819.

Updike, S. J., and Hicks, G. P. (1967). The Enzyme Electrode. *Nature* 214, 986–988. doi:10.1038/214986a0

Vishal Dineshkumar Soni. (2018). ROLE OF AI IN INDUSTRY IN EMERGENCY SERVICES. *International Engineering Journal For Research & Development*, 3(2), 6. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/C67BM>

Vishal Dineshkumar Soni. (2018). IOT BASED PARKING LOT. *International Engineering Journal For Research & Development*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/9GSAR>

Walker, N. L., and Dick, J. E. (2021). Oxidase-loaded Hydrogels for Versatile Potentiometric Metabolite Sensing. *Biosens. Bioelectron.* 178, 112997. doi:10.1016/j.bios.2021.112997

Wobbrock J.O., Wilson A.D., and Li Y. (2007). Gestures without Libraries, Toolkits or Training: A \$1 Recognizer for User Interface Prototypes. In Proceedings of the 20th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '07). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 159–168. <https://doi.org/10.1145/1294211.1294238>

Zhang, M., Pan, B., Wang, Y., Du, X., Fu, L., Zheng, Y., et al. (2020). Recording the Electrochemical Profile of Pueraria Leaves for Polyphyly Analysis. *ChemistrySelect* 5, 5035–5040. doi:10.1002/slct.202001100

Zheng, Y., Zhu, J., Fu, L., and Liu, Q. (2020). Phylogenetic Investigation of Yellow Camellias Based on Electrochemical Voltammetric Fingerprints. *Int. J. Electrochem. Sci.* 15, 9622–9630. doi:10.20964/2020.10.54

Zhu, L., She, Z.-G., Cheng, X., Qin, J.-J., Zhang, X.-J., Cai, J., et al. (2020). Association of Blood Glucose Control and Outcomes in Patients with COVID-19 and Pre-existing Type 2 Diabetes. *Cel Metab.* 31, 1068–1077. doi:10.1016/j.cmet.2020.04.021