



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ [Ψηφιακής Τεχνολογίας]

ΤΜΗΜΑ [Πληροφορικής και Τηλεματικής]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ [Μεταπτυχιακό

Δίπλωμα Ειδίκευσης (Μ.Δ.Ε.) στην «Πληροφορική και
Τηλεματική»]

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ [Κατεύθυνση 1^η : Τεχνολογίες και εφαρμογές
ιστού]

**Τίτλος Εργασίας [ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ
ΥΓΕΙΑΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ]**

Διπλωματική Εργασία

Πατρικόπουλος Βάιος

Αθήνα, [2020]



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ [Ψηφιακής Τεχνολογίας]

ΤΜΗΜΑ [Πληροφορικής και Τηλεματικής]

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ [Μεταπτυχιακό

**Δίπλωμα Ειδίκευσης (Μ.Δ.Ε.) στην «Πληροφορική και
Τηλεματική»]**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ [Κατεύθυνση 1^η : Τεχνολογίες και εφαρμογές
ιστού]**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή [Μαντζάνα Βασιλική,
Ριζομυλιώτης Παναγιώτης, Μιχαήλ Δημήτριος]**

**Μαντζάνα Βασιλική
Επιβλέπουσα**

**Ριζομυλιώτης Παναγιώτης
Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου**

**Μιχαήλ Δημήτριος
Επίκουρος Καθηγητής – Πληροφορικής και Τηλεματικής**

Ο Πατρικόπουλος Βάιος δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΒΑΙΟΣ ΠΑΤΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ

Συγγραφή διπλωματικής εργασίας

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

**ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ
ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ,
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ**

Τίτλος Διπλωματικής

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στον Τομέα της Υγείας, εφαρμογές, προβλήματα και λύσεις

Ονοματεπώνυμο

Βάιος Πατρικόπουλος

©Copyright: Βάιος Πατρικόπουλος • Αθήνα, Σεπτέμβριος 2020

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν για την ολοκλήρωσή της παρούσας διπλωματική εργασία με θέμα "Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στον Τομέα της Υγείας, εφαρμογές, προβλήματα και λύσεις". Ειδικότερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Μαντζάνα Βασιλική, για την βοήθειά της, την καθοδήγηση καθώς και τις συμβουλές της για την διεκπεραίωση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου που κατάφεραν μέσα από πολλές δυσκολίες να μου παράσχουν τα μέγιστα για να πραγματοποιήσω τις σπουδές μου.

Σεπτέμβριος 2020

Περιεχόμενα

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
3. INTERNET OF THINGS (IoT)	7
3.1 INTERNETOFTHINGS (IoT).....	8
3.2 Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ IoT ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ	10
3.3 IoT ECOSYSTEM.....	12
3.4 Πλατφόρμες IoT – Εφαρμογές IoT - Λύσεις IoT	15
3.5 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ IoT	17
3.5.1 Δομικά στοιχεία αρχιτεκτονικής IoT	18
3.5.2 Παράδειγμα αρχιτεκτονικής Διαδικτύου των πραγμάτων	31
3.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	34
3.6.1 Καταναλωτικές	34
3.6.2 Οργανωτικές εφαρμογές	35
3.6.3 Βιομηχανικές εφαρμογές	36
3.6.4 Επεξεργασία γεωργίας	31
3.6.5 Επεξεργασία εφαρμογών υποδομής	31
3.6.6 Εγκαταστάσεις μητροπολιτικής κλίμακας	39
3.6.7 Ενεργειακή διαχείριση	40
3.6.8 Περιβαλλοντική παρακολούθηση Επεξεργασία.....	40
4. INTERNET OF MEDICALTHINGS (IoMT)	42
4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	41
4.2ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	41
4.2.1. Επισκόπηση της αγοράς	43
4.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	43
4.3.1. Τοπικά συστήματα και στρώμα ελέγχου.....	44
4.3.2. Συνδεσιμότητα συσκευής και επίπεδο δεδομένων	44
4.3.3Επίπεδο αναλυτικών λύσεων	44
4.4 ΓΕΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ	
4.4.1 Οφέλη του IoT στον τομέα της Ιατρικής περίθαλψης.....	45
4.4.2Εμπόδια του IoT στον τομέα της Ιατρικής περίθαλψης.....	47
4.4.1 Θέματα ασφαλείας του IoT στον τομέα της Ιατρικής περίθαλψης.....	49

5.1 Μεθοδολογία έρευνας.....	62
5.2 Ερωτηματολόγιο - Στατιστική Αποτίμηση - Απεικόνιση.....	65
6.Μελλοντικές Προοπτικές και Συμπεράσματα.....	80
7.Επίλογος.....	82
8.Βιβλιογραφία.....	84

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έχουν παρέλθει περίπου 44 χρόνια από τότε που το πρώτο ασύρματο τηλεφώνημα έγινε πραγματικότητα. Από τότε τα ασύρματα και κινητά δίκτυα έχουν περάσει μέσα από πολλές αλλαγές τα τελευταία χρόνια προκειμένου να εξυπηρετήσουν τις όλο και αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών τους.

Η αλματώδης ανάπτυξη των δικτύων έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη πολλών Τεχνολογιών. Μία πολλά υποσχόμενη ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία είναι το διαδίκτυο των πραγμάτων (InternetofThings - IoT). Συσσκευές

συνδέονται μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου για να εξυπηρετήσουν και διευκολύνουν τις ανθρώπινες ανάγκες.

Το Διαδίκτυο των ιατρικών πραγμάτων (Internet of Medical Things - IoMT) έρχεται να εξυπηρετήσει τον τομέα της Υγείας και να βελτιώσει την υγειονομική περίθαλψη και ειδικότερα την κατ' οίκον περίθαλψη. Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας τις εφαρμογές τα προβλήματα και τις λύσεις.

Το δεύτερο κεφάλαιο είναι μια εισαγωγή για την σπουδαιότητα του IoT τις εφαρμογές τις προκλήσεις και την επίδραση των βιομηχανιών στην ανάπτυξη του.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει διεξοδικά το IoT. Ασχολείται με την πολιτική που ακολουθεί η Ευρώπη. Αναλύει το Ecosystem, την Αρχιτεκτονική και τις εφαρμογές του IoT.

Το τέταρτο κεφάλαιο ασχολείται με το IoMT, συγκεκριμένα με τις Τεχνολογίες που κυκλοφορούν στην αγορά, την αρχιτεκτονική, τα οφέλη, εμπόδια, την προστασία των προσωπικών δεδομένων και τα μέτρα που λαμβάνονται προκειμένου να διατηρηθεί η ασφάλεια των μηχανημάτων από κακόβουλες επιθέσεις. Συμπεριλαμβάνεται ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε σε γιατρούς και ασθενείς και αφορά στη χρήση και αποδοτικότητα του IoT και στατιστική αποτίμηση.

Το πέμπτο κεφάλαιο ασχολείται με τις μελλοντικές προοπτικές και τα συμπεράσματα.

Το έκτο κεφάλαιο είναι ο επίλογος και ακολουθεί η βιβλιογραφία .

SUMMARY

It has been about 44 years since the first cordless phone call came true. Since then, wireless and mobile networks have undergone many changes in recent years to serve the growing needs of their users.

The rapid growth of networks has given impetus to the development of many Technologies. One promising widely used technology is the Internet of Things (IoT). Devices are interconnected via the internet to serve and facilitate human needs.

The Internet of Things (IoMT) aims to serve the health sector and improve healthcare, and in particular home care.

The second chapter is an introduction to the importance of IoT applications, challenges and the impact of industries on its development.

The third chapter analyzes the IoT in detail. It deals with the policy pursued by Europe. Analyzes the Ecosystem, the Architecture and the applications of IoT.

The fourth chapter deals with IoMT, specifically with the Technologies circulating in the market, the architecture, the benefits, the obstacles, the protection of personal data and the measures taken in order to maintain the security of the machines from malicious attacks. A questionnaire distributed to physicians and patients is included regarding the use and efficiency of the IoT and statistical evaluation.

The fifth chapter deals with future perspectives and conclusions.

The sixth chapter is the epilogue and finally follows the bibliography.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ζούμε και εργαζόμαστε σε ένα συνδεδεμένο κόσμο. Οι άνθρωποι είναι συνδεδεμένοι με διάφορες Τεχνολογίες που με την σειρά τους εξυπηρετούν συσκευές. Φορετές και μη φορητές συσκευές έχουν γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας. Το διαδίκτυο παίζει σημαντικό ρόλο σε αυτή την διασύνδεση. Με ένα smartphone ή tablet μέσω διαδικτύου, υπάρχει η δυνατότητα να ενημερωθεί κάποιος για την πρόγνωση του καιρού, τις τραπεζικές και χρηματιστηριακές συναλλαγές, τις πτήσεις της αεροπορικής εταιρίας που τον ενδιαφέρει, για τις τρέχουσες εξελίξεις μέσω ειδήσεων, ακόμα και να πληρώνει τις υποχρεώσεις του μέσω εφαρμογών ανέπαφων συναλλαγών.

Τελευταία εμφανίζονται στο προσκήνιο οι 'έξυπνες' συσκευές που είναι εξοπλισμένες με τους απαραίτητους αισθητήρες και ισχύ επεξεργασίας. Οι 'έξυπνες' συσκευές κατακλύζουν την αγορά και χρησιμοποιούνται στην κυριολεξία παντού για την καθημερινότητα αλλά και στη βιομηχανία. Ενισχύοντας την επιχειρηματικότητα το Internet of Things (IoT) είναι ένα από τα πιο καυτά θέματα της τεχνολογικής επικαιρότητας. Συνδέει ανθρώπους με ανθρώπους και ανθρώπους με συσκευές, επηρεάζει όχι μόνο τον τρόπο που ζούμε αλλά και τον τρόπο εργαζόμαστε. Το IoT είναι η σύνδεση οποιασδήποτε συσκευής στο Internet, αλλά και μεταξύ τους. Στη λογική αυτή περιλαμβάνονται τα κινητά, καφετιέρες, πλυντήρια, ψυγεία, ακουστικά, λάμπες, wearable συσκευές και όποια άλλη συσκευή ή στοιχείο διαθέτει κουμπί on/off.

Το IoT αποτελεί το «next big thing» και έχει τις προοπτικές να μειώσει τα κόστη, να προωθήσει την καινοτομία και να δημιουργήσει νέες και ενδιαφέρουσες εξελίξεις στο σύνολο των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. Η μείωση του κόστους του ασύρματου Internet, η κατασκευή ακόμα περισσότερων συσκευών με μικρό μέγεθος και βελτιωμένες επιδόσεις με Wi-Fi δυνατότητες και ενσωματωμένους αισθητήρες έδωσε τεράστια ώθηση στο IoT.

Για να δώσουμε μία προοπτική, αξίζει να αναφέρουμε πως η γνωστή εταιρεία αναλύσεων Gartner υπολογίζει πως ως το 2020 θα έχουν συνδεθεί περίπου 25 δις συσκευές. Το IoT επομένως είναι ένα τεράστιο δίκτυο συνδεδεμένων «πραγμάτων» (το οποίο επίσης περιλαμβάνει και ανθρώπους).

Το ερώτημα που συνήθως προκύπτει είναι «γιατί να θέλουμε τόσες συνδεδεμένες συσκευές να συνομιλούν μεταξύ τους»; Η απάντηση είναι πως η τεχνολογία αυτή είναι πρακτική, λειτουργική και απόλυτα χρηστική. Μπορούμε να αναφέρουμε δεκάδες παραδείγματα, όπως το ότι κατά τη διάρκεια της μμετάβασής μας σε ένα meeting, το αυτοκίνητό μας θα έχει πρόσβαση στο calendar, γνωρίζοντας την καλύτερη δυνατή διαδρομή που θα πρέπει να ακολουθήσουμε, και εφόσον υπάρχει μπουτιλιάρισμα, το αυτοκίνητό μας να ειδοποιήσει τους συνεργάτες μας πως θα καθυστερήσουμε. Μια ακόμα χρήση σε συνθήκες γραφείου είναι πως ο εξοπλισμός μας θα γνωρίζει πότε μειώνονται οι προμήθειές μας και αυτόματα θα προχωρά σε παραγγελίες.

Σε ακόμα πιο ευρύ πεδίο, το IoT θα μμπορεί να εφαρμοστεί σε τομείς όπως τα δίκτυα μεταφορών ή στις λεγόμενες «έξυπνες» πόλεις, με εντυπωσιακά αποτελέσματα στη μείωση απορριμμάτων, αλλά και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ένα συνδεδεμένο σύστημα μαζικών μμεταφορών σημαίνει πως η κυκλοφορία θα διεξάγεται ομαλότερα, καθώς θα αλλάζουν οι συνθήκες. Οι χρήστες των υπηρεσιών αυτών, λεωφορείων, τραίνων και τραμ θα μπορούν να λαμβάνουν άμεσες ειδοποιήσεις σχετικά με όποιες αλλαγές ή προβλήματα προκύψουν. Από την άλλη, η παρουσία αισθητήρων σε όλο το σπίτι θα ελέγχει τα επίπεδα δραστηριότητας, τις συνήθειες ύπνου ή λήψης φαρμακευτικής αγωγής των ενοίκων.

Μάλιστα, όσον αφορά τις επιχειρήσεις, το IoT βοηθάει στο ζήτημα της εξοικονόμησης της ενέργειας, χάρη στη χρήση αισθητήρων που θα αυτοματοποιούν το φωτισμό, το νερό, την θέρμανση, βασιζόμενοι στον αριθμό των εργαζομένων εντός των εγκαταστάσεων, της ακριβούς τους θέσης, καθώς και των καιρικών συνθηκών. Σε τελική ανάλυση, το IoT προσφέρει σχεδόν αναρίθμητες προοπτικές και δυνατότητες για συνδέσεις, πολλές από τις οποίες δεν μπορούμε ακόμα να φανταστούμε.

Ο τομέας της Υγείας και οι υπηρεσίες περίθαλψης περνάνε σε μια νέα εποχή τόσο λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης όσο και των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών. Το IoT παίζει σταδιακά όλο και μεγαλύτερο ρόλο στη σχέση του με την περίθαλψη μέσω έξυπνων και πρακτικών εφαρμογών.

Αρκετοί το χαρακτηρίζουν ως το Internet του μέλλοντός μας. Όπως και να έχει, το Internet of Things και ο φαινομενικά άσχετος τομέας της υγειονομικής περίθαλψης θα συγκλίνουν με μεγάλη ταχύτητα. Αυτό προκύπτει από την έκθεση «World wide Internet of Things Spending Guide», σύμφωνα με την οποία οι επιχειρήσεις υγειονομικής περίθαλψης θα επενδύσουν με τον ταχύτερο ρυθμό από ολόκληρη την αγορά, στην τεχνολογία IoT.

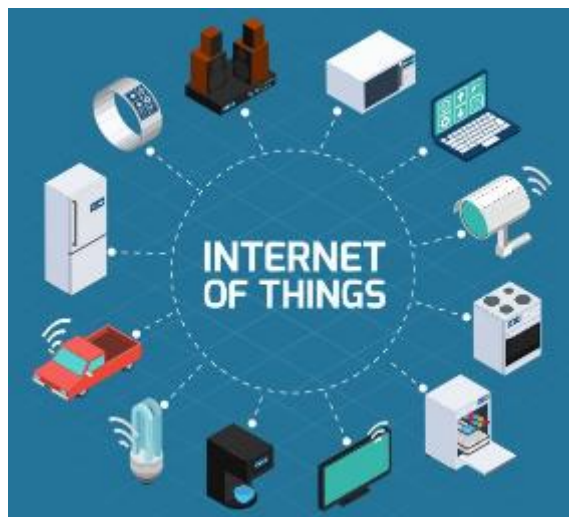
Συσκευές που μετράνε την πίεση, τον καρδιακό ρυθμό, τα επίπεδα σακχάρου και γενικά παρακολουθούν την υγεία ενός ασθενή, θα συμβάλουν στην πρόληψη απειλητικών για τη ζωή των ανθρώπων καταστάσεων.

3. INTERNET OF THINGS (IoT)

Ο ορισμός του IoT προτάθηκε αρχικά το 1999 από τον Kevin Ashton είναι ο ακόλουθος:

«Το Διαδίκτυο των αντικειμένων (Internet Of Things) ορίζεται ως ένα δίκτυο από φυσικά αντικείμενα που μπορούν να επικοινωνούν και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορίες και πραγματοποιώντας διάφορες ενέργειες»

Η έννοια "Things" (αντικείμενα ή πράγματα) δεν είναι αυστηρά συνδεδεμένη με ορισμένα προϊόντα. Αναφέρεται σε μία ευρεία ποικιλία συσκευών εντελώς διαφορετικών μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα αυτοκίνητα με ενσωματωμένους αισθητήρες, κάμερες, κλιματιστικά, φώτα, συστήματα ασφαλείας, smartwatches ακόμα και αυτοκίνητα των οποίων οι περίπλοκοι αισθητήρες εντοπίζουν αντικείμενα στην πορεία τους.. Βασικό χαρακτηριστικό όλων είναι η σύνδεση μεταξύ τους με απώτερο σκοπό την δυνατότητα του χρήστη να τα ελέγχει από έναν υπολογιστή ή κινητό.



Ακολουθεί ιστορική αναδρομή μετα σημεία κλειδιά για την ανάπτυξη του Internet of Things:

- ✓ 2011 η εταιρία Google χρησιμοποιώντας την ιδέα του Hubert (1967) επινόησε και δημιούργησε το project GoogleGlass.

- ✓ 1982 Internet TCP/IP, δίκτυα που ενώνονται μεταξύ τους, για να δημιουργηθεί το διαδίκτυο όπως το ξέρουμε σήμερα.
- ✓ 1973 από τον Mario Cardullo ξεκίνησε η χρήση RFID.
- ✓ 1983 αναπτύχθηκε η επικοινωνία «Machine to Machine»
- ✓ 1999 το MIT δημιουργεί το σύστημα EPC (Electronic Product Code) αναγραφής και λήψης δεδομένων σε αντικείμενα.
- ✓ 2008 η ομάδα IPSO συντάχθηκε με σκοπό να διαδώσουν όλα τα μελλοντικά σχέδια και προτάσεις του Internet of Things.
- ✓ 2010 εμφανίζεται στην αγορά ένα νέο standard με ονομασία Smart Bluetooth ή αλλιώς Bluetooth Low Energy (BLE), για διασύνδεση συσκευών στο IoT.
- ✓ 2014 η Apple ανακοίνωσε το HealthKit & HomeKit, με σκοπό την υλοποίηση της ιδέας του έξυπνου σπιτιού.

3.1 INTERNET OF THINGS (IoT)

Ο αρχικός ορισμός του IoT έχει εξελιχθεί λόγω της σύγκλισης πολλαπλών τεχνολογιών, ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, μηχανικής μάθησης, αισθητήρων εμπορευμάτων και ενσωματωμένων συστημάτων. [1] Τα παραδοσιακά πεδία των ενσωματωμένων συστημάτων, των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, των συστημάτων ελέγχου, του αυτοματισμού (συμπεριλαμβανομένου του αυτοματισμού σπιτιού και κτιρίων) και άλλα συμβάλλουν στην αξιοποίηση του IoT. Στην αγορά η τεχνολογία IoT είναι πιο συνώνυμη με προϊόντα που σχετίζονται με την έννοια του «έξυπνου σπιτιού», συμπεριλαμβανομένων και των συσκευών (όπως φωτιστικά, θερμοστάτες, συστήματα ασφαλείας, κάμερες και άλλες οικιακές συσκευές) που υποστηρίζουν ένα ή περισσότερα οικοσυστήματα και μπορούν να ελεγχθούν μέσω συσκευών που σχετίζονται με αυτό το οικοσύστημα, όπως smartphone και έξυπνα ηχεία.

Υπάρχουν ορισμένες σοβαρές ανησυχίες σχετικά με τους κινδύνους στην ανάπτυξη του IoT, ιδίως στους τομείς της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας, και κατά συνέπεια έχουν ξεκινήσει βιομηχανικές και κυβερνητικές κινήσεις για

την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης διεθνών προτύπων. [2]

Παρά τις ανησυχίες, η ιδέα της διασύνδεσης όλο και περισσότερων συσκευών καθημερινής χρήσης αποκτά ολοένα και περισσότερους οπαδούς και τείνει να χρησιμοποιείται πλέον σε καθημερινή βάση. Έχουμε πλέον περάσει από την εποχή της απλής διασύνδεσης των δικτύων των υπολογιστών στην εποχή της διασύνδεσης αντικειμένων.

Το IoT συγχωνεύει φυσικούς και εικονικούς κόσμους, δημιουργώντας έξυπνα περιβάλλοντα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνεργάζεται ενεργά με τη βιομηχανία, τους οργανισμούς και τα ακαδημαϊκά ιδρύματα προκειμένου να αξιοποιήσει τις δυνατότητες της τεχνολογίας IoT σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ και πέραν αυτής. Το (IoT) αντιπροσωπεύει το επόμενο βήμα προς την ψηφιοποίηση της κοινωνίας και της οικονομίας μας, όπου αντικείμενα και άνθρωποι διασυνδέονται μέσω δικτύων επικοινωνίας και αναφέρουν για την κατάστασή τους και / ή για το περιβάλλον.

Αναμένεται να έχει μεγάλη διείσδυση στο οικονομικό γίνεσθαι με αντίκτυπο σε ολόκληρη τη βιομηχανία και την κοινωνία, προβλέποντας 20,8 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές IoT έως το τέλος του 2020. (Gartner, 2015).

Στα τέλη του 2017 υπήρχαν 320.000 συνδέσεις «μηχανών» στην Ελλάδα και περίπου 1,1 δισ. διεθνώς. Οι συνδέσεις αυτές, γνωστές ως machine-to-machine (M2M), αποτελούσαν κυρίως ασύρματες συνδέσεις μετρητών (π.χ. ενέργειας, ύδρευσης κ.λπ.) με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές των επιχειρήσεών τους (ΔΕΔΔΗΕ, ΕΥΔΑΠ κ.λπ.). Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και το κόστος ανάπτυξης μειώνεται, οι συνδέσεις M2M εισέρχονται στην αυτοκίνηση, στην υγεία, στα logistics και στο λιανεμπόριο. (Εφημ. Καθημερινή, 2018),

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων επιδιώκει τη διασύνδεση πολλών φυσικών συσκευών, όπως οχημάτων, καταναλωτικών ηλεκτρονικών, κτιρίων, περιβαλλοντικών αισθητήρων κ.λπ., για τη διευκόλυνση της συλλογής και της ανταλλαγής δεδομένων. Το μέγεθος της αγοράς του IoT προβλέπεται να αυξηθεί από 157,05 δισεκατομμύρια δολάρια το 2016 σε 661,74

δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2021, μια αύξηση που οφείλεται στον πολλαπλασιασμό των πιο έξυπνων και αποδοτικότερων αισθητήρων, στην εμφάνιση του cloud computing και στην ωριμότητα και την έκταση του internet υψηλής ταχύτητας (Research and Markets, 2016). Οι παγκόσμιες επενδύσεις θα επιταχύνουν τη διάδοση των τεχνολογιών του Internet των πραγμάτων. Για παράδειγμα, οι Κινέζοι κατασκευαστές ισχυρίστηκαν ότι τα επόμενα χρόνια θα ξοδέψουν ετήσια \$ 127b για συσκευές και υποδομές IoT. (Active Telecoms, 2016).

Ταυτόχρονα το IoT έχει εφαρμογή και στην υγεία, προσφέροντας τεράστιες ευκαιρίες για βελτίωση των υπηρεσιών της υγείας και επιπλέον δίνει τη δυνατότητα στους επαγγελματίες της υγείας (ιατρούς, νοσηλευτές κλπ) να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση πραγματικά δεδομένα. Συγκεκριμένα, έντονο ενδιαφέρον υπάρχει για τα δίκτυα ασύρματων αισθητήρων (ο βασικός μηχανισμός ενεργοποίησης για συστήματα που βασίζονται στο IoT), όπως η ανάπτυξη πρωτοκόλλων δρομολόγησης και μια σειρά εφαρμογών όπως η ιατρική απεικόνιση (Xiaodong and Xiang, 2015).

Τα τυπικά οφέλη που αποκομίζει κάποιος από το διαδίκτυο των πραγμάτων, συμπεριλαμβανομένου των συνδέσεων, συστημάτων, υπηρεσιών επεκτείνεται πέρα από τη σύνδεση (M2M) (Höller, Tsiatsis, Mulligan, Karnouskos, Avesand, and Boyle, 2014). Τέτοιου είδους συνδέσεις είναι ασθενείς με συσκευές, ασθενείς με γιατρό, συσκευές με γιατρό, sensor-to-device και άλλες. Το IoT παρέχει πολλές επιπρόσθετες εφαρμογές στον τομέα της υγείας με ιδιαίτερο στόχο την παρακολούθηση της πορείας ασθενών και παροχή πληροφοριών στους ιατρούς για λήψη σχετικών αποφάσεων. (Mehra, Singh, 2018).

3.2 Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ IoT ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει υιοθετήσει μια σειρά από δράσεις για την επιτάχυνση της υιοθέτησης του IoT και την απελευθέρωση του δυναμικού της στην Ευρώπη προς όφελος των ευρωπαίων πολιτών και επιχειρήσεων. Τον Μάρτιο του 2015, η Ευρωπαϊκή Συμμαχία για την καινοτομία του Διαδικτύου των πραγμάτων ξεκίνησε για να υποστηρίξει τη δημιουργία ενός καινοτόμου

και βιομηχανικού οικοσυστήματος ευρωπαϊκού Διαδικτύου των πραγμάτων. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνεργάζεται στενά με την ΑΙΟΤΙ και όλους τους ενδιαφερόμενους και παράγοντες της IoT για τη δημιουργία μιας ανταγωνιστικής ευρωπαϊκής αγοράς IoT και τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων. Τον Μάιο του 2015 εγκρίθηκε η στρατηγική για την ψηφιακή ενιαία αγορά. Η στρατηγική για την ψηφιακή ενιαία αγορά περιλαμβάνει στοιχεία που οδηγούν την Ευρώπη ένα βήμα περαιτέρω στην επιτάχυνση των εξελίξεων στο Διαδίκτυο των πραγμάτων.

Ειδικότερα, η στρατηγική υπογραμμίζει την ανάγκη να αποφευχθεί ο κατακερματισμός και να προωθηθεί η διαλειτουργικότητα ώστε το IoT να αξιοποιήσει το δυναμικό του. Για την κάλυψη των αναγκών της στρατηγικής για την ψηφιακή ενιαία αγορά και την ενημέρωση σχετικά με την επικείμενη πολιτική της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε τον Απρίλιο του 2016 το έγγραφο εργασίας του προσωπικού της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «Προώθηση του Διαδικτύου των πραγμάτων στην Ευρώπη». Αυτό το έγγραφο αποτελεί μέρος της πρωτοβουλίας «Ψηφιοποίηση της ευρωπαϊκής βιομηχανίας» και προσδιορίζει το όραμα της ΕΕ για το IoT που βασίζεται σε τρεις πυλώνες:

- ένα ακμάζον οικοσύστημα IoT.
- μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση IoT.
- μια ενιαία αγορά για το IoT.

Για καλύτερη κατανόηση του οικοσυστήματος, η Cluster Study (2019) διερεύνησε το τοπίο των φυσικών και εικονικών ομάδων επιχειρήσεων, ερευνητικών οργανισμών και πανεπιστημίων που εργάζονται για την καινοτομία, την ανάπτυξη και την ανάπτυξη της αγοράς τεχνολογιών και εφαρμογών IoT.

Ένα πιθανό εμπόδιο για την επίτευξη μιας ενιαίας αγοράς για το IoT έχει να κάνει με ζητήματα που συνδέονται με την ικανότητα χειρισμού μιας μεγάλης ποικιλομορφίας και πολύ μεγάλων όγκων συνδεδεμένων συσκευών και την ανάγκη να τις αναγνωρίσετε με ασφάλεια και να μπορέσετε να τις ανακαλύψετε έτσι ώστε μπορούν να συνδεθούν σε συστήματα IoT. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι σημαντικό να προωθηθεί ένας διαλειτουργικός χώρος αρίθμησης IoT για μια καθολική αναγνώριση αντικειμένων που υπερβαίνει τα γεωγραφικά όρια και ένα ανοιχτό σύστημα αναγνώρισης και ελέγχου

ταυτότητας αντικειμένων. Ορισμένες πτυχές της αρίθμησης εξετάστηκαν ήδη στην αναθεώρηση του 2016 για τους κανόνες τηλεπικοινωνιών της ΕΕ. Η προτεινόμενη πρωτοβουλία «Ευρωπαϊκή οικονομία δεδομένων» (Ιανουάριος 2017) συμβάλλει επίσης στη δημιουργία μιας ευρωπαϊκής ενιαίας αγοράς για το IoT.

Αυτή η πρωτοβουλία προτείνει πολιτικές και νομικές λύσεις σχετικά με την ελεύθερη ροή δεδομένων πέρα από τα εθνικά σύνορα στην ΕΕ, καθώς και θέματα ευθύνης σε περίπλοκα περιβάλλοντα όπως το IoT. Ειδικά, η ευθύνη είναι καθοριστική για την ενίσχυση της ασφάλειας δικαίου σχετικά με τα προϊόντα και τις υπηρεσίες IoT. Για να παρέχει μια πρώτη χαρτογράφηση προκλήσεων ευθύνης που εμφανίζονται στο πλαίσιο των αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένου του IoT, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε ένα έγγραφο εργασίας προσωπικού σχετικά με την ευθύνη για τις αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες. Εκτός από τις πολιτικές πρωτοβουλίες, η ΕΕ έχει θέσει συγκεκριμένους στόχους έρευνας και καινοτομίας IoT στο τρέχον πρόγραμμα «Ορίζοντας 2020».

3.3 IoTECOSYSTEM

Το οικοσύστημα IoT περιλαμβάνει όλες αυτές τις τεχνολογίες, τα μηχανήματα και τα επιμέρους στοιχεία που επιτρέπουν στους καταναλωτές, τις επιχειρήσεις και τις κυβερνήσεις να συνδεθούν, να ελέγξουν και να εκμεταλλευτούν τα πλεονεκτήματα από τα συνδεδεμένα αντικείμενά τους σε διαφορετικά περιβάλλοντα, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής, της γεωργίας, των μεταφορών, των έξυπνων πόλεων, των κατασκευών, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Το οικοσύστημα περιλαμβάνει τηλεχειριστήρια, πίνακες ελέγχου, δίκτυα, πύλες, αναλυτικά στοιχεία, αποθήκευση δεδομένων και ασφάλεια.[3]



Σύμφωνα με τον Forrester, ο συνολικός αριθμός συσκευών που συνδέονται με το Διαδίκτυο θα είναι 34 δισεκατομμύρια έως το 2020, από 10 δισεκατομμύρια το 2015. Οι συσκευές IoT θα αντιστοιχούν σε 24 δισεκατομμύρια από αυτές, ενώ οι παραδοσιακές υπολογιστικές συσκευές όπως τα tablet θα αποτελούνται από 10 δισεκατομμύρια. Εκτιμάται ότι περίπου 6 τρισεκατομμύρια δολάρια θα δαπανηθούν για λύσεις IoT τα επόμενα πέντε χρόνια.

Είναι σαφές ότι η αγορά IoT είναι ένας τεράστιος και επεκτεινόμενος χώρος που προσφέρει ευκαιρίες, αλλά ταυτόχρονα απειλεί με σύγχυση, καθώς ο αριθμός των προϊόντων IoT πολλαπλασιάζεται με αποτέλεσμα να καθίσταται λιγότερο σαφές τι τα διακρίνει.

Αυτή η σύγχυση επιτείνεται περισσότερο από το γεγονός ότι η αγορά πλατφόρμας IoT παραμένει κατακερματισμένη, με περισσότερους από 600 διαφορετικούς προμηθευτές, η αγορά χωρίζεται μεταξύ παικτών IT εταιριών όπως Cisco, IBM και SAP, παικτών IoT όπως startups και OT όπως η Siemens, GE και Bosch. Οι εταιρικές εταιρείες λογισμικού και υπηρεσιών καθώς και οι νεοσύστατες εταιρείες IoT αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό (22% και 32%, αντίστοιχα), οι πάροχοι βιομηχανικής τεχνολογίας ακολουθούν (18%), ενώ οι εταιρείες Διαδικτύου και τηλεπικοινωνιών αποτελούν το υπόλοιπο.

Αν και ορισμένες εταιρείες αναδύονται ως ηγέτες σε αυτόν τον τομέα, η κατανόηση της διαφοράς μεταξύ των διαφόρων τύπων προϊόντων IoT μπορεί

να είναι δύσκολη με μια τέτοια πληθώρα διαθέσιμων επιλογών. Επιπλέον, ο ενθουσιασμός γύρω από τις πλατφόρμες IoT έχει οδηγήσει σε μια διαστρεβλωμένη εικόνα του τι είναι πραγματικά ισχύει.

Οι περισσότερες επιχειρήσεις δεν γνωρίζουν ότι η πλειονότητα των προμηθευτών πλατφόρμας IoT δεν προσφέρουν γενικές πλατφόρμες IoT, αντ' αυτού, τείνουν να πωλούν είτε εφαρμογές IoT για συγκεκριμένες περιπτώσεις χρήσης είτε «μερικές» πλατφόρμες IoT, οι οποίες τεχνικά περιέχουν μόνο πτυχές των πλήρων πλατφορμών IoT.

Πιο κάτωθα διερευνηθούν οι διαφορές μεταξύ των τριών βασικών τύπων προϊόντων IoT - πλατφόρμες, εφαρμογές και λύσεις - προκειμένου να διευκρινίσουμε τι κάνουν και τι μπορούν να προσφέρουν στις επιχειρήσεις.

Οι ορισμοί του IoT τείνουν να περιστρέφονται γύρω από την αντίληψη του McKinsey που αναφέρεται ως «αισθητήρες και ενεργοποιητές ενσωματωμένοι σε φυσικά αντικείμενα και συσκευές που συνδέονται μέσω ενσύρματων ή ασύρματων δικτύων, συχνά χρησιμοποιώντας το ίδιο πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP) που συνδέει το Διαδίκτυο».

Για να γίνει αυτό απλούστερο, το IoT ταυτόχρονα αναφέρεται στο συνεχώς διευρυνόμενο δίκτυο φυσικών αντικειμένων που χρησιμοποιούν μια διεύθυνση IP για σύνδεση στο Διαδίκτυο και την επικοινωνία που συμβαίνει μεταξύ αυτών των αντικειμένων και άλλων συσκευών και συστημάτων με δυνατότητα διαδικτύου, επιτρέποντάς τους να ανταλλάσσουν δεδομένα.

Αλυσίδα αξίας IoT

Από τεχνολογική άποψη, η αλυσίδα αξίας οποιουδήποτε προϊόντος IoT περιλαμβάνει συνδεδεμένα περιουσιακά στοιχεία, το δίκτυο που χρησιμοποιείται για να επιτρέψει την επικοινωνία μεταξύ συσκευών, πλατφόρμες IoT, εφαρμογές IoT και λύσεις IoT.

Τα συνδεδεμένα περιουσιακά στοιχεία (Connected Assets) είναι το επίπεδο υλικού, οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές, τα chipsets, τα MEMS κ.λπ. που ενσωματώνονται σε "έξυπνα" φυσικά στοιχεία και συσκευές.

Το Δίκτυο είναι το ενσύρματο ή ασύρματο δίκτυο που περιλαμβάνει τον εξοπλισμό δικτύου, πρωτόκολλα διαδικτύου, συνδεσιμότητα, παροχές

υπηρεσιών δικτύου και παροχή και διαμόρφωση συσκευών. Τα βασικά πρότυπα για αυτά τα ασύρματα δίκτυα είναι LoRa, NB-IoT (Narrow Band-Internet of Things), APIs, κοντέινερ (docker) κ.λπ.

3.4 Πλατφόρμες IoT – Εφαρμογές IoT - Λύσεις IoT

Ακολουθεί μία ανάλυση με τις κύριες διαφορές μεταξύ των παραπάνω προϊόντων IoT, εξετάζοντας τα στοιχεία που αποτελούν την αλυσίδα αξίας IoT.[4]

Πλατφόρμες IoT

Εάν το IoT είναι τα ενσύρματα ή ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και ενεργοποιητών, ενσωματωμένα σε φυσικά αντικείμενα και η επικοινωνίας και δραστηριότητες κοινής χρήσης δεδομένων πραγματοποιούνται μέσω του Διαδικτύου, τότε μια πλατφόρμα IoT ή Enablement Platform, θεωρείται ευρέως ως το υποκείμενο λογισμικό που επιτρέπει στις συσκευές να μοιράζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων και διασφαλίζει ότι αυτά τα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν και να χρησιμοποιηθούν.

Ένα παράδειγμα μιας πλατφόρμας IoT είναι η πλατφόρμα Thingwork της PTC, η οποία είναι μια βιομηχανική πλατφόρμα IoT που επιτρέπει στις επιχειρήσεις να προβαίνουν σε πηγές, να προσαρμόζουν το περιεχόμενο και να συνθέτουν δεδομένα ενώ ενορχηστρώνουν διαδικασίες και παρέχουν εμπειρίες ιστού, κινητών και AR. Αυτή η πλατφόρμα είναι ευέλικτη και μπορεί να αναπτυχθεί με διάφορους τρόπους υποστηρίζεται επίσης από ένα συνεργατικό οικοσύστημα.

Εφαρμογές IoT

Η εφαρμογή IoT είναι ένα πρόγραμμα λογισμικού που μπορεί να προστεθεί «πάνω από» μια πλατφόρμα IoT και χρησιμοποιεί την τελευταία, μαζί με δεδομένα που συγκεντρώνει από τα συνδεδεμένα περιουσιακά στοιχεία και το δίκτυο, για να παράγει ενεργές πληροφορίες για συγκεκριμένες σημεία περιοχών (για παράδειγμα , πληρότητα στάθμευσης).

Λύσεις IoT

Η λύση IoT είναι μια υπηρεσία end-to-end που ενσωματώνει όλα τα παραπάνω στοιχεία της αλυσίδας αξίας IoT, τα συνδεδεμένα περιουσιακά στοιχεία, το δίκτυο επικοινωνίας, την πλατφόρμα IoT και τις συγκεκριμένες επιχειρηματικές εφαρμογές.

Επομένως, οι λύσεις IoT αποτελούνται από διάφορα μέρη, τα οποία συχνά μπορούν να διαχωριστούν και να πωληθούν μόνα τους (για παράδειγμα ως εφαρμογές), αλλά μαζί περιλαμβάνουν μια ολοκληρωμένη υπηρεσία IoT βασισμένη στα αποτελέσματα, η οποία συνήθως προσαρμόζεται στις ανάγκες κάθε οργανισμού.

Ένα παράδειγμα ενός παρόχου λύσεων IoT είναι το Worldsensing. Οι λύσεις IoT της εταιρείας μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορους τομείς όπως η διαχείριση της κινητικότητας της πόλης, η κυκλοφορία, ο χώρος στάθμευσης οι μεταφορές και η διαχείριση εργοταξίων. Οι πελάτες έχουν τη δυνατότητα να μεταμορφώσουν τον τρόπο λειτουργίας τους, δημιουργώντας συγκεκριμένα επιχειρηματικά αποτελέσματα, όπως πληροφορίες με δυνατότητα δράσης και ευφυΐα τοποθεσίας για να διευκολύνουν τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, βάσει δεδομένων. Επιπλέον, όλοι οι αισθητήρες, οι εφαρμογές και οι λύσεις Worldsensing μπορούν να συνδεθούν και να συνδυαστούν με πλατφόρμες ενεργοποίησης, καθιστώντας τεξευέλικτες και επεκτάσιμες.

Συνοψίζοντας, οι πλατφόρμες IoT απορροφούν, αποθηκεύουν και εξετάζουν αναλυτικά τα δεδομένα και βάσει της νοημοσύνης που προκύπτει από αυτήν την ανάλυση, ενορχηστρώνουν εργασίες ή επικαλούνται εταιρικές εφαρμογές, από μικρότερους παρόχους εφαρμογών. Οι πλατφόρμες IoT συνήθως περιέχουν επίσης κάποια λειτουργικότητα διαχείρισης συσκευών και πλατφορμών. Μπορούν να ενσωματώσουν εφαρμογές και να συνδεθούν σε διαφορετικές πηγές δεδομένων, όπως αισθητήρες ανάλογα με την περίπτωση χρήσης. Στις πόλεις, αυτές οι πηγές θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να είναι έξυπνοι χώροι στάθμευσης ή αισθητήρες φωτισμού.

Οι πλατφόρμες ενεργοποίησης εστιάζουν κυρίως στη μελλοντική επεκτασιμότητα και τη διαλειτουργικότητα, αλλά συχνά αποτυγχάνουν να βελτιώσουν συγκεκριμένες επιχειρησιακές προκλήσεις. Απαιτούν επίσης από

μια πόλη ή έναν οργανισμό να αλλάξει εσωτερικές διαδικασίες προκειμένου να κάνει χρήση της αξίας της πλατφόρμας. Οι προμηθευτές λύσεων IoT, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούν τα δεδομένα που συλλέγονται, αναλύονται και αποθηκεύονται από την πλατφόρμα IoT για να παράγουν πραγματικά αποτελέσματα. Συνδυάζουν υπηρεσίες λογισμικού με αναλυτικά δεδομένα για να παρέχουν πιο αποδοτικές υπηρεσίες για συγκεκριμένα προβλήματα βιομηχανίας.

Έτσι, ενώ οι εφαρμογές μπορούν να αναπτυχθούν ως αυτόνομες λύσεις ή πάνω από μια πλατφόρμα IoT να δημιουργούν ενεργών πληροφοριών και να βελτιώνουν την λειτουργική αποδοτικότητα, οι πλατφόρμες ενεργοποίησης που συνδέονται με συνδεδεμένα στοιχεία, (για παράδειγμα μέσω αισθητήρων ή μεμονωμένων πηγών δεδομένων) δεν θεωρούνται λύση IoT από μόνες τους.

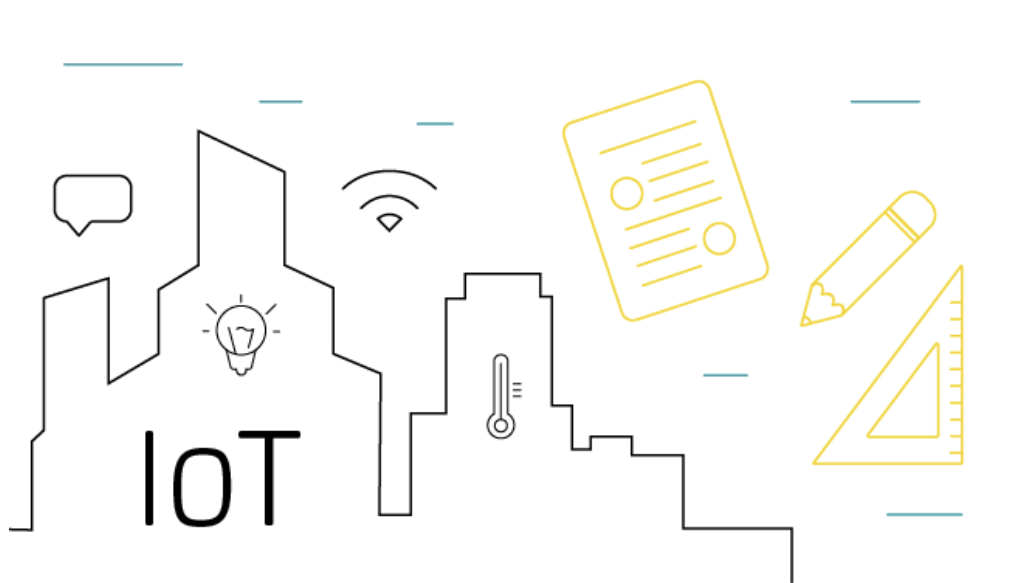
3.5 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ IoT

Η ιδέα πίσω από το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι τόσο ισχυρή όσο και περίπλοκη και για να συνδυάζονται τέλεια τα στοιχεία του παζλ IoT, πρέπει όλα να είναι μέρος μιας καλά μελετημένης δομής. Εδώ επεμβαίνει η αρχιτεκτονική IoT, ειδικά όσον αφορά τη διαχείριση συσκευών IoT.

Το πρώτο πράγμα που έρχεται στο μυαλό ενός μέσου ανθρώπου όταν ακούει τη φράση "Internet of Things" είναι πιθανώς μια έξυπνη καφετιέρα που ξέρει ακριβώς τι είδους καφέ θα χρειαστεί το πρωί πριν ακόμη ξυπνήσει και το συνειδητοποιήσει. Ακόμα καλύτερα, ένα φουτουριστικό αυτόνομο αυτοκίνητο που τρέχει στους δρόμους με το IoT χωρίς τον «οδηγό» να μην αγγίζει το τιμόνι ούτε μία φορά.

Αν και αυτά τα ελπιδοφόρα αλλά αφελή οράματα δεν είναι τόσο μακριά από την πραγματικότητα όσο ακούγονται, το IoT δεν αφορά μόνο τον οικιακό και αστικό αυτοματισμό. Στην πραγματικότητα, δεν είναι απλώς μια λέξη-κλειδί, σημαίνει πολλά και πολλά άλλα. Πράγματι, ακριβώς όπως το IoT έχει τη δύναμη να αλλάξει και να βελτιώσει την καθημερινή μας ζωή μαζί με τους τρόπους με τους οποίους λειτουργούμε ως κοινωνία, μπορεί επίσης να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησης και τελικά τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε σχεδόν κάθε πτυχή του κόσμου μας.

Ωστόσο, όταν μιλάμε για το IoT, δίνεται μεγάλη προσοχή στις δυνατότητές του. Κυκλοφορούν πολλές πληροφορίες για το τι θα μπορεί να κάνει το IoT και πώς θα διευκολύνει τη ζωή μας, αλλά για πολλούς φαίνεται ότι αυτά τα αναζωογονητικά οράματα δεν μεταφράζονται στην πραγματικότητα όσο γρήγορα θα θέλαμε. Παρ'όλα αυτά, η μεγάλη αλλαγή συμβαίνει αλλά όχι σε τεράστια άλματα. Ο λόγος για αυτό είναι αρκετά απλός, αλλά τείνει να μείνει έξω από το κοινό, είναι η εγγενής ποικιλομορφία των συστημάτων IoT που δυσκολεύει την πρόοδο και συχνά εμποδίζει την εναρμονισμένη σύνδεσή τους.



Μία από τις δύο πιθανώς μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει το IoT (το άλλο είναι η ασφάλεια), είναι ο κατακερματισμός που βρίσκεται στον πυρήνα του Διαδικτύου των πραγμάτων λόγω της διαφορετικής φύσης των πραγμάτων που στοχεύει να συνδεθεί. Για να λειτουργήσει οποιοδήποτε σύστημα IoT απαιτείται η αξιοποίηση όλων των πόρων, του υλικού, του λογισμικού και των συστημάτων, όσο διαφορετικά κι αν είναι, σε ένα ενιαίο πλαίσιο για να σχηματιστεί μια ολοκληρωμένη, αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική λύση. Με απλά λόγια, κάθε ανάπτυξη IoT χρειάζεται μια στιβαρή αρχιτεκτονική IoT για να μπορεί να εξυπηρετήσεισκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. Η προκύπτουσα αποτελεσματικότητα και δυνατότητα εφαρμογής του συστήματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα της υποδομής που αναπτύχθηκε.[5]

3.5.1 Δομικά στοιχεία αρχιτεκτονικής IoT

Ενώ κάθε σύστημα IoT είναι διαφορετικό, τα θεμέλια για κάθε αρχιτεκτονική Διαδικτύου των πραγμάτων καθώς και η γενική ροή της διαδικασίας δεδομένων είναι περίπου η ίδια. Πρώτα απ' όλα, αποτελείται από τα πράγματα, τα οποία είναι αντικείμενα συνδεδεμένα στο Διαδίκτυο, τα οποία μέσω των ενσωματωμένων αισθητήρων και ενεργοποιητών τους μπορούν να αισθανθούν το περιβάλλον γύρω τους και να συλλέξουν πληροφορίες που στη συνέχεια μεταδίδονται σε πύλες(gateways) IoT. Το επόμενο στάδιο αποτελείται από συστήματα απόκτησης δεδομένων IoT και πύλες που συλλέγουν τη μεγάλη μάζα μη επεξεργασμένων δεδομένων, τα μετατρέπουν σε ψηφιακές ροές, τα φιλτράρουν και προ-επεξεργάζονται έτσι ώστε να είναι έτοιμα για ανάλυση. Το τρίτο επίπεδο αντιπροσωπεύεται από συσκευές αιχμής που είναι υπεύθυνες για περαιτέρω επεξεργασία και βελτιωμένη ανάλυση δεδομένων. Αυτό το επίπεδο είναι επίσης το σημείο όπου οι τεχνολογίες οπτικοποίησης και μηχανικής μάθησης μπορούν να εισέλθουν. Μετά από αυτό, τα δεδομένα μεταφέρονται σε κέντρα δεδομένων που μπορούν είτε να βασίζονται σε σύννεφο είτε να εγκατασταθούν τοπικά. Εδώ αποθηκεύονται, διαχειρίζονται και αναλύονται τα δεδομένα σε βάθος για ενεργές πληροφορίες.

Πιο κάτω γίνεται προσπάθεια ανάλυσης των τεσσάρων επιπέδων της αρχιτεκτονικής IoT:



Πράγματα, αισθητήρες και ελεγκτές

Οι συνδεδεμένες συσκευές αποτελούν την βάση για κάθε σύστημα IoT και είναι υπεύθυνες για την παροχή της βασικής ουσίας του Διαδικτύου των πραγμάτων που είναι τα δεδομένα. Για να συγκεντρώσουν όλες τις

απαιτούμενες φυσικές παραμέτρους από τον έξω κόσμο ή μέσα στο ίδιο το αντικείμενο, χρειάζονται αισθητήρες. Αυτοί μπορούν είτε να ενσωματωθούν στις ίδιες τις συσκευές είτε να εφαρμοστούν ως αυτόνομα αντικείμενα για τη μέτρηση και τη συλλογή δεδομένων τηλεμετρίας. Για παράδειγμα ο στόχος των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται στην γεωργία είναι η μέτρηση παραμέτρων όπως η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα και του εδάφους, τα επίπεδα pH του εδάφους ή η έκθεση της καλλιέργειας στο ηλιακό φως.

Ένα άλλο απαραίτητο στοιχείο αυτού του στρώματος είναι οι ενεργοποιητές. Σε στενή συνεργασία με τους αισθητήρες, μπορούν να μετατρέψουν τα δεδομένα που δημιουργούνται από έξυπνα αντικείμενα σε φυσική δράση. Ας φανταστούμε ένα έξυπνο σύστημα ποτίσματος με όλους τους απαραίτητους αισθητήρες. Με βάση την είσοδο που παρέχεται από τους αισθητήρες, το σύστημα αναλύει την κατάσταση σε πραγματικό χρόνο και δίνει εντολή στους ενεργοποιητές να ανοίξουν επιλεγμένες βαλβίδες νερού που βρίσκονται σε μέρη όπου η υγρασία του εδάφους είναι κάτω από την καθορισμένη τιμή. Οι βαλβίδες διατηρούνται ανοιχτές έως ότου οι αισθητήρες αναφέρουν ότι οι τιμές επανέρχονται στην προεπιλογή. Προφανώς, όλα αυτά συμβαίνουν χωρίς μια ανθρώπινη παρέμβαση.

Αυτό που είναι επίσης σημαντικό είναι ότι τα συνδεδεμένα αντικείμενα δεν πρέπει μόνο να είναι ικανά να επικοινωνούν αμφίδρομα με τις αντίστοιχες πύλες (gateways) ή τα συστήματα απόκτησης δεδομένων τους, αλλά και να μπορούν να αναγνωρίζουν και να μιλούν μεταξύ τους για να συλλέγουν και να μοιράζονται πληροφορίες και να συνεργάζονται σε πραγματικό χρόνο για να αξιοποιούν το αξία ολόκληρης της ανάπτυξης. Στην περίπτωση συσκευών με περιορισμό πόρων και μπαταριών, η επίτευξη αυτού του στόχου δεν είναι εύκολη υπόθεση, καθώς μια τέτοια επικοινωνία απαιτεί πολλή υπολογιστική ισχύ και καταναλώνει πολύτιμη ενέργεια και εύρος ζώνης. Επομένως, μια στιβαρή αρχιτεκτονική μπορεί να επιτρέψει αποτελεσματική διαχείριση συσκευών μόνο όταν χρησιμοποιεί κατάλληλα, ασφαλή και ελαφριά πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως το Lightweight M2M, το οποίο έχει γίνει ένα κορυφαίο πρότυπο πρωτόκολλο για τη διαχείριση ελαφρών συσκευών χαμηλής ισχύος και είναι τυπικά το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για πολλές περιπτώσεις χρήσης IoT.



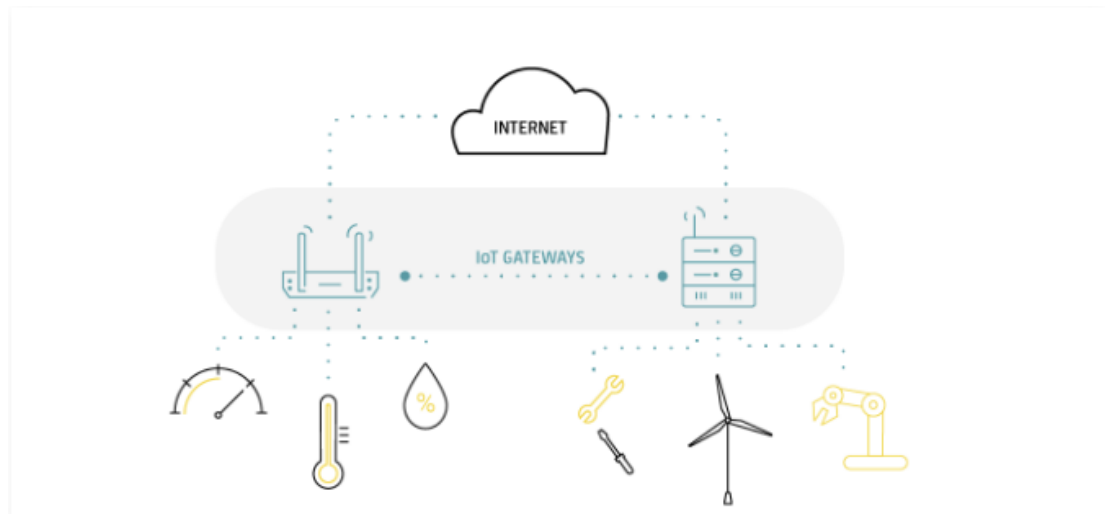
Πύλες και απόκτηση δεδομένων

Παρόλο που αυτό το επίπεδο λειτουργεί ακόμα σε κοντινή απόσταση με αισθητήρες και ενεργοποιητές σε συγκεκριμένες συσκευές, είναι σημαντικό να το περιγράψουμε ως ξεχωριστό στάδιο αρχιτεκτονικής IoT, καθώς είναι ζωτικής σημασίας για τις διαδικασίες συλλογής δεδομένων, φιλτραρίσματος και μεταφοράς σε υποδομές αιχμής και πλατφόρμες που βασίζονται στο σύννεφο. Δεδομένου του τεράστιου όγκου εισόδου και εξόδου που μπορεί να δημιουργήσει η ανάπτυξη εκατομμυρίων συσκευών, οι δυνατότητες για τη συγκέντρωση, την επιλογή και τη μεταφορά δεδομένων πρέπει να βρίσκονται στο προσκήνιο. Οι πύλες και τα συστήματα απόκτησης δεδομένων, ως ενδιάμεσοι μεταξύ των συνδεδεμένων πραγμάτων και του cloud και της επεξεργασίας των δεδομένων (analytics), παρέχουν το απαραίτητο σημείο σύνδεσης που κυριολεκτικά συνδέει όλα τα υπόλοιπα επίπεδα μαζί.

Με την χρήση της Λειτουργικής Τεχνολογίας (Operational Technology–OT) και Τεχνολογίας Πληροφορίας (Information technology– IT, οι πύλες διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των αισθητήρων και του υπόλοιπου συστήματος μετατρέποντας τα δεδομένα του αισθητήρα σε μορφές που μπορούν εύκολα να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν για άλλα εξαρτήματα του συστήματος. Επιπλέον είναι σε θέση να ελέγχουν, να φιλτράρουν και να επιλέγουν δεδομένα για να ελαχιστοποιήσουν τον όγκο των πληροφοριών που πρέπει να προωθηθούν στο cloud, γεγονός που επηρεάζει θετικά το κόστος μετάδοσης του δικτύου και τους χρόνους απόκρισης. Έτσι, οι πύλες παρέχουν μια θέση για την τοπική προ επεξεργασία δεδομένων

αισθητήρα που συμπίεζεται σε χρήσιμα πακέτα έτοιμα για περαιτέρω επεξεργασία.

Μια άλλη πτυχή που υποστηρίζει η πύλη είναι η ασφάλεια. Επειδή οι πύλες είναι υπεύθυνες για τη διαχείριση της ροής πληροφοριών και προς τις δύο κατευθύνσεις, με τη βοήθεια κατάλληλων εργαλείων κρυπτογράφησης και ασφάλειας μπορούν να αποτρέψουν διαρροές δεδομένων cloud IoT, καθώς και να μειώσουν τον κίνδυνο κακόβουλων εξωτερικών επιθέσεων σε συσκευές IoT.



Edge analytics

Το Edge analytics είναι ένα μοντέλο ανάλυσης δεδομένων όπου οι εισερχόμενες ροές δεδομένων αναλύονται σε ένα μη κεντρικό σημείο του συστήματος, όπως ένας διακόπτης, ένας περιφερειακός κόμβος ή μια συνδεδεμένη συσκευή ή αισθητήρας.

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά μοντέλα αναλυτικών στοιχείων, το edge analytics δίνει έμφαση στην ταχύτητα και την αποκέντρωση και επομένως αγνοεί τις συνήθεις μεθόδους συλλογής μεγάλων δεδομένων. Η ιδέα είναι σχετικά νέα και συνδέεται στενά με την εμφάνιση του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) ως μια βιώσιμη τεχνολογία για το μέλλον.

Αν και δεν είναι αναπόφευκτο συστατικό κάθε αρχιτεκτονικής IoT, οι συσκευές αιχμής μπορούν να αποφέρουν σημαντικά οφέλη ειδικά σε έργα IoT μεγάλης κλίμακας. Ενόψει της περιορισμένης προσβασιμότητας και της ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων των πλατφορμών cloud IoT, τα συστήματα τελευταίας

γενιάς μπορούν να παρέχουν ταχύτερους χρόνους απόκρισης και περισσότερη ευελιξία στην επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων IoT. Επειδή η ταχύτητα της ανάλυσης δεδομένων είναι το κλειδί σε ορισμένες εφαρμογές του βιομηχανικού διαδικτύου των πραγμάτων, ο υπολογισμός αιχμής (edge computing) έχει πρόσφατα μια δραματική αύξηση της δημοτικότητας μεταξύ των οικοσυστημάτων βιομηχανικού διαδικτύου των πραγμάτων.

Καθώς η υποδομή αιχμής μπορεί να βρίσκεται πιο κοντά στην πηγή δεδομένων με φυσικούς όρους, είναι ευκολότερο και γρηγορότερο να ενεργεί πάνω στο υλικό IoT σε πραγματικό χρόνο και να παρέχει έξοδο με τη μορφή στιγμιαίας ενεργοποιήσιμης νοημοσύνης. Σε αυτό το σενάριο, μόνο τα μεγαλύτερα κομμάτια δεδομένων που χρειάζονται πραγματικά την ισχύ του Cloud για επεξεργασία προωθούνται προς τα εκεί. Με την ελαχιστοποίηση της έκθεσης στο δίκτυο, η ασφάλεια μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά, ενώ η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και εύρους ζώνης συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των επιχειρηματικών πόρων.



Κέντρο δεδομένων / πλατφόρμα Cloud

Εάν οι αισθητήρες είναι νευρώνες και η πύλη είναι η ραχοκοκαλιά του IoT, τότε το σύννεφο είναι ο εγκέφαλος στο σώμα του Διαδικτύου των πραγμάτων. Σε αντίθεση με τις λύσεις αιχμής, ένα κέντρο δεδομένων ή ένα σύστημα που βασίζεται σε σύννεφο έχει σχεδιαστεί για να αποθηκεύει, να επεξεργάζεται και να αναλύει τεράστιους όγκους δεδομένων για βαθύτερες πληροφορίες χρησιμοποιώντας ισχυρούς μηχανισμούς ανάλυσης δεδομένων και

μηχανισμούς μηχανικής εκμάθησης που τα συστήματα αιχμής δεν θα μπορούσαν ποτέ να υποστηρίξουν.

Λόγω της αυξημένης προτίμησης (ειδικά στην βιομηχανική αρχιτεκτονική IoT) τα τελευταία χρόνια, το cloud computing συμβάλλει σε υψηλότερα ποσοστά παραγωγής, μείωση της μη προγραμματισμένης διακοπής λειτουργίας και κατανάλωσης ενέργειας και πολλά άλλα επιχειρηματικά οφέλη.

Εάν είναι εφοδιασμένο με κατάλληλες λύσεις εφαρμογών χρήστη, το cloud μπορεί να παρέχει επιχειρηματικές πληροφορίες και επιλογές παρουσίασης που βοηθούν τους ανθρώπους να αλληλεπιδρούν με το σύστημα, να το ελέγχουν, να το παρακολουθούν και να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις βάσει αναφορών, πινάκων ελέγχου και δεδομένων που προβάλλονται σε πραγματικό χρόνο.



3.5.2 Παράδειγμα αρχιτεκτονικής Διαδικτύου των πραγμάτων

Η υγειονομική περίθαλψη συγκαταλέγεται μεταξύ των σημαντικότερων βιομηχανιών που υπήρξαν πρωτοπόροι και πρόδρομοι στην υιοθέτηση των τεχνολογιών του Διαδικτύου των πραγμάτων. Ο λόγος για αυτό είναι ότι τα συστήματα IoT βοηθούν στη βελτίωση της υψηλής ποιότητας φροντίδας για τους ασθενείς και τη συνδυάζουν με μακροχρόνια αλλά τεράστια εξοικονόμηση.

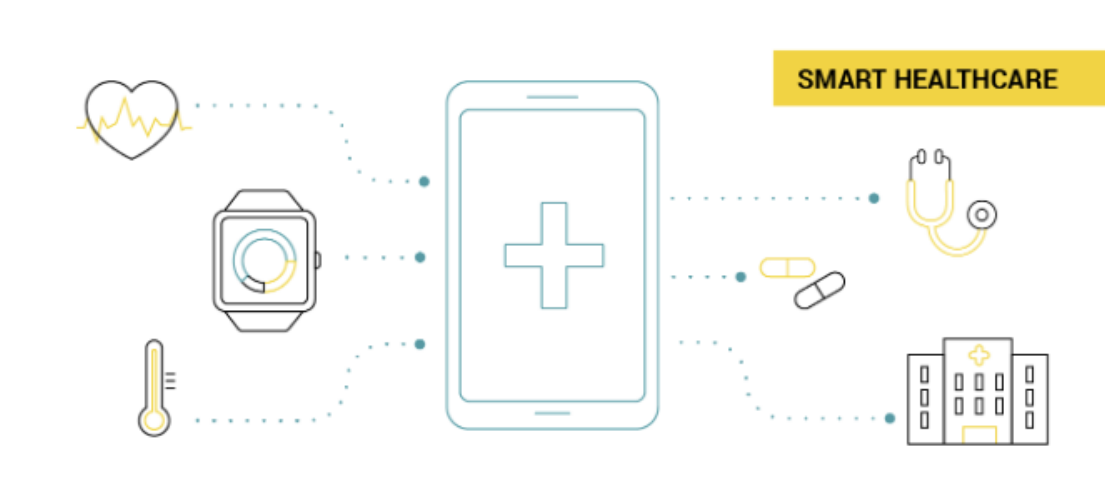
Στο πλαίσιο της υγειονομικής περίθαλψης, οι βασικές εφαρμογές IoT περιλαμβάνουν, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτές, την ενίσχυση της ασφάλειας και της ασφάλειας του ασθενούς και του προσωπικού, τη μείωση των περιττών δαπανών υγειονομικής περίθαλψης και την παροχή κατάλληλης υποστήριξης την κατάλληλη στιγμή με τη χρήση έξυπνων ιατρικών συστημάτων και συστημάτων έκτακτης ανάγκης.

Λαμβάνοντας υπόψη τις τεράστιες προκλήσεις του πληθυσμού, μια από τις μεγαλύτερες ανησυχίες στην υγειονομική περίθαλψη είναι η φροντίδα ηλικιωμένων και η παρακολούθηση ασθενειών όπως ο διαβήτης και οι καρδιακές παθήσεις. Έτσι, η πρόληψη παίζει βασικό ρόλο στην παροχή καλύτερης υγείας σε ηλικιωμένους ασθενείς. Επομένως, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι το Διαδίκτυο των πραγμάτων κερδίζει έδαφος ειδικά στην παρακολούθηση της υγείας, όπου η αξιοπιστία, η ασφάλεια και ο ακριβής έλεγχος σε πραγματικό χρόνο είναι απαραίτητοι.

Το παράδειγμα αυτόματου συστήματος παρακολούθησης για ηλικιωμένους ασθενείς απαιτεί συλλογή δεδομένων και ανάλυση σε πραγματικό χρόνο, συνδεσιμότητα δικτύου για πρόσβαση στις υπηρεσίες υποδομής και εφαρμογή για την υποστήριξη της διεπαφής χρήστη και της εμφάνισης. Επομένως, η αρχιτεκτονική του πρέπει να περιλαμβάνει αισθητήρες σώματος για τη συλλογή δεδομένων ασθενούς, πύλες για φιλτράρισμα και προώθηση των δεδομένων, μικροελεγκτές ή μικροεπεξεργαστές για ανάλυση και αποστολή ασύρματων δεδομένων στο cloud, καθώς και εργαλείο επικοινωνίας για τη μεταφορά δεδομένων σε απομακρυσμένη τοποθεσία, όπως έκτακτη ανάγκη υπηρεσία ή πάροχο υγειονομικής περίθαλψης για παρακολούθηση και παρακολούθηση.

Η αρχιτεκτονική IoT για το σύστημα αποτελείται από τρία στάδια, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

- Το πρώτο επίπεδο διαθέτει ένα δίκτυο πολλαπλών αισθητήρων που αξιολογεί τις ζωτικές αναγνώσεις του ασθενούς, όπως διατροφή, ιατρικές προσλήψεις και σωματικές δραστηριότητες. Στο φυσικό στρώμα περιλαμβάνεται επίσης ένα άλλο δίκτυο παρακολούθησης που αποτελείται από εσωτερικούς αισθητήρες και ενεργοποιητές για τη διατήρηση της ποιότητας του αέρα, της θερμοκρασίας και για την ανάλυση και τον προσδιορισμό τυχόν επικίνδυνων συνθηκών για τον ασθενή.
- Το δεύτερο επίπεδο περιλαμβάνει συσκευές OT που συλλέγουν τις πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες, τις μεταφράζουν σε σημαντικές ροές δεδομένων και τις μεταφέρουν σε έναν προορισμό back-end.



Το σύστημα παρακολούθησης της υγειονομικής περίθαλψης που παρουσιάζεται πρέπει να παρέχει πρόσβαση σε διαφορετικούς χρήστες. Για παράδειγμα, ο πάροχος υγειονομικής περίθαλψης, ο ίδιος ο ασθενής και τα μέλη της οικογένειας ή οι φροντιστές. Υπό το πρίσμα αυτό, μία από τις προκλήσεις της χρήσης του IoT στην παρακολούθηση της υγειονομικής περίθαλψης είναι η παροχή ασφάλειας δεδομένων και απορρήτου. Η ασφάλεια μπορεί να επιτευχθεί με την κρυπτογράφηση κατά τη μεταφορά των δεδομένων. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση ενός μικροεπεξεργαστή που εξασφαλίζει και παρέχει μια ασφαλή μέθοδο επικοινωνίας κρυπτογράφησης μέσω ενός στρώματος ασφαλούς υποδοχής (SSL).

Συμπερασματικά

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η αρχιτεκτονική IoT μπορεί να διαφέρει από λύση σε λύση, αλλά ο πυρήνας της αποτελείται από τα τέσσερα δομικά στοιχεία που είναι βασικά για την παροχή των θεμελιωδών χαρακτηριστικών που καθιστούν ένα βιώσιμο οικοσύστημα IoT, λειτουργικότητα, επεκτασιμότητα, διαθεσιμότητα, συντηρησιμότητα και οικονομική σχέση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αυξανόμενη εστίαση στην ανάπτυξη μιας ισχυρής αρχιτεκτονικής IoT που παρατηρείται μεταξύ πολλών μεγάλων επιχειρηματικών παραγόντων από διάφορους κλάδους της βιομηχανίας, τους οδήγησε στην επιτυχία με αποτέλεσμα να ξεπεράσουν τους ανταγωνιστές τους. Παρόλο που υπάρχουν ακόμη πολλά που πρέπει να γίνουν όσον αφορά την επίλυση του προβλήματος του κατακερματισμού της τεχνολογίας IoT, είναι προφανές ότι στο παρελθόν έχουν γίνει πολλές προσπάθειες μέχρι σήμερα

για την ενσωμάτωση του τεράστιου φάσματος τεχνολογιών και προτύπων που αγκαλιάζει το IoT (παραδείγματα: LwM2M, oneM2M) και υπάρχει ελπίδα για ένα πιο ενοποιημένο και τυποποιημένο μέλλον.

Ωστόσο προτού αυτό γίνει πραγματικότητα, το κλειδί για την πραγματοποίηση της υπόσχεσης του IoT δεν είναι απαραίτητως η απόκτηση ενός ενιαίου κανόνα στον οποίο θα υπακούν όλες οι τεχνολογίες IoT, αλλά μάλλον η ευθυγράμμιση όλων των τεχνολογιών έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικές στη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση και εκμετάλλευση των δεδομένων δημιουργώντας μια ισχυρή, μελλοντικά ανθεκτική, επεκτάσιμη και ασφαλή αρχιτεκτονική IoT.

3.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Έχει αναπτυχθεί ένα εκτεταμένο σύνολο εφαρμογών για συσκευές IoT [6] που αναφέρονται σε καταναλωτικές, εμπορικές, βιομηχανικές και μεγάλων υποδομών. [7] [8]

3.6.1 Καταναλωτικές εφαρμογές

Ένα αυξανόμενο τμήμα των συσκευών IoT δημιουργείται για χρήση από τους καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένων των συνδεδεμένων οχημάτων, του οικιακού αυτοματισμού, της φορητής τεχνολογίας, της συνδεδεμένης υγείας και των συσκευών με δυνατότητες απομακρυσμένης παρακολούθησης. [9]

Έξυπνη οικιακή επεξεργασία

Οι συσκευές IoT αποτελούν μέρος της ευρύτερης έννοιας του οικιακού αυτοματισμού, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει φωτισμό, θέρμανση και κλιματισμό, συστήματα μέσων και ασφαλείας και συστήματα κάμερας. [10] [11] Τα μακροπρόθεσμα οφέλη θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν εξοικονόμηση ενέργειας διασφαλίζοντας αυτόματα ότι τα φώτα και τα ηλεκτρονικά είναι απενεργοποιημένα.

Ένα έξυπνο σπίτι ή ένα αυτοματοποιημένο σπίτι θα μπορούσε να βασίζεται σε μια πλατφόρμα ή κόμβους που ελέγχουν έξυπνες συσκευές. [12] Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας το HomeKit της Apple, οι κατασκευαστές μπορούν να ελέγχουν τα οικιακά προϊόντα και τα αξεσουάρ τους από μια

εφαρμογή σε συσκευές iOS όπως το iPhone και το Apple Watch. [13] [14] Το ίδιο αποτέλεσμα θα μπορούσε να επιτευχθεί μια αποκλειστική εφαρμογή ή εγγενείς εφαρμογές iOS, όπως το Siri. [15] Έχουν αναπτυχθεί και άλλες μέθοδοι όπως των Smart Home Essentials της Lenovo, που είναι μια σειρά έξυπνων οικιακών συσκευών που ελέγχονται μέσω της εφαρμογής Home της Apple ή του Siri χωρίς την ανάγκη Wi-Fi. [16] Στην αγορά κυκλοφορούν ειδικοί έξυπνοι οικιακοί κόμβοι που προσφέρονται ως αυτόνομες πλατφόρμες για τη σύνδεση διαφορετικών έξυπνων οικιακών προϊόντων και αυτά περιλαμβάνουν το Amazon Echo, το Google Home, το HomePod της Apple και το SmartThings Hub της Samsung. [17] Εκτός από τα εμπορικά συστήματα, υπάρχουν πολλά μη ιδιόκτητα, ανοιχτού κώδικα οικοσυστήματα. συμπεριλαμβανομένων των Home Assistant, OpenHAB και Domoticz. [18] [19]

3.6.2 Οργανωτικές εφαρμογές

Μεταφορά

Το IoT μπορεί να βοηθήσει στην ολοκλήρωση των επικοινωνιών, του ελέγχου και της επεξεργασίας πληροφοριών σε διάφορα συστήματα μεταφοράς. Η εφαρμογή του IoT επεκτείνεται σε όλες τις πτυχές των συστημάτων μεταφοράς (δηλαδή το όχημα, [20] την υποδομή και τον οδηγό ή τον χρήστη). Η δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των συνιστωσών ενός συστήματος μεταφοράς επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ και εντός του οχήματος, [21] τον έξυπνο έλεγχο κυκλοφορίας, έξυπνο χώρο στάθμευσης, ηλεκτρονικά συστήματα συλλογής διοδίων, διαχείριση εφοδιαστικής και στόλου, έλεγχο οχημάτων, ασφάλεια και οδική βοήθεια. [22] [23] Στη Διαχείριση Logistics και Fleet, για παράδειγμα, μια πλατφόρμα IoT μπορεί να παρακολουθεί συνεχώς τη θέση και τις συνθήκες φορτίου και περιουσιακών στοιχείων μέσω ασύρματων αισθητήρων και να στέλνει συγκεκριμένες ειδοποιήσεις όταν συμβαίνουν εξαιρέσεις διαχείρισης (καθυστερήσεις, ζημιές, κλοπές κ.λπ.). Αυτό μπορεί να γίνει μόνο με την τεχνολογία IoT και την απρόσκοπτη συνδεσιμότητα μεταξύ των συσκευών. Αισθητήρες όπως GPS, υγρασία και θερμοκρασία στέλνουν δεδομένα στην πλατφόρμα IoT και στη συνέχεια τα δεδομένα αναλύονται και αποστέλλονται στους χρήστες. Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν την κατάσταση των οχημάτων σε

πραγματικό χρόνο και να λαμβάνουν τις κατάλληλες αποφάσεις. Εάν συνδυαστεί με το Machine Learning, τότε επιπλέον βοηθά στη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων εισάγοντας ειδοποιήσεις σε περίπτωση υπνηλίας στους οδηγούς και παρέχοντας αυτοκινούμενα αυτοκίνητα.

Επεξεργασία επικοινωνιών V2X

Στα συστήματα επικοινωνίας οχημάτων, η επικοινωνία οχήματος με όλα (V2X), αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: επικοινωνία οχήματος προς όχημα (V2V), επικοινωνία οχήματος προς υποδομή (V2I) και επικοινωνία οχήματος προς πεζούς (V2P). Το V2X είναι το πρώτο βήμα για αυτόνομη οδήγηση και συνδεδεμένη οδική υποδομή. [24]

Αυτοματισμός κτιρίων και σπιτιών

Οι συσκευές IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των μηχανικών, ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τύπους κτιρίων (π.χ. δημόσια και ιδιωτικά, βιομηχανικά, ιδρύματα ή οικιστικά) [25] στον οικιακό αυτοματισμό και στα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων. Σε αυτό το πλαίσιο, τρεις βασικοί τομείς καλύπτονται στη βιβλιογραφία: [26]

- Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου με συστήματα διαχείρισης ενέργειας κτιρίων με σκοπό τη δημιουργία ενεργειακά αποδοτικών και «έξυπνων κτιρίων» με γνώμονα τον IOT. [27]
- Τα πιθανά μέσα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας [28] και παρακολούθηση των συμπεριφορών των επιβατών. [29]
- Η ενσωμάτωση έξυπνων συσκευών στο ενσωματωμένο περιβάλλον και πώς θα μπορούσαν να γνωρίζουν πώς να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές εφαρμογές. [30]

3.6.3 Βιομηχανικές εφαρμογές

Είναι γνωστό σαν βιομηχανικό IoT (industrial IoT– IoT), οι συσκευές ανακτούν και αναλύουν δεδομένα από συνδεδεμένο εξοπλισμό, επιχειρησιακή τεχνολογία (OT), τοποθεσίες και άτομα. Σε συνδυασμό με συσκευές παρακολούθησης επιχειρησιακής τεχνολογίας (OT), το IoT βοηθά στη ρύθμιση και την παρακολούθηση βιομηχανικών συστημάτων. Επίσης, η ίδια

εφαρμογή μπορεί να πραγματοποιηθεί για αυτοματοποιημένες ενημερώσεις εγγραφών τοποθέτησης περιουσιακών στοιχείων σε βιομηχανικές μονάδες αποθήκευσης, καθώς το μέγεθος των περιουσιακών στοιχείων μπορεί να διαφέρει από μια μικρή βίδα έως ολόκληρο το ανταλλακτικό κινητήρα και η αντικατάσταση τέτοιων περιουσιακών στοιχείων μπορεί να προκαλέσει απώλεια ανθρώπινου δυναμικού χρόνου και χρήματος.

Επεξεργασία κατασκευής

Το IIoT μπορεί να πραγματοποιήσει την απρόσκοπτη ενσωμάτωση διαφόρων κατασκευαστικών συσκευών εξοπλισμένων με δυνατότητες ανίχνευσης, ταυτοποίησης, επεξεργασίας, επικοινωνίας, ενεργοποίησης και δικτύωσης. Βασισμένο σε έναν τόσο ολοκληρωμένο έξυπνο κυβερνο-φυσικό χώρο, ανοίγει την πόρτα για να δημιουργήσει νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες και ευκαιρίες αγοράς για την κατασκευή. [31] Ο έλεγχος δικτύου και η διαχείριση του εξοπλισμού κατασκευής, η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και καταστάσεων ή ο έλεγχος της διαδικασίας κατασκευής φέρνουν το IoT στο πεδίο των βιομηχανικών εφαρμογών και της έξυπνης κατασκευής. [32] Τα ευφυή συστήματα IoT επιτρέπουν την ταχεία κατασκευή νέων προϊόντων, τη δυναμική απόκριση στις απαιτήσεις προϊόντων και τη βελτιστοποίηση σε πραγματικό χρόνο των δικτύων παραγωγής και εφοδιαστικής αλυσίδας, μέσω δικτύωσης μηχανημάτων, αισθητήρων και συστημάτων ελέγχου. [33]

Τα ψηφιακά συστήματα ελέγχου για την αυτοματοποίηση των ελέγχων διεργασιών, τα εργαλεία χειριστή και τα συστήματα πληροφοριών σέρβις για τη βελτιστοποίηση της ασφάλειας και της ασφάλειας των εγκαταστάσεων εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του IoT. [34] Αλλά επεκτείνεται επίσης στη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων μέσω προβλέψιμης συντήρησης, στατιστικής αξιολόγησης και μετρήσεων για τη μεγιστοποίηση της αξιοπιστίας. [35]. Τα συστήματα βιομηχανικής διαχείρισης μπορούν επίσης να ενσωματωθούν σε έξυπνα δίκτυα, επιτρέποντας τη βελτιστοποίηση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Μετρήσεις, αυτοματοποιημένοι έλεγχοι, βελτιστοποίηση εγκαταστάσεων, διαχείριση υγείας και ασφάλειας και άλλες λειτουργίες παρέχονται από μεγάλο αριθμό δικτύων αισθητήρων. [36]

Το βιομηχανικό IoT θα μπορούσε να δημιουργήσει τόση επιχειρηματική αξία που να οδηγήσει τελικά στην Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση, που αναφέρεται επίσης ως Βιομηχανία 4.0. Το δυναμικό ανάπτυξης από την

εφαρμογή του IIoT μπορεί να δημιουργήσει 12 τρισεκατομμύρια δολάρια παγκόσμιου ΑΕΠ έως το 2030. [37]

Η βιομηχανική ανάλυση μεγάλων δεδομένων θα διαδραματίσει ζωτικό ρόλο στην κατασκευή προληπτικής συντήρησης περιουσιακών στοιχείων, αν και αυτή δεν είναι η μόνη ικανότητα βιομηχανικών μεγάλων δεδομένων. [38] Τα συστήματα Cyber-fisik (CPS) είναι η βασική τεχνολογία βιομηχανικών μεγάλων δεδομένων και θα είναι μια διεπαφή μεταξύ ανθρώπου και κυβερνοχώρου.

3.6.4 Επεξεργασία γεωργίας

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές IoT στη γεωργία [39] όπως η συλλογή δεδομένων σχετικά με τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, την υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου, την προσβολή από παράσιτα και το περιεχόμενο του εδάφους. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αυτοματοποίηση των τεχνικών καλλιέργειας, τη λήψη ενημερωμένων αποφάσεων για τη βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας, την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και των αποβλήτων και τη μείωση της προσπάθειας που απαιτείται για τη διαχείριση των καλλιεργειών. Για παράδειγμα, οι αγρότες μπορούν τώρα να παρακολουθούν τη θερμοκρασία του εδάφους και την υγρασία από μακριά, και ακόμη και να εφαρμόζουν δεδομένα που έχουν ληφθεί από IOT σε προγράμματα λίπανσης ακριβείας. [40]

Τον Αύγουστο του 2018, η Toyota Tsusho ξεκίνησε μια συνεργασία με τη Microsoft για τη δημιουργία εργαλείων ιχθυοκαλλιέργειας χρησιμοποιώντας τη σουίτα εφαρμογών Microsoft Azure για τεχνολογίες IoT που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδάτων. Αναπτύχθηκε εν μέρει από ερευνητές από το Πανεπιστήμιο Kindai, οι μηχανισμοί αντλίας νερού χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη για να μετρήσουν τον αριθμό των ψαριών σε μια μεταφορική ταινία, να αναλύσουν τον αριθμό των ψαριών και να συμπεράνουν την αποτελεσματικότητα της ροής του νερού από τα δεδομένα που παρέχουν τα ψάρια. Τα συγκεκριμένα προγράμματα υπολογιστών που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία εμπίπτουν στις πλατφόρμες Azure Machine Learning και Azure IoT Hub. [41]

3.6.5 Επεξεργασία εφαρμογών υποδομής

Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των λειτουργιών βιώσιμων αστικών και αγροτικών υποδομών, όπως γέφυρες, σιδηροδρομικές γραμμές και αιολικά πάρκα, αποτελεί μία βασική εφαρμογή του IoT. Η υποδομή IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση οποιωνδήποτε γεγονότων ή αλλαγών σε δομικές συνθήκες που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλεια και να αυξήσουν τον κίνδυνο. Το IoT μπορεί να ωφελήσει τον κατασκευαστικό κλάδο με εξοικονόμηση κόστους, μείωση χρόνου, καλύτερη ποιότητα εργασίας και αύξηση της παραγωγικότητας. Μπορεί να βοηθήσει στη λήψη ταχύτερων αποφάσεων και στην εξοικονόμηση χρημάτων με το Real-Time Data Analytics. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον προγραμματισμό δραστηριοτήτων επισκευής και συντήρησης με αποτελεσματικό τρόπο, συντονίζοντας εργασίες μεταξύ διαφορετικών παρόχων υπηρεσιών και χρηστών αυτών των εγκαταστάσεων. Οι συσκευές IoT μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο κρίσιμης υποδομής όπως γέφυρες για την παροχή πρόσβασης σε πλοία. Η χρήση συσκευών IoT για την παρακολούθηση και τη λειτουργία της υποδομής είναι πιθανό να βελτιώσει τη διαχείριση συμβάντων και τον συντονισμό απόκρισης έκτακτης ανάγκης, καθώς και την ποιότητα της υπηρεσίας, το χρόνο αναβάθμισης και τη μείωση του κόστους λειτουργίας σε όλες τις περιοχές που σχετίζονται με την υποδομή. Επίσης τομείς όπως η διαχείριση αποβλήτων μπορούν να επωφεληθούν [42] από τον αυτοματισμό και τη βελτιστοποίηση που θα μπορούσαν να προκύψουν από το IoT.

3.6.6 Εγκαταστάσεις μητροπολιτικής κλίμακας

Υπάρχουν πολλές προγραμματισμένες ή συνεχιζόμενες ευρείας κλίμακας υλοποιήσεις του IoT, για την καλύτερη διαχείριση πόλεων και συστημάτων. Για παράδειγμα, η Songdo, Νότια Κορέα, η πρώτη στο είδος της πλήρως εξοπλισμένη και ενσύρματη έξυπνη πόλη, κατασκευάζεται σταδιακά, με περίπου το 70% της επιχειρηματικής περιοχής να έχει ήδη ολοκληρωθεί. Μεγάλο μέρος της πόλης έχει προγραμματιστεί να συνδεθεί και να αυτοματοποιηθεί, με μικρή ή καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση. [43] [44]

Ένα άλλο παράδειγμα μιας μεγάλης ανάπτυξης είναι αυτό που ολοκλήρωσε η New York Waterways στη Νέα Υόρκη για τη σύνδεση όλων των σκαφών της πόλης και τη δυνατότητα παρακολούθησης τους ζωντανά 24/7. Το δίκτυο

σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από την Fluidmesh Networks, μια εταιρεία με έδρα το Σικάγο που αναπτύσσει ασύρματα δίκτυα για κρίσιμες εφαρμογές. Το δίκτυο NYWW παρέχει επί του παρόντος κάλυψη στους ποταμούς Hudson, East River και Upper New York Bay. Με το ασύρματο δίκτυο σε ισχύ, η NY Waterway μπορεί να αναλάβει τον έλεγχο του στόλου και των επιβατών της με τρόπο που δεν ήταν προηγουμένως εφικτός. Οι νέες εφαρμογές μπορούν να περιλαμβάνουν ασφάλεια, διαχείριση ενέργειας και στόλου, ψηφιακή σήμανση, δημόσιο Wi-Fi, εισιτήρια χωρίς χαρτί και άλλα. [45]

3.6.7 Ενεργειακή διαχείριση

Σημαντικοί αριθμοί συσκευών που καταναλώνουν ενέργεια (π.χ. λαμπτήρες, οικιακές συσκευές, κινητήρες, αντλίες κ.λπ.) ενσωματώνουν ήδη τη σύνδεση στο Διαδίκτυο, η οποία τους επιτρέπει να επικοινωνούν με επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας όχι μόνο για την εξισορρόπηση της παραγωγής ενέργειας αλλά και για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας στο σύνολό της. [46] Αυτές οι συσκευές επιτρέπουν απομακρυσμένο έλεγχο από χρήστες ή κεντρική διαχείριση μέσω διεπαφής που βασίζεται στο σύννεφο και επιτρέπουν λειτουργίες όπως ο προγραμματισμός (π.χ., ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συστημάτων θέρμανσης από απόσταση, έλεγχος φούρνων, αλλαγή των συνθηκών φωτισμού κ.λπ.). [47] Τα συστήματα συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την ενέργεια με σκοπό τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παραγωγής και της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. [48] Χρησιμοποιώντας προηγμένες υποδομές μέτρησης (AMI), οι ηλεκτρικές συσκευές όχι μόνο συλλέγουν δεδομένα από τελικούς χρήστες, αλλά και διαχειρίζονται συσκευές αυτοματισμού διανομής όπως μετασχηματιστές. [49]

3.6.8 Περιβαλλοντική παρακολούθηση

Οι εφαρμογές περιβαλλοντικής παρακολούθησης του IoT χρησιμοποιούν συνήθως αισθητήρες για να βοηθήσουν στην προστασία του περιβάλλοντος [50] παρακολουθώντας την ποιότητα του αέρα ή του νερού, [51] ατμοσφαιρικές ή εδαφικές συνθήκες, [52] και μπορούν ακόμη και να περιλαμβάνουν περιοχές όπως η παρακολούθηση των κινήσεων της άγριας ζωής και των οικοτόπων τους. [53] Η ανάπτυξη συσκευών περιορισμένων πόρων συνδεδεμένων στο Διαδίκτυο σημαίνει επίσης ότι άλλες εφαρμογές όπως συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης για σεισμό ή τσουνάμι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν από υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης για την παροχή

αποτελεσματικότερης βοήθειας. Οι συσκευές IoT σε αυτήν την εφαρμογή εκτείνονται συνήθως σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή και μπορούν επίσης να είναι κινητές. Υποστηρίχθηκε ότι η τυποποίηση που φέρνει το IoT στην ασύρματη ανίχνευση θα φέρει επανάσταση σε αυτόν τον τομέα. [54]

4. INTERNET OF MEDICAL THINGS (IoMT)

4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Το Διαδίκτυο των ιατρικών πραγμάτων (IoMT) είναι ένας συνδυασμός ιατρικών συσκευών και εφαρμογών που μπορούν να συνδεθούν με συστήματα τεχνολογίας πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιώντας τεχνολογίες δικτύωσης.

Μερικές φορές ονομάζεται Διαδίκτυο των πραγμάτων στην υγειονομική περίθαλψη, ο στόχος του IoMT είναι να καταστήσει τις λειτουργίες της υγειονομικής περίθαλψης πιο αποτελεσματικές για τους ασθενείς και για τους παρόχους και τους ασφαλιστές.

ο Forbes ανέφερε: «Το Διαδίκτυο των ιατρικών πραγμάτων (IoMT) είναι έτοιμο να μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο διατηρούμε τους ανθρώπους ασφαλείς και υγιείς, ειδικά καθώς η ζήτηση για λύσεις για τη μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης αυξάνεται τα επόμενα χρόνια».

Μπορεί να μειώσει τις περιττές επισκέψεις στο νοσοκομείο και το βάρος στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης συνδέοντας τους ασθενείς με τους γιατρούς τους και επιτρέποντας τη μεταφορά ιατρικών δεδομένων μέσω ασφαλούς δικτύου. Σύμφωνα με την ανάλυση Frost & Sullivan, η παγκόσμια αγορά IoMT ανήλθε σε 22,5 δισεκατομμύρια δολάρια το 2016. αναμένεται να φθάσει τα 72,02 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2021, με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 26,2%.

Η αγορά IoMT αποτελείται από έξυπνες συσκευές, όπως φορητά και ιατρικές / ζωτικής σημασίας οθόνες, αυστηρά για χρήση της υγειονομικής περίθαλψης στο σώμα, στο σπίτι ή σε κοινότητες, κλινικές ή νοσοκομεία. και συναφείς τοποθεσίες σε πραγματικό χρόνο, τηλε-υγεία και άλλες υπηρεσίες.

Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, το IoT περιλαμβάνει οποιοδήποτε οικοσύστημα συνδεδεμένων ιατρικών τεχνολογιών που υποστηρίζουν στοχευμένες υπηρεσίες υγείας και ευεξίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς υγείας με διαφορετικούς τρόπους.

- In-Home: Το IoT φαίνεται να είναι μια βιώσιμη λύση χαμηλού κόστους που μπορεί να υποστηρίξει τη φροντίδα και την ευημερία του

ηλικιωμένου πληθυσμού και των ατόμων με χρόνιες ασθένειες. Οι συνδεδεμένες συσκευές μπορούν να παρακολουθούν την κατάσταση της υγείας των ασθενών, να υποστηρίζουν τηλε-διαβούλευση και να ειδοποιούν αυτόματα τον επαγγελματία υγείας.

- **Σώμα:** Το ανθρώπινο σώμα είναι πηγή εκπομπής πολλών ζωτικών σημάτων και με βάση αυτό οι βιοαισθητήρες καθιστούν δυνατή τη σχεδίαση και την κατασκευή φορητών ιατρικών συσκευών που μπορούν να παρακολουθούν την υγεία των ανθρώπων. Μπορούν να ενσωματωθούν σε ενδύματα, να προσκολληθούν στο δέρμα ή να εμφυτευτούν κάτω από το δέρμα.
- **Κοινότητα:** Σε περιπτώσεις όπου οι ασθενείς ζουν σε αγροτικές περιοχές, όπου οι υπηρεσίες υγείας δεν είναι εύκολα προσβάσιμες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν λύσεις IoT για τη σύνδεσή τους με επαγγελματίες υγείας. Αυτό προσθέτει άνεση στη διαδικασία υγειονομικής περίθαλψης, αλλά μειώνει και το κόστος.
- **Πάροχος υγειονομικής περίθαλψης:** Τα νοσοκομεία και οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης είναι οι μεγαλύτεροι χρήστες συσκευών IoT. Μηχανήματα ακτίνων Χ, αξονική τομογραφία και έξυπνες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση ασθενών και επαγγελματιών υγείας σε απομακρυσμένα μέρη.

Αυτές οι συσκευές είναι διαθέσιμες σε ασθενείς και παρόχους υγειονομικής περίθαλψης για την παρακολούθηση δεδομένων υγείας (π.χ. διαβήτη, καρδιακές παθήσεις), κλινικών δεδομένων (π.χ. γλυκόζη αίματος ή καρδιακό ρυθμό), δεδομένων συμμόρφωσης (π.χ. φάρμακα), καθώς και δεδομένων για την υγεία των καταναλωτών (π.χ. σωματική δραστηριότητα). Τα δεδομένα που συλλέγονται αποστέλλονται σε έναν επαγγελματία υγείας που μπορεί να παρακολουθεί και να παρέχει πληροφόρηση στους ασθενείς, προκειμένου να τους βοηθήσει στην λήψη καλύτερων αποφάσεων για την υγεία σε πραγματικό χρόνο.

Μερικά παραδείγματα λύσεων υγειονομικής περίθαλψης μέσω IoT περιλαμβάνουν:

- Συνδεδεμένες ιατρικές συσκευές (π.χ. μαγνητική τομογραφία, αξονική τομογραφία κ.λπ.) που συλλέγουν και δημιουργούν δεδομένα και δίκτυο με συστήματα πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης (HIS) προκειμένου τα δεδομένα να οπτικοποιηθούν και να αναλυθούν .
- Οι φορητές κλινικές συσκευές είναι πιστοποιημένες και εγκεκριμένες για χρήση από τηναρμόδια ρυθμιστική αρχή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σώμα ή στο σπίτι από τον ασθενή ή / και στο χώρο της υγειονομικής περίθαλψης. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών είναι οι έξυπνες ζώνες από ηλικιωμένους ασθενείς για την ανίχνευση πτώσεων, ιμάντες στο στήθος που καταγράφουν ΗΚΓ κ.λπ.
- Οι συσκευές απομακρυσμένης παρακολούθησης ασθενών (Remote Patient Monitoring-RPM) χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση δεδομένων υγείας ασθενών εκτός ενός παραδοσιακού κλινικού περιβάλλοντος. Αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να αποσταλούν σε έναν επαγγελματία υγείας, ο οποίος μπορεί με τη σειρά του να επαναρυθμίσει τα σχέδια περίθαλψης. Επιπλέον, νέες ρυθμίσεις μπορούν να σταλούν στον ασθενή. Κοινά παραδείγματα συσκευών RPM περιλαμβάνουν εφαρμογές φωνής που υπενθυμίζουν στους ασθενείς με διαβήτη να παίρνουν την ινσουλίνη τους, ενώ επιτρέπουν στον ιατρό τους να τους παρακολουθεί.
- Συσκευές σημείων φροντίδας(Point of Care -PoC) είναι σημεία φροντίδας που διευκολύνουν την απαίτηση για εικονική παρακολούθηση των ζωτικών δεδομένων των ασθενών (π.χ. θερμόμετρα, ωτοσκόπιο, δερματοσκόπιο, πίεσης αίματοςκ.λπ.), τηλε-διαβούλευση και τηλε-διάγνωση (AMWELL, 2020) (TELACARE, 2017). Οι συσκευές και τα περίπτερα του Point of Care (PoC) μπορούν να είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για τη θεραπεία και τη διάγνωση ασθενών που ζουν σε απομακρυσμένα μέρη.
- Οι κλινικές οθόνες καταγράφουν και αποθηκεύουν δεδομένα ασθενών μέσω ψηφιακών μεθόδων (π.χ. ψηφιακά στηθοσκόπια που μπορούν να μεταδίδουν και να αποθηκεύουν τους καρδιακούς ήχους σε μια εφαρμογή για κινητά), έτσι ώστε να είναι προσβάσιμα όποτε χρειάζεται.

- Τα έξυπνα χάπια μπορούν να υποστηρίξουν τη διανομή φαρμάκων, την παρακολούθηση και τη διάγνωση. Ένα έξυπνο χάπι με αισθητήρες περιβάλλοντος, ένας αλγόριθμος ανατροφοδότησης και ένας μηχανισμός απελευθέρωσης φαρμάκων μπορούν να υποστηρίξουν την έξυπνη παράδοση φαρμάκων και να αποτρέψουν τυχαία υπερδοσολογία. Επιπλέον, μπορεί να καταγράψει τη θερμοκρασία του σώματος, το τοπικό pH και την πίεση, προκειμένου να ελέγξει πώς το σώμα ανταποκρίνεται στο φάρμακο. Ένα έξυπνο χάπι με ενσωματωμένους αισθητήρες, μπορεί εύκολα μετά την κατάποση να ελιχθεί για να τραβήξει εικόνες ασθενών που χρειάζονται ενδοσκόπηση, να μετρήσει υγρά και αέρια στο έντερο (Alliance of Advanced Biomedical Engineering (AABME), 2017).
- Τα φορητά όργανα γυμναστικής είναι συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες που παρακολουθούν την υγεία και την ευεξία των ασθενών, όπως απόσταση από το βάδισμα ή τρέξιμο, κατανάλωση θερμίδων και, σε ορισμένες περιπτώσεις τον καρδιακό παλμό. Αυτοί οι ιχνηλάτες είναι ζώνες, ρολόγια χειρός, κολιέ κ.λπ.

Ορισμένα δημοσιευμένα μοντέλα / πλαίσια τέτοιων εφαρμογών με την τρέχουσα χρήση του IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας IoT στον τομέα της υγείας

IoT εφαρμογή	Περιγραφή	Αναφορά
Πλαίσιο υγειονομικής περίθαλψης βασισμένο στο	Το προτεινόμενο πλαίσιο υποστηρίζει τους ασθενείς να αποθηκεύουν με ασφάλεια δεδομένα υγείας, να αυτοαξιολογούνται και να μοιράζουν τις πληροφορίες τους σε παρόχους	(Tyagi , et al., 2016)

CloudIoT για υγειονομικής περίθαλψης. Τους ηλεκτρονικά επιτρέπει επίσης να προσδιορίσουν αρχεία την καλύτερη φροντίδα με το βέλτιστο υγειονομικής κόστος. περίθαλψης

Ευφυές Το προτεινόμενο σύστημα παρέχει μια (Manate, σύστημα αποτελεσματική βάση για et al., υποστήριξης επαγγελματίες υγείας, οι οποίοι 2014) αποφάσεων μπορούν να παρακολουθούν την με γνώμονα κατάσταση της υγείας των ασθενών, να το παρέχουν ποιοτικές υπηρεσίες περιβάλλον φροντίδας και να (ICADS). επαναπρογραμματίζουν και ιεραρχούν τις βασικές υπηρεσίες για τις ανάγκες θεραπείας έκτακτης ανάγκης.

Υγεία Με την ενσωμάτωση των τεχνολογιών (Sheriff, πληροφορικ IoT, ComplexEventProcessing (CEP) et al., ής, IoT και και μεγάλων αναλυτικών δεδομένων, η 2015) μεγάλο όγκο προτεινόμενη εφαρμογή υποστηρίζει πλαίσιο σε πραγματικό χρόνο την αναλυτική ανάλυσης επεξεργασία συμβάντων ασθενών από δεδομένων διαφορετικές πηγές χρησιμοποιώντας μεγάλο όγκο δεδομένων και την πανταχού παρούσα επικοινωνία μέσω IoT.

Πλαίσιο για Αυτό το πλαίσιο αποτελείται από τρία (Pir, et al., τη επίπεδα, δηλαδή το φυσικό, το δίκτυο 2015)

διαχείριση και το επίπεδο εφαρμογής. Το φυσικό
συστημάτων επίπεδο συλλέγει δεδομένα και τα
έξυπνων στέλνει στο επίπεδο δικτύου. Στη
νοσοκομείω συνέχεια, το επίπεδο δικτύου
ν με βάση το επεξεργάζεται και προωθεί αυτά τα
IoT. δεδομένα στο επίπεδο εφαρμογής. Η

ευαισθησία περιβάλλοντος είναι ένα
ενδιάμεσο λογισμικό μεταξύ των
επιπέδων δικτύου και εφαρμογών,
αναλύει τα δεδομένα που λαμβάνονται
(από τη φυσικό στρώμα) και μεταφέρει
(στο επίπεδο εφαρμογής) μόνο τα
απαιτούμενα.

Μοντέλο Το προτεινόμενο μοντέλο αποθηκεύει (Chatterje
απομακρυσμ ουσιαστικά τα δεδομένα των ασθενών e &
ένης και τα καθιστά προσβάσιμα σε Armentan
θεραπείας με επαγγελματίες υγείας. Υποστηρίζει o, 2016)
βάση το IoT επίσης επαγγελματίες κατά την
παροχή θεραπείας παρέχοντας ένα
έξυπνο σύστημα υποστήριξης κλινικών
αποφάσεων.

Σφαιρικόέργ Αυτό το έργο δημιουργεί μια γενική (Zhu,
ο πλατφόρμα που συγχωνεύει τα 2015)
αντίστοιχα δεδομένα αισθητήρων για
τη δημιουργία πλούσιων συνόλων
δεδομένων που υποστηρίζουν την
ανίχνευση και διαχείριση διαφόρων

καταστάσεων υγείας

Σχέδιο αντίδρασης	Το LinkSmart (στο πλαίσιο του (Osello, 2013) ευρωπαϊκού έργου REACTION) είναι ένα ενδιάμεσο λογισμικό βασισμένο σε SOA που παρακολουθεί και διαχειρίζεται τη θεραπεία διαβητικών ασθενών. Χρησιμοποιήθηκε επίσης πρόσφατα για μια έξυπνη εφαρμογή στο σπίτι.
Smart Health Gateway	e- Η αρχιτεκτονική του συστήματος (Rahmani, et al., 2018) υποβοηθούμενης από ομίχλη προτείνεται για την αντιμετώπιση προκλήσεων σε πανταχού παρόντα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης όπως η κινητικότητα, η ενεργειακή απόδοση, η επεκτασιμότητα και τα ζητήματα αξιοπιστίας. Μια πύλη που παρέχει δυνατότητες όπως τοπική αποθήκευση, επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ενσωματωμένη εξόρυξη δεδομένων κ.λπ.
RFIDWSNυβριδικό σύστημα παρακολούθησης για έξυπνα	Ένα υβριδικό σύστημα (Adame, et al., 2018) παρακολούθησης IoT που ενσωματώνει τις τεχνολογίες RFID και WSN για την παρακολούθηση της θέσης των περιουσιακών στοιχείων υγειονομικής περίθαλψης

περιβάλλοντ α υγειονομικής περίθαλψης	(χρησιμοποιώντας παθητικές και ενεργές ετικέτες RFID) και τη θέση και την υγεία των ασθενών (χρησιμοποιώντας μια ενεργή ζώνη καρπού που παρακολουθεί τη θερμοκρασία του δέρματος, τον καρδιακό ρυθμό και την κίνηση)	
SilverLink	Το SilverLink χρησιμοποιεί αισθητήρες για αντικείμενα και ανθρώπους για την ένδειξη των δραστηριοτήτων του χρήστη ή της κατάστασης της υγείας που συλλέγονται από τους αισθητήρες. Όταν αλλάζει μια παράμετρος, το σύστημα δημιουργεί ειδοποιήσεις / συνεγερμούς στην ομάδα αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης.	(SilverLink, 2016)
Σύστημα ανίχνευσης πτώσης	Προτάθηκε και δοκιμάστηκε ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης σε πραγματικό χρόνο που βασίζεται σε φορητούς αισθητήρες για την ανίχνευση της κίνησης και της θέσης του σώματος.	(Cheng, et al., 2015) (Gasparri ni, et al., 2014)

4.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

4.2.1. Επισκόπηση της αγοράς

Η αγορά του IoT προβλέπεται να επεκταθεί με ένα Compound annual growth rate (CAGR) από 37% έως 156 δισεκατομμύρια USD έως το 2020. Οι

τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο IoMT μπορούν να χωριστούν στις τρεις τεχνικές κατηγορίες:

- ✓ τοπικά συστήματα και χειριστήρια ασθενών περιλαμβάνουν αισθητήρες, ελεγκτές, υλικολογισμικό και τελικές ιατρικές συσκευές.
- ✓ συνδεσιμότητα συσκευής και διαχείριση δεδομένων που περιλαμβάνει συστήματα δικτύωσης, βάσεις δεδομένων.
- ✓ και αναλυτικές λύσεις που αποτελούνται σε γενικές γραμμές από αναλυτικά δεδομένα και λύσεις και υπηρεσίες με δυνατότητα cloud.

Οι κύριοι συντελεστές της τεχνολογίας στα επίπεδα οικοσυστήματος IoMT είναι εταιρείες που παρέχουν ημιαγωγούς και ενσωματωμένα συστήματα, προγραμματιστές εφαρμογών, εταιρείες υλικολογισμικού, φορείς εκμετάλλευσης ασύρματου δικτύου, εταιρείες διαχείρισης δεδομένων, πάροχοι αισθητήρων, τηλε-παρουσίας και τεχνολογίας τοποθεσίας.

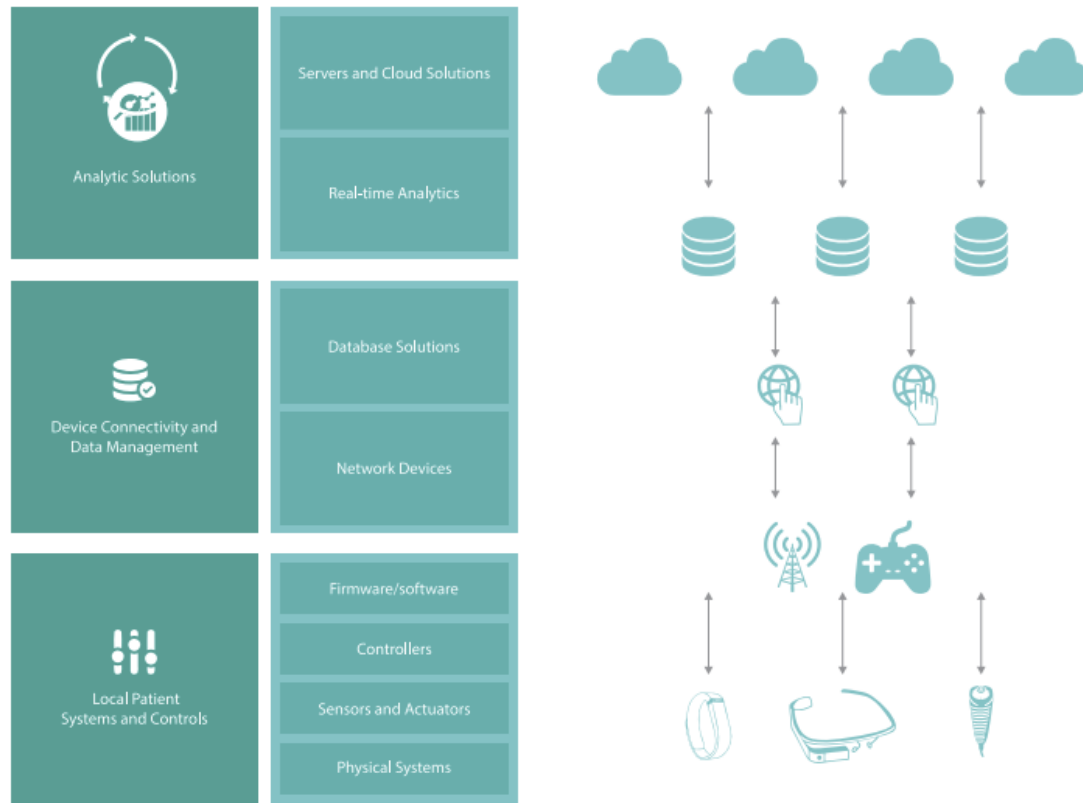
Ασφάλεια / απόρρητο Διαδικτύου και πωλητές από μηχανή σε μηχανή. Πάροχοι υπηρεσιών IoT και γενικά τηλεπικοινωνιακοί παράγοντες.. Στο τρέχον σενάριο, η Βόρεια Αμερική ηγείται της αγοράς στην υψηλή διείσδυση ιατρικών τεχνολογιών και κυβερνητικών ασφαλιστικών συμβολαίων. Στο μέλλον, οι αναλυτές προβλέπουν ανάπτυξη της τεχνολογίας στην Ασία και στην ευρωπαϊκή αγορά λόγω της αυξανόμενης ευαισθητοποίησης, αλλαγές στον τρόπο ζωής, βελτιωμένες διαγνωστικές εγκαταστάσεις και επιβάρυνση ασθενειών. Άλλοι οδηγοί και προκλήσεις για μελλοντική ανάπτυξη παρουσιάζονται στο πιο κάτω σχήμα.



Παράγοντες και προκλήσεις για την ανάπτυξη της αγοράς

4.3 APXITEXTONIKH

Η αρχιτεκτονική IoT σε μακροοικονομικό επίπεδο περιλαμβάνει τρία επίπεδα: τοπικές συσκευές, συνδεσιμότητα και ανάλυση δεδομένων και λύσεις. Οι δομικές και λειτουργικές πτυχές είναι:[55]



: Architecture of IoMT Systems

4.3.1. Τοπικά συστήματα και στρώμα ελέγχου

Η αποκεντρωμένη νοημοσύνη είναι ένα από τα βασικά στοιχεία του IoMT. Στην αποκεντρωμένη νοημοσύνη, το πρωταρχικός στόχος είναι η κατασκευή ιατρικής συσκευής με έξυπνες δυνατότητες ελέγχου. Αυτό βοηθάει στην επεξεργασία επιχειρησιακών δεδομένων σε τοπικό επίπεδο, επιπρόσθετα με τον κεντρικό διακομιστή. Αυτές οι συσκευές συνήθως ενεργοποιούνται με αισθητήρες για τη μέτρηση λειτουργικών παραμέτρων, μετατροπείς για την παραγωγή ψηφιακών εισόδων, ελεγκτές για τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο με βάση τις εισόδους που λαμβάνονται από τους μετατροπείς, και διασυνδέσεις δικτύου για κοινή χρήση δεδομένων με άλλους

υπολογιστές / κεντρικούς διακομιστές. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών είναι φορητές οθόνες, εμφυτεύματα και μικρές εύχρηστες συμπαγείς συσκευές διάγνωσης που χειρίζονται από τους γιατρούς.

Η συμβατότητα και η ενσωμάτωση των προηγμένων ηλεκτρονικών είναι πρόσθετοι παράγοντες που οδηγούν στη χρήση τέτοιων συσκευών ως λύσεις για το IoMT.

Τέτοιες συσκευές είναι σε θέση να αποκτούν ποιοτικά, βιομετρικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από το σώμα του ασθενούς και τη μετάδοσή τους σε ασφαλές περιβάλλον σε αρχιτεκτονική υψηλότερου επιπέδου.

Οι κωδικοποιητές, οι ενεργοποιητές και οι συσκευές κρυπτογράφησης εκτελούν μετασχηματισμούς δεδομένων και μεταβιβάζονται για ανάλυση στο επόμενο επίπεδο του οικοσυστήματος (δηλ. πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως NFC και over-the-air προγραμματισμός).

4.3.2. Συνδεσιμότητα συσκευής και επίπεδο δεδομένων

Το επίπεδο κυρίως επικεντρώνεται στη συλλογή δεδομένων από τη συσκευή δικτύου και την αποθήκευσή τους σε προκαθορισμένες αποθήκες δεδομένων. Οι τεχνολογίες σε αυτό το επίπεδο δεν είναι μοναδικές για κάθε λύση (π.χ παρακολούθηση ασθενούς).

Οι τεχνολογίες ασφαλούς ιατρικής μεταφοράς δεδομένων διαχειρίζονται μεγάλους όγκους δεδομένων και διασφαλίζουν την ποιότητα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Εταιρίες δικτύωσης όπως η Cisco και η Oracle είναι αρκετά δραστήριες στην παροχή προηγμένης τεχνολογίας στους τελικούς καταναλωτές / ολοκληρωτές συστημάτων βάσει των απαιτήσεων.

4.3.3 Επίπεδο αναλυτικών λύσεων

Ανεξάρτητα από τους τύπους λύσεων υγειονομικής περίθαλψης που ενεργοποιούνται, ο κεντρικός / απομακρυσμένος διακομιστής συλλέγει δεδομένα από πολλές συσκευές μέσω του δικτύου και των βασικών στοιχείων τους. Ο διακομιστής με ενσωματωμένους αλγόριθμους αναλύει επιχειρησιακά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να

παρέχει πληροφορίες και συμπεράσματα. Αυτή η επιμέλεια χειρισμού των δεδομένων βοηθά στη διαγνωστική ικανότητα, την πρόβλεψη ασθενειών και την εφαρμογή προληπτικών μέτρων.

Η συλλογική και ολοκληρωμένη αξιολόγηση δεδομένων από διαφορετικές πηγές, όπως εμφυτεύματα και έξυπνες συσκευές επιτρέπουν λύσεις υγειονομικής περίθαλψης, όπως παρακολούθηση απομακρυσμένων ασθενών, παρεμβάσεις και χρόνια διαχείριση ασθενειών.

4.4 ΓΕΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

4.4.1 Οφέλη του IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης

Το IoT παρέχει διάφορα οφέλη σε όλες τις διαδικασίες (π.χ. υποστήριξη, πρόληψη μέσω διάγνωσης, αποκατάσταση και ψυχολογική περίθαλψη, καθώς και όλα τα επίπεδα αυτο-φροντίδας, φροντίδας στο σπίτι κ.λπ.) και σε ενδιαφερόμενους (π.χ. πολίτες, οικογένειες, ασθενείς, κοινότητες, επαγγελματίες υγείας, φροντιστές, κυβερνήσεις, οργανισμούς κ.λπ.) που συμμετέχουν στην παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, όπως κλινικές.

Πιο συγκεκριμένα, το IoT υποστηρίζει και βελτιώνει την παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης όπως παρουσιάζεται παρακάτω (MarketsandMarkets, 2017) (Tello, Juan; Barbazza, Erica, 2015) (Colombus, Louis, 2018) (Krawiec, et al., 2015):

- Προληπτική φροντίδα:

Μέσω της δραστηριότητας και της καθημερινής παρακολούθησης και εξατομικευμένων σχεδίων, οι πολίτες μπορούν να διαχειριστούν καλύτερα τις πληροφορίες που αφορούν την συμπεριφορά και την ευεξία εκτός των ραντεβού. Η ευρεία πρόσβαση πραγματικό χρόνο σε δεδομένα υψηλής πιστότητας για την υγεία κάθε ατόμου αναμένεται να αλλάξει την υγειονομική περίθαλψη βοηθώντας τους ανθρώπους να ζήσουν πιο υγιείς και να αποτρέψουν ασθένειες.

Διάγνωση και θεραπεία:

Το IoT μπορεί να συλλέξει και να αναλύσει έξυπνα και μετρήσιμα δεδομένα που υποστηρίζουν και βελτιώνουν την ταχύτητα και την ακρίβεια των διαγνωστικών και των στοχευμένων θεραπειών.

Παρακολούθηση ασθενών:

Οι συσκευές IoT επιτρέπουν σε ασθενείς μη κρίσιμες ασθένειες να παρακολουθούνται σε οποιοδήποτε σημείο, μέσω μιας έξυπνης ιατρικής συσκευής που μπορεί να φορεθεί ή να είναι πανταχού παρούσα.

Διαχείριση ιατρικών συσκευών:

Τα συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο παρέχουν άμεση ή πραγματική παρακολούθηση και διαχείριση ιατρικού εξοπλισμού, μειώνοντας ενδεχομένως το χρόνο διακοπής της συσκευής.

Υπενθυμίσεις και ειδοποιήσεις εγκαίρως:

Οι συσκευές IoT συλλέγουν και αναλύουν έξυπνα και μετρήσιμα δεδομένα και μεταφέρουν δεδομένα σε επαγγελματίες υγείας και φροντιστές για παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, ενώ στέλνουν ειδοποιήσεις και υπενθυμίσεις (υπενθύμιση φαρμάκων, εξετάσεων, κλινικές ειδοποιήσεις κ.λπ.) μέσω εφαρμογών για κινητά και άλλων συνδεδεμένων συσκευών. Υπενθυμίσεις μπορούν επίσης να σταλούν σε φροντιστές σχετικά με σημαντικές προθεσμίες, όπως θεραπευτικές αγωγές και επερχόμενα ραντεβού.

Φροντίδα έκτακτης ανάγκης:

Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, οι ασθενείς ή ακόμη και η εφαρμογή μπορούν να επικοινωνήσουν αυτόματα με έναν επαγγελματία υγείας, φροντιστή, ομάδες αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης ή την οικογένεια του ασθενούς.

Έρευνα:

Το IoT μας επιτρέπει να συλλέγουμε τεράστια ποσότητα δεδομένων που μπορούν να συνδυαστούν με άλλα δεδομένα, να αναλυθούν και να μετατραπούν σε πληροφορίες και γνώσεις που μπορούν να υποστηρίξουν ερευνητικές δραστηριότητες.

Το IoT έχει τη δυνατότητα να μειώσει το κόστος, να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και να προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα για τον ασθενή. Έχει αναφερθεί ότι μπορεί να αναδείξει τη βιομηχανία υγειονομικής περίθαλψης, υπολογίζεται ότι δαπανώνται σε ετήσια βάση 300 δισεκατομμύρια δολάρια κυρίως μέσω της παρακολούθησης απομακρυσμένων ασθενών και της βελτιωμένης επιτήρησης των φαρμάκων (Stern, 2015).

Το IoT στην υγειονομική περίθαλψη επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα, την επικοινωνία μεταξύ μηχανών, την ανταλλαγή πληροφοριών και την κίνηση δεδομένων που καθιστούν αποτελεσματική την παροχή υπηρεσιών υγείας. Συνοψίζοντας, το IoT μπορεί να συγκεντρώσει άτομα (πολίτες, ασθενείς, φροντιστές και κλινικούς ιατρούς), δεδομένα (δεδομένα ασθενών ή επιδόσεων), διαδικασίες (παροχή και παρακολούθηση φροντίδας) και ενεργοποιητές (ιατρικές συσκευές και κινητές εφαρμογές) για τη βελτίωση της παροχής υγειονομικής περίθαλψης.

4.4.2 Εμπόδια του IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης

Παρά τα πολλά οφέλη του IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, έχουν αναφερθεί πολλά εμπόδια, όπως ανησυχίες για την ασφάλεια και το απόρρητο, την εκπαίδευση για ασθενείς και την ακρίβεια των δεδομένων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017) (Taylor, et al., 2018) που παρουσιάζονται παρακάτω :

- **Διαχείριση δεδομένων:** Στο μέλλον, το IoT θα καταλαμβάνεται εξαιρετικά από τεράστια ποσότητα ετερογενών δικτυωμένων συσκευών και αισθητήρων, οι οποίες θα παράγουν τεράστια δεδομένα υγείας, καθώς το ανθρώπινο σώμα είναι ένα δυναμικό σύστημα που αλλάζει συνεχώς την κατάστασή του (Farahani, et al., 2018). Επειδή ο στόχος του IoT είναι η εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών από δεδομένα, απαιτείται μια νέα προσέγγιση διαχείρισης δεδομένων που θα

χειρίζεται την πολυπλοκότητα των δεδομένων από την άποψη της ποικιλίας, του όγκου και της ταχύτητάς τους (Nandyala & Kim, 2016).

- **Επεκτασιμότητα:** Με τη δημιουργία μιας μικρότερης κλίμακας IoT, με αισθητήρες σε φορητές συσκευές για συλλογή δεδομένων, όλοι οι χρήστες μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση σε ιατρικές υπηρεσίες μέσω φορητών συσκευών, όπως smartphone. Αυτό μπορεί στη συνέχεια να κλιμακωθεί σε ολόκληρο το νοσοκομείο, έτσι ώστε οι ασθενείς και οι επαγγελματίες υγείας να μπορούν να χρησιμοποιούν ιατρικές υπηρεσίες, να ελέγχουν ενημερώσεις και την κατάσταση της υγείας από τα smartphone τους. Τέλος, αυτό το μοντέλο μπορεί να κλιμακωθεί σε ολόκληρη την πόλη, όπου όλα τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν, να υποβληθούν σε επεξεργασία και να αναλυθούν από smartphone μέσω εφαρμογών για κινητά και τα σχόλια θα σταλούν στους ασθενείς προκειμένου να γνωρίζουν την κατάσταση της υγείας τους, τα αποτελέσματα των ιατρικών εξετάσεων κ.λπ. (Farahani, et al., 2018). Η επεκτασιμότητα σε επίπεδο έξυπνης πόλης, μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, τους χρόνους αναμονής, καθώς και τις σχέσεις μεταξύ επαγγελματιών υγείας και ασθενών (Hashem, et al., 2016).
- **Πολυπλοκότητα:** Το IoT είναι ένα διαφορετικό και πολύπλοκο δίκτυο, το οποίο χρειάζεται πολλές υπηρεσίες για την αύξηση του αριθμού των συσκευών, την αύξηση του εύρους ζώνης του Διαδικτύου κ.λπ. Έτσι, οποιαδήποτε αποτυχία ή σφάλματα στο λογισμικό ή το υλικό θα έχει σοβαρές συνέπειες. Ακόμη και η διακοπή ρεύματος μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα (Rathore, et al., 2016).
- **Συμβατότητα:** Καθώς διάφοροι κατασκευαστές συμμετέχουν στην ανάπτυξη IoT, υπάρχει ανάγκη για κοινά πρότυπα που θα υποστηρίζουν τη συμβατότητα των συσκευών (Li, et al., 2015).
- **Διαλειτουργικότητα και τυποποίηση:** Η διαλειτουργικότητα και η πολυπλοκότητα τυποποίησης έγκειται στο γεγονός ότι το IoT σχετίζεται με μια ευρεία ποικιλία θεματικών κλάδων που ρυθμίζονται από διαφορετικές υποθέσεις. Οι αυστηροί κανονισμοί που προβλέπονται

από τα ιατρικά πρότυπα, αυξάνουν ακόμη περισσότερο την πολυπλοκότητα (Farahani, et al., 2018).

- **Ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής:** Πολλές έρευνες δείχνουν ότι η ασφάλεια αποτελεί κορυφαία πρόκληση για τους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης που σχεδιάζουν, εφαρμόζουν και υιοθετούν λύσεις IoT. Έχει εκτιμηθεί ότι έως το 2022, οι μισοί από τους προϋπολογισμούς ασφαλείας για το IoT θα πάνε στην αποκατάσταση βλαβών. Η αποτροπή της μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης έχει εξελιχθεί σε θέμα πρώτης γραμμής (Gartner, 2018) (Bain & Company, 2018). Εάν διακυβεύεται η ασφάλεια του IoT, υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες σχετικά με την υγεία και άλλες πληροφορίες μέσω με μη εξουσιοδοτημένων υπηρεσιών χωρίς απαίτηση των στοιχείων ταυτότητας και αυτό μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους για την προσωπική ασφάλεια (Farahani, et al., 2018).

4.4.3 Θέματα ασφαλείας του IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης

Παρά τα πολλά οφέλη του IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, έχουν αναφερθεί πολλά εμπόδια όπως ανησυχίες για την ασφάλεια και το απόρρητο, την εκπαίδευση για ασθενείς και την ακρίβεια των δεδομένων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017) (Taylor, et al., 2018) που παρουσιάζονται παρακάτω :

Έχει αναφερθεί ότι υπάρχουν δέκα έως δεκαπέντε εκατομμύρια ιατρικές συσκευές, με κατά μέσο όρο δέκα έως δεκαπέντε συνδεδεμένες ιατρικές συσκευές ανά κρεβάτι ασθενών σε νοσοκομεία των ΗΠΑ (Zingbox, 2018). Τα ζητήματα ασφαλείας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής έχουν γίνει όλο και πιο ανησυχητικά στον τομέα των συστημάτων πληροφοριών περίθαλψης και του IoT, με τον ENISA να αναφέρει ότι τα πιο κρίσιμα έξυπνα περιουσιακά στοιχεία στο πλαίσιο ενός έξυπνου νοσοκομείου είναι τα διασυνδεδεμένα συστήματα κλινικών πληροφοριών και τα δικτυωμένα ιατρικά βοηθήματα (Οργανισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για Cybersecurity (ENISA), 2016).

Σύμφωνα με μια έκθεση για την ασφάλεια των οργανισμών υγειονομικής περίθαλψης (Irdeto, 2019), έχει διαπιστωθεί ότι το 90% πιστεύει ότι ο οργανισμός στον οποίο εργάζονται, έχει κάποια μορφή ευπάθειας στον κυβερνοχώρο, με σχεδόν τους μισούς από αυτούς να αναγνωρίζουν τις συσκευές IoT ως τη μεγαλύτερη απειλή τους. Το Εθνικό Ινστιτούτο Τεχνολογικών Προτύπων (NIST) δημοσίευσε μια έκθεση με τίτλο «Σκέψεις για τη διαχείριση του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) Cybersecurity και Privacy Risks.», Στην οποία εξηγούνται τρεις διαφορές μεταξύ ιατρικού IoT και παραδοσιακού IoT (National Institute of Technology Standards (NIST)), 2019):

- Πολλές συσκευές IoT αλληλεπιδρούν με τον φυσικό κόσμο με τρόπους που συνήθως δεν συμβαίνουν οι συμβατικές συσκευές πληροφορικής. Η NIST δήλωσε ότι οι συσκευές υγειονομικής περίθαλψης IoT αλλάζουν τα φυσικά συστήματα και τις επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο. Τα δεδομένα του αισθητήρα IoT πρέπει να διαχειρίζονται αποτελεσματικά, όπως π.χ. κατά τον μετριάσμό των φυσικών επιθέσεων στην τεχνολογία των αισθητήρων, όπως επιθέσεις που πραγματοποιούνται μέσω ασύρματων σημάτων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν εσφαλμένα αποτελέσματα στους αισθητήρες. Επιπλέον, οι διεπαφές δικτύου IoT επιτρέπουν την απομακρυσμένη πρόσβαση σε φυσικά συστήματα, καθώς οι κατασκευαστές, οι πωλητές και άλλα τρίτα μέρη μπορούν να χρησιμοποιούν απομακρυσμένη πρόσβαση σε συσκευές IoT για λόγους διαχείρισης, παρακολούθησης και συντήρησης. Αυτό θα μπορούσε να θέσει τα φυσικά συστήματα προσβάσιμα μέσω των συσκευών IoT σε πολύ μεγαλύτερο κίνδυνο. (Εθνικό Ινστιτούτο Τεχνολογικών Προτύπων (NIST), 2019).
- Δεν είναι δυνατή η πρόσβαση, η διαχείριση ή η παρακολούθηση πολλών συσκευών IoT με τον ίδιο τρόπο που μπορούν οι συμβατικές συσκευές πληροφορικής. Ενδέχεται επίσης να αντιμετωπίσουν μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες προκλήσεις που επηρεάζουν την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και τον κίνδυνο απορρήτου: (α) Έλλειψη λειτουργιών διαχείρισης(β) Έλλειψη διεπαφών (γ) Δυσκολίες διαχείρισης σε κλίμακα (δ) Μεγάλη ποικιλία λογισμικού για διαχείριση

(ε) Διαφορετικές προσδοκίες διάρκειας ζωής (στ) Μη εξυπηρετούμενο υλικό(ζ) Έλλειψη δυνατοτήτων απογραφής (η) Ετερογενής ιδιοκτησία.

- Η διαθεσιμότητα, η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο και των δυνατοτήτων απορρήτου είναι συχνά διαφορετικές για συσκευές IoT από τις συμβατικές συσκευές πληροφορικής. Λόγω των διαφορετικών τρόπων με τους οποίους το ιατρικό IoT συνδέεται με τον φυσικό κόσμο και τις πληροφορίες που αποθηκεύουν, μεταδίδουν και επεξεργάζονται, ενδέχεται να χρειαστούν πρόσθετοι έλεγχοι για τον μετριασμό των κινδύνων. Ωστόσο, αυτά τα στοιχεία ελέγχου δεν είναι απαραίτητα διαθέσιμα.

Επιπλέον, η συχνή παρουσίαση του σφάλματος: Η πηγή αναφοράς δεν βρέθηκε. Ο ENISA εντόπισε και παρουσίασε τις ακόλουθες ευπάθειες των συσκευών IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης που σχετίζονται είτε με τεχνικά είτε με οργανωτικά ζητήματα (Οργανισμός Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Κυβερνητική Ασφάλεια (ENISA), 2016):

- Οι συσκευές IoT είναι πολύ διασυνδεδεμένες. Επομένως, οι αποφάσεις ασφαλείας που λαμβάνονται για μια συγκεκριμένη συσκευή μπορούν να επηρεάσουν άλλα συστήματα ή συσκευές.
- Οι συσκευές IoT απλώνονται παντού στο νοσοκομείο και ως εκ τούτου είναι δύσκολο να διαχειριστεί τη φυσική ασφάλεια για όλα τα εξαρτήματα.
- Οι ιατρικές συσκευές σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με βάση περιπτώσεις «προοριζόμενης χρήσης» και όχι σε περιπτώσεις «ακούσιας χρήσης» ή «κατάχρησης». Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε συστημικές ευπάθειες και κινδύνους.
- Οι συσκευές IoT αναπτύσσονται με ομοιογενή τρόπο, γεγονός που διευκολύνει τους επιτιθέμενους να διερευνήσουν πιθανές διαδρομές επίθεσης. Ενώ οι κατασκευαστές συσκευών και οι εταιρείες ασφαλείας πρέπει να καταργήσουν όλες τις ευπάθειες, οι εγκληματίες πρέπει να βρουν μόνο ένα. Είναι σχεδόν αδύνατο να διορθωθούν όλες τις ευπάθειες για όλες τις συσκευές.

- Οι συσκευές IoT εκτελούν ενσωματωμένα λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές με δυνατότητες ανίχνευσης ή πρόληψης κακόβουλου λογισμικού, καθώς και μηχανισμούς κρυπτογράφησης.
- Ο χρήστης έχει λίγη ή καθόλου γνώση της εσωτερικής λειτουργίας της συσκευής. Αυτό καθιστά πολύ δύσκολη την κατανόηση των πιθανών απειλών καθώς και των δραστηριοτήτων αντιμετώπισης σε περίπτωση συμβάντος.
- Οι συσκευές IoT συνήθως δεν ειδοποιούν τον χρήστη όταν προκύπτει ένα συμβάν ασφαλείας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καθυστερημένες ενέργειες εντοπισμού και απόκρισης.
- Στο έξυπνο νοσοκομειακό περιβάλλον υπάρχει έλλειψη η πολιτική της αυθεντικοποίησης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει μη εξουσιοδοτημένους χρήστες να αποκτήσουν πρόσβαση μέσω μιας τελικής συσκευής σε ένα κρίσιμο σύστημα.
- Σε ένα έξυπνο νοσοκομειακό περιβάλλον υπάρχει επίσης έλλειψη σαφούς πολιτικής «Φέρτε τη δική σας συσκευή» (BYOD).
- Οι συσκευές IoT συνήθως δεν ταιριάζουν καλά με τα τρέχοντα οργανωτικά πρότυπα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης

4.4.4 Μέτρα ασφαλείας του IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης

Όσο οι δομές υγείας επισημαίνονται ως πιθανοί στόχοι, τόσο αυξάνεται η ανάγκη ενίσχυσης της προστασίας τους. Προκειμένου οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης να αποτρέψουν ή τουλάχιστον να μειώσουν την παράνομη πρόσβαση, χρήση, διακοπή, διαγραφή, διαφθορά κ.λπ. να ανταποκριθούν αποτελεσματικά, έγκαιρα και αποδοτικά και να ελαχιστοποιήσουν τον αντίκτυπο των επιθέσεων στο δίκτυο, είναι σημαντικό να ληφθούν οργανωτικά και τεχνικά μέτρα ασφαλείας, τα οποία αναλύονται παρακάτω.

Όσον αφορά τα οργανωτικά μέτρα που θα ενισχύσουν την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο σε οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης, είναι σημαντικό για τους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης να αξιολογήσουν τους κινδύνους στον κυβερνοχώρο. Οι αξιολογήσεις κινδύνου στον κυβερνοχώρο

χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό, την εκτίμηση και την ιεράρχηση του κινδύνου σε οργανωτικές επιχειρήσεις, οργανωτικά περιουσιακά στοιχεία, άτομα, άλλους οργανισμούς, που προκύπτουν από τη λειτουργία και τη χρήση συστημάτων πληροφοριών (NIST, 2019). Επιπλέον, οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να αναπτύξουν και να ενσωματώσουν ειδικούς νόμους, πρότυπα, σχέδια και πολιτικές IoT που περιγράφουν τα μέτρα ασφάλειας στον κυβερνοχώρο και τις διαδικασίες διαχείρισης κρίσεων.

Δεδομένου ότι ο ανθρώπινος παράγοντας είναι μία από τις σημαντικότερες απειλές για την ασφάλεια στον τομέα της υγείας, είναι σημαντικό το προσωπικό να γνωρίζει τα βασικά ζητήματα που σχετίζονται με την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο (European Cyber Security Organisation (ECISO), 2018). Με αυτόν τον τρόπο, τα ενδιαφερόμενα μέρη που επηρεάζονται ή εμπλέκονται σε διαδικασίες διαχείρισης κρίσεων να μπορούν να διαχειριστούν και να συνεργαστούν αποτελεσματικά και έγκαιρα στον σχεδιασμό ασφάλειας, την ετοιμότητα, την αντίδραση, την ανάκαμψη και τον μετριασμό των επιπτώσεων.

Όσον αφορά τα τεχνικά μέτρα, έχει αναφερθεί ότι οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να υιοθετήσουν και να εφαρμόσουν διαφορετικές πρακτικές που θα ενισχύσουν την ασφάλεια του IoT, όπως τα ακόλουθα:

- **Αυθεντικοποίηση:** Εξασφαλίζει την εγκυρότητα των αξιώσεων των αξιώσεων των οντοτήτων που συμμετέχουν στην επικοινωνία (π.χ. άτομο, αισθητήρες, συσκευή ή εφαρμογή).
- **Έλεγχος πρόσβασης(εξουσιοδότηση):** Διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης σε συσκευές, συστήματα και δίκτυα εγγυώνται ότι τα άτομα μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση μόνο και να εκτελούν λειτουργίες σε αποθηκευμένες πληροφορίες και ροές για τις οποίες έχουν εξουσιοδοτηθεί.
- **Διαθεσιμότητα:** Η διάσταση ασφάλειας διαθεσιμότητας παρέχει αξιόπιστη πρόσβαση σε πόρους που ενδιαφέρουν εξουσιοδοτημένα άτομα.
- **Μη υπόληψη:** αναφέρεται στην αποτροπή ενός ατόμου ή μιας οντότητας με την άρνηση της εκτέλεσης συγκεκριμένης ενέργειας που σχετίζεται με δεδομένα.

- **Εμπιστευτικότητα δεδομένων:** Διασφαλίζει ότι το περιεχόμενο δεδομένων δεν μπορεί να γίνει κατανοητό από μη εξουσιοδοτημένες οντότητες.
- **Ακεραιότητα δεδομένων:** Αυτή η διάσταση ασφάλειας διασφαλίζει την ορθότητα ή και την ακρίβεια των δεδομένων.

Επιπλέον, το δίκτυο μπορεί να προστατευτεί μέσω της εφαρμογής του τείχους προστασίας, τεχνικές τμηματοποίησης και διαχωρισμού. Συνιστάται να χρησιμοποιούνται μηχανισμοί παρακολούθησης, ώστε να υποστηρίζονται: α) η προστασία του δικτύου από επιθέσεις (β) ανίχνευση επιθέσεων και (γ) απόκριση σε επιθέσεις. Τέλος, μια προσέγγιση ασφαλείας βάσει σχεδιασμού θα ολοκληρώσει τα προαναφερθέντα αντίμετρα, εστιάζοντας στις πτυχές ασφαλείας στον κυβερνοχώρο για νέες συσκευές ή συστήματα IoT που πρέπει να προγραμματιστούν και να εφαρμοστούν ήδη από την αρχή, δηλαδή οι φάσεις προμήθειας, σχεδιασμού, ανάπτυξης και συντήρησης.

5.1 Μεθοδολογία έρευνας

Βασικές τεχνικές που εφαρμόζονται προκειμένου να διευκολυνθεί το ερευνητικό έργο είναι οι κάτωθι :

Μεθοδολογία	Τελικός σκοπός	Πλεονεκτήματα	Προκλήσεις
Ερωτηματολόγια, έρευνες, checklists	Όταν θέλουμε γρήγορα και/ή εύκολα να πάρουμε πολλές πληροφορίες από ανθρώπους με μη απειλητικό τρόπο	μπορεί να ολοκληρωθεί ανώνυμα - φθινό για να διανεμηθεί - εύκολο για σύγκριση και ανάλυση - διανομή σε πολλά άτομα - μπορούμε να αντλήσουμε πολλές πληροφορίες - υπάρχουν ήδη πολλά δείγματα ερωτηματολογίων	- μπορεί να μην πάρουμε προσεκτική ανάδραση - η γραπτή έκφραση μπορεί να προϋδεάσει τις απαντήσεις των πελατών - είναι απρόσωπα - στις έρευνες, μπορεί να χρειαστεί βοήθεια από ειδικό - δεν λαμβάνεται ολόκληρη η ιστορία

Συνεντεύξεις	Όταν θέλουμε να κατανοήσουμε πλήρως τις εμπειρίες και τις απόψεις κάποιου, ή να μάθουμε περισσότερα για τις απαντήσεις που έχει δώσει κάποιος στα ερωτηματολόγια.	έχουμε πλήρη και σε βάθος ενημέρωση για τις πληροφορίες που μας ενδιαφέρει να αντλήσουμε - αναπτύσσονται σχέσεις με πελάτες - είναι ελαστική με τους πελάτες	- μπορεί να πάρει πολύ χρόνο - μπορεί να είναι δύσκολο να αναλυθεί και να συγκριθεί - μπορεί να κοστίζει - το άτομο που κάνει την συνέντευξη μπορεί να επηρεάσει την γνώμη του συνεντευξιζόμενου
Documentationreview	Όταν θέλουμε να αποκτήσουμε κάποια άποψη πάνω στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί κάποιο πρόγραμμα, χωρίς να διακοπεί. Ανασκόπηση από εφαρμογές, οικονομικά, μνήμη κ.λπ.	- παίρνουμε χρήσιμες και ιστορικές πληροφορίες - δεν διακόπτει την συνήθη λειτουργία του προγράμματος το οποίο παρακολουθούμε - οι πληροφορίες ήδη υπάρχουν - λίγες παρεκκλίσεις στις πληροφορίες λόγω προκατάληψης	- συχνά απαιτείται πολύς χρόνος - οι πληροφορίες μπορεί να είναι ασυνεχείς - πρέπει να είναι ξεκάθαρο το τι αναζητάμε - δεν υπάρχουν ευέλικτοι τρόποι για την συλλογή δεδομένων: τα δεδομένα περιορίζονται σε ό, τι ήδη υπάρχει
Παρατήρηση	Όταν θέλουμε να συγκεντρώσουμε ακριβείς πληροφορίες για το πώς ένα πρόγραμμα λειτουργεί, και συγκεκριμένα για τις διαδικασίες του	- παρακολούθηση των λειτουργιών του προγράμματος την στιγμή που εκτελούνται - μπορεί να προσαρμοστεί σε διαδικασίες την στιγμή που πραγματοποιούνται	- είναι δύσκολο να ερμηνεύσεις συμπεριφορές τις οποίες βλέπεις - δυσκολία στην κατηγοριοποίηση των όσων έχουμε παρατηρήσει - μπορεί να επηρεάσει την συμπεριφορά των ατόμων που συμμετέχουν στο πρόγραμμα Μπορεί να είναι ακριβό
Focusgroups	Έρευνα	- γρήγορα και	- μπορεί να

	κάποιου θέματος σε βάθος μέσω της συζήτησης σε ομάδα. Χρήσιμο για αξιολόγηση και σε περιπτώσεις μάρκετινγκ	αξιόπιστα παίρνουμε κοινές εντυπώσεις - αποτελεσματικός τρόπος για να πάρουμε πληροφορίες σε μεγάλη έκταση και βάθος, σε σύντομο χρονικό διάστημα - μπορούν να μεταβιβαστούν σημαντικές πληροφορίες για τα προγράμματα	υπάρχει δυσκολία στην ανάλυση των απαντήσεων - δυσκολία στο να προγραμματίσεις 6-8 άτομα μαζί
Μελέτη περίπτωσης	Όταν θέλουμε να κατανοήσουμε και να απεικονίσουμε πλήρως τις εμπειρίες κάποιου πελάτη σε ένα πρόγραμμα, και να διεξάγουμε διεξοδική εξέταση μέσω της σύγκρισης ανάλογων περιπτώσεων	- απεικονίζει πλήρως την εμπειρία των πελατών στις εισροές ενός προγράμματος, στις διαδικασίες και τα αποτελέσματα - ισχυρό μέσο για την απεικόνιση του προγράμματος σε τρίτους	- συνήθως απαιτείται αρκετός χρόνος για την συλλογή, οργάνωση και περιγραφή - αντιπροσωπεύει την σε βάθος μελέτη πληροφοριών, παρά σε έκταση

- **Ερωτηματολόγια ,έρευνες, checklists** : προσφέρουν γρήγορη και εύκολη συλλογή πολλών πληροφοριών ,απαντιούνται ανώνυμα ,η διανομή τους είναι εύκολη . Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στη σύνταξη τους και στην ερμηνεία των απαντήσεων ,σε ερωτήσεις κλειστού ή ανοικτού τύπου.
- **Συνεντεύξεις** : Άμεση άντληση πληροφοριών , επεξηγούνται και διευκρινίζονται πλήρως οι απόψεις ,η προσωπική επαφή προσδίδει ζωντάνια και πειστικότητα . Υπάρχει περίπτωση να επηρεαστεί ο δίδων τη συνέντευξη λόγω της ζωντανής και επώνυμης συζήτησης ενώ απαιτείται περισσότερος χρόνος για να πραγματοποιηθεί η συνέντευξη
- **Documentationreview** :Αποκτούμε άποψη για τον τρόπο λειτουργίας ενός προγράμματος χωρίς να διακοπεί . Οι πληροφορίες είναι

ασυνεχείς γι αυτό πρέπει να γνωρίζουμε εκ των προτέρων τι ακριβώς ζητούμε και συνήθως απαιτείται πολύς χρόνος .

Παρατήρηση : Συγκέντρωση λεπτομερών πληροφοριών για τις διαδικασίες λειτουργίας ενός προγράμματος τη στιγμή που εκτελούνται . Δύσκολη η ερμηνεία και η κατηγοριοποίηση των παρατηρούμενων συμπεριφορών , και ελλοχεύει ο κίνδυνος να επηρεαστεί η συμπεριφορά των συμμετεχόντων στο πρόγραμμα αυτό ενώ το κόστος να είναι ακριβό .

- **Focusgroups :** Συζήτηση με ομάδα για την έρευνα και συλλογή πληροφοριών . Συγκέντρωση πολλών πληροφοριών , κοινών εντυπώσεων αλλά ίσως υπάρχει δυσκολία στην ταυτόχρονη συγκέντρωση πολλών απόμων και στην ερμηνεία των απαντήσεων .
- **Μελέτη περίπτωσης :** Με τη μέθοδο αυτή απεικονίζουμε με πληρότητα και σαφήνεια τις εμπειρίες ενός ατόμου σε ένα πρόγραμμα τις οποίες αντιπαραβάλλουμε συγκριτικά με άλλες ανάλογες περιπτώσεις . Η μέθοδος απαιτεί πολύ χρόνο αλλά προσφέρεται για μία εις βάθος μελέτη πληροφοριών και απεικόνιση του προγράμματος σε τρίτους . (McNamara, 1999).

Επιλέξαμε για την έρευνά μας τη δημιουργία ενός ερωτηματολογίου προκειμένου να υποστηρίξουμε με επιπλέον τεκμήρια την επίδραση του IoT στην καθημερινότητα τόσο των ασθενών όσο και των ιατρών . Τα πλεονεκτήματα ενός ερωτηματολογίου συνίστανται στη γρήγορη συγκέντρωση πληροφοριών χωρίς να απαιτείται η αφιέρωση πολύ χρόνου εκ μέρους των ερωτώμενων , είναι ανώνυμο και εύκολο στη διανομή και απάντησή του, και μπορούν να απαντήσουν πολλά άτομα (McNamara, 1999). Βέβαια ελλοχεύει ο κίνδυνος οι απαντήσεις να δοθούν με κάποια επιπολαιότητα από μερικούς, όμως το γεγονός ότι θα μοιραστεί σε πολλά άτομα μειώνει το ποσοστό αυτής της αστοχίας .

Το ερωτηματολόγιο θα πρέπει να συνταχθεί με μεγάλη προσοχή (Wright, 2005) ώστε να πετύχει τους επιδιωκόμενους στόχους . Αποφύγαμε την ενσωμάτωση ερωτήσεων ανοιχτού τύπου επειδή είναι χρονοβόρες ως προς την απάντησή τους και αποτρέπουν τον ερωτηθέντα να απαντήσει αν και λειτουργούν πιο αντικειμενικά . Οι ερωτήσεις πρέπει να είναι διατυπωμένες ώστε να ελκύουν το ενδιαφέρον του ερωτώμενου να είναι σαφείς και στοχευμένες με διαβαθμισμένη κλίμακα δυσκολίας . Έτσι ο ερωτώμενος δε θα εγκαταλείψει από την αρχή την προσπάθεια να ολοκληρώσει την απάντηση του ερωτηματολογίου .

5.2 Σύνταξη του Ερωτηματολογίου

Για την παρούσα έρευνα συντάχθηκε ερωτηματολόγιο που περιλαμβάνει δύο ενότητες: Τη στάση ιατρών και ασθενών απέναντι στις καινοτομίες που επιφέρει η χρήση νέων τεχνολογιών στην πρώτη ενότητα , ενώ στη δεύτερη διερευνάται η άποψη ιατρών και ασθενών για την προσφορά του IoT στον ευαίσθητο τομέα της υγείας . Η κάθε ενότητα αποτελείται από

ερωτήσεις κλειστού τύπου όπου οι πιθανές απαντήσεις είναι επιλογής. Αναλυτικότερα, στην πρώτη ενότητα οι ερωτήσεις αφορούν στη σχέση των ερωτώμενων με τις νέες τεχνολογίες και κατά πόσο τις χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους τόσο την επαγγελματική όσο και την προσωπική .

Η δεύτερη ενότητα αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν στη στάση απέναντι στο IoT και πιο συγκεκριμένα εάν το χρησιμοποιούν για λόγους προληπτικής ιατρικής , διάγνωσης , θεραπείας , σε έκτακτα περιστατικά , σε χρόνια νοσήματα , για παρακολούθηση σακχάρου ή της αρτηριακής πίεσης .Επίσης εάν χαρακτηρίζουν πολύπλοκη τη δομή του, εάν είναι ασφαλές ως προς τις προσωπικές πληροφορίες των ασθενών την αποθήκευση ή την απώλεια πληροφοριών και ως προς την αξιοπιστία του . Τέλος ολοκληρώνουμε με τις προοπτικές του IoT στον τομέα της υγείας δηλαδή κατά πόσο θα συμβάλει η χρήση του στη βελτίωση της καθημερινότητας ιατρών και ασθενών σε διάφορους τομείς .

Ερωτηματολόγιο

Η έρευνα αυτή διεξάγεται στα πλαίσια εκπόνησης διπλωματικής εργασίας και σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει το Διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας και συγκεκριμένα τις εφαρμογές, τα προβλήματα και τις λύσεις που μπορούν να υπάρξουν.

Η συμβολή σας στην επιτυχή διεξαγωγή της έρευνας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο, εμπιστευτικό και τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν αυστηρά και μόνο στα πλαίσια της στατιστικής ανάλυσης της έρευνας. Ο χρόνος που θα χρειαστείτε για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι περίπου πέντε λεπτά. Σας ευχαριστώ πολύ εκ των προτέρων για τη συμβολή και το χρόνο σας

Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

1. Το φύλο σας είναι:

☐ Άνδρας ☐ Γυναίκα

2. Η ηλικία σας είναι:

☐ <30 ετών ☐ 30-39 ετών ☐ 40-49 ετών ☐ 50-59 ετών ☐ ≥60 ετών

3. Το επίπεδο εκπαίδευσής σας είναι:

☐ Α.Τ.Ε.Ι./Ι.Ε.Κ. ☐ Α.Ε.Ι. ☐ Μεταπτυχιακό

☐ Κάτοχος Διδακτορικού

4. Εργάζεστε σε :

☐ Δημόσιο Τομέα ☐ Ιδιωτικό Τομέα ☐ Ελεύθερος/η Επαγγελματίας

5. Το επάγγελμά σας είναι :

☐ Νοσηλεύτης/τρια ☐ Ιατρός ☐ Άλλο _____

6. Η προϋπηρεσίας σας είναι:

☐ <1 έτος ☐ 1-5 ετών ☐ 5-10 ετών ☐ 10-20 ετών ☐ 20-30 ετών ☐ >30 ετών

Στάση απέναντι στις νέες τεχνολογίες

7. Ποια είναι η γνώμη σας για:

	Καθόλου καλή	Λίγο καλή	Μέτρια καλή	Αρκετά καλή	Πάρα πολύ καλή
τις νέες καινοτομίες στην τεχνολογία;					
για τις νέες καινοτομίες στην τεχνολογία στον τομέα της υγείας					
την τεχνολογία που εφαρμόζετε στο χώρο εργασίας σας;					

8. Χρησιμοποιείτε το διαδίκτυο για ζητήματα που αφορούν τις προσωπικές υποθέσεις;

☐ Ναι ☐ Όχι

9. Χρησιμοποιείτε το διαδίκτυο για ζητήματα που αφορούν την οικογένειά σας;

☐ Ναι ☐ Όχι

10. Χρησιμοποιείτε το διαδίκτυο για ζητήματα που αφορούν το επάγγελμά σας;

☐ Ναι ☐ Όχι

Στάση απέναντι στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (lot)

11. Θα χρησιμοποιούσατε συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων για:

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πάρα πολύ
Προληπτική ιατρική					
Διάγνωση					
Θεραπεία					
Παρακολούθηση ασθενών					
Διαχείριση έκτακτων περιστατικών					
Για υπενθύμιση υποχρεώσεων μου και σοβαρών υποθέσεων					

12. Θα παροτρύνετε τους ασθενείς σας:

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πάρα πολύ

να υιοθετήσουν συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων					
με χρόνια νοσήματα να υιοθετήσουν συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων για την παρακολούθηση της αρτηριακής πίεσης, των επιπέδων του σακχάρου κλπ					
να χρησιμοποιήσουν συσκευές καινοτόμες, όπως wearable συσκευές (συσκευές που «φοριούνται»), οι οποίες παρακολουθούν συνεχή δεδομένα με τη δραστηριότητα των ασθενών					

13. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να χαρακτηριστεί από:

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πάρα πολύ
Πολυπλοκότητα					
Συμβατότητα					
Διαλειτουργικότητα και τυποποίηση					
Διαχείριση δεδομένων					

Ασφάλεια					
Αξιόπιστο					

14. Θεωρείτε ότι η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εργασία σας θα βελτιώσει:

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πάρα πολύ
Την ενσωμάτωση νέων πληροφοριών					
Την καθημερινότητά σας					
Την επικοινωνία με τους συναδέλφους σας					
Την αποδοτικότητά σας					
Την αλληλεπίδραση με τους ασθενείς					
Τον τρόπο προσωπικής σας οργάνωσης					
Την ενημέρωση σας					

Ασφάλεια για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Iot)

15. Θεωρείτε ότι η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων μπορεί να είναι ασφαλής:

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πάρα πολύ
--	---------	------	--------	--------	-----------

Όσον αφορά τις προσωπικές μου πληροφορίες					
Όσον αφορά τις προσωπικές των ασθενών μου					
Όσον αφορά την επικοινωνία μου					
Όσον αφορά την αποθήκευση και την απώλεια χρήσιμων πληροφοριών					
Όσον αφορά τη χρήση τους συνολικά					

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

ΓΙΑΤΡΟΙ 30-39 ετών :

Γιατροί ηλικίας 30-39 ετών και σε ποσοστό 70% θεωρούν αρκετά καλές τις νέες καινοτομίες στην τεχνολογία και στον τομέα της υγείας. Μέτρια αξιολογούν την τεχνολογία που εφαρμόζεται στο χώρο εργασίας. Χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για προσωπικά και επαγγελματικά θέματα. Θα χρησιμοποιούσαν αρκετά συσκευές IoT για προληπτική ιατρική – διάγνωση – θεραπεία – παρακολούθηση, λίγο όμως για τη διαχείριση εκτάκτων περιστατικών. Θα παρότρυναν αρκετά τους ασθενείς να παρακολουθούν την αρτηριακή πίεση, το ζάχαρο. Μέτρια να χρησιμοποιούν wearable συσκευές. Βαθμολογούν μέτρια την πολυπλοκότητα, την διαλειτουργικότητα και τυποποίηση, την ασφάλεια και την αξιοπιστία του IoT, ενώ αρκετά τη συμβατότητα και διαχείριση των δεδομένων. Θεωρούν ότι η χρήση του IoT στην εργασία θα βελτίωνε αρκετά την ενσωμάτωση νέων πληροφοριών, την καθημερινότητα, την επικοινωνία με τους συναδέλφους και την

νημέρωσή τους ενώ μέτρια την αποδοτικότητα, την αλληλεπίδραση με τους ασθενείς. Όσον αφορά στην ασφάλεια του IoT θεωρούν ότι το IoT μπορεί να είναι μέτρια ασφαλές για τα προσωπικά δεδομένα των ασθενών και αρκετά όσον αφορά την αποθήκευση και απώλεια χρήσιμων πληροφοριών.

ΓΙΑΤΡΟΙ 40-59 ετών :

Γιατροί ηλικίας 40-59 ετών και σε ποσοστό 55% θεωρούν μέτρια τις νέες καινοτομίες στην τεχνολογία και στον τομέα της υγείας. Λίγο αξιολογούν την τεχνολογία που εφαρμόζεται στο χώρο εργασίας. Χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για προσωπικά και επαγγελματικά θέματα. Θα χρησιμοποιούσαν μέτρια συσκευές IoT για προληπτική ιατρική – διάγνωση – θεραπεία – παρακολούθηση, καθόλου όμως για τη διαχείριση εκτάκτων περιστατικών. Θα παρότρυναν μέτρια τους ασθενείς να παρακολουθούν την αρτηριακή πίεση, το ζάχαρο, λίγο όμως να χρησιμοποιούν wearable συσκευές. Βαθμολογούν λίγο την πολυπλοκότητα, την διαλειτουργικότητα και τυποποίηση, την ασφάλεια και την αξιοπιστία του IoT, ενώ μέτρια τη συμβατότητα και διαχείριση των δεδομένων. Θεωρούν ότι η χρήση του IoT στην εργασία θα βελτίωνε μέτρια την ενσωμάτωση νέων πληροφοριών, την καθημερινότητα, την επικοινωνία με τους συναδέλφους και την ενημέρωσή τους ενώ λίγο την αποδοτικότητα, την αλληλεπίδραση με τους ασθενείς. Όσον αφορά στην ασφάλεια του IoT θεωρούν ότι το IoT μπορεί να είναι λίγο ασφαλές για τα προσωπικά δεδομένα των ασθενών και αρκετά όσον αφορά την αποθήκευση και απώλεια χρήσιμων πληροφοριών.

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΕΩΣ 39 ΕΤΩΝ :

Ασθενείς ηλικίας έως 39 ετών και σε ποσοστό 60% θεωρούν πολύ καλές τις νέες καινοτομίες στην τεχνολογία και στον τομέα της υγείας. Αρκετά καλή αξιολογούν την τεχνολογία που εφαρμόζεται στο χώρο εργασίας. Χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για προσωπικά και επαγγελματικά θέματα. Θα χρησιμοποιούσαν αρκετά συσκευές IoT για προληπτική ιατρική – διάγνωση – θεραπεία – παρακολούθηση, μέτρια όμως για τη διαχείριση εκτάκτων περιστατικών. Θα παρότρυναν πάρα πολύ τους ασθενείς να παρακολουθούν την αρτηριακή πίεση, το ζάχαρο. Αρκετά καλή να χρησιμοποιούν

wearable συσκευές. Βαθμολογούν αρκετά την πολυπλοκότητα, την διαλειτουργικότητα και τυποποίηση, την ασφάλεια και την αξιοπιστία του IoT, ενώ πάρα πολύ τη συμβατότητα και διαχείριση των δεδομένων. Θεωρούν ότι η χρήση του IoT στην εργασία θα βελτίωνε πάρα πολύ την ενσωμάτωση νέων πληροφοριών, την καθημερινότητα, την επικοινωνία με τους συναδέλφους και την ενημέρωσή τους ενώ αρκετά την αποδοτικότητα, την αλληλεπίδραση με τους ασθενείς. Όσον αφορά στην ασφάλεια του IoT θεωρούν ότι το IoT μπορεί να είναι αρκετά ασφαλές για τα προσωπικά δεδομένα των ασθενών και πάρα πολύ όσον αφορά την αποθήκευση και απώλεια χρήσιμων πληροφοριών.

ΑΣΘΕΝΕΙΣ 50-59 ΕΤΩΝ :

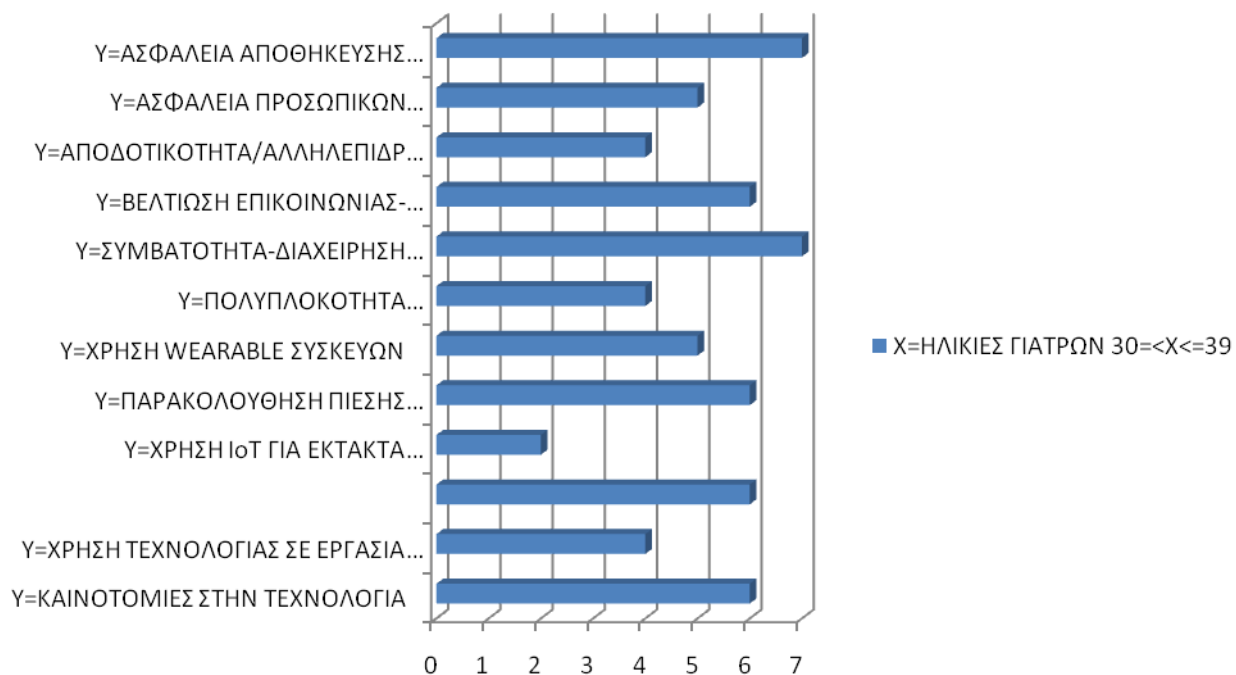
Ασθενείς ηλικίας 50-59 ετών και σε ποσοστό 65% θεωρούν λίγο καλές τις νέες καινοτομίες στην τεχνολογία και στον τομέα της υγείας. Δεν αξιολογούν(καθόλου) την τεχνολογία που εφαρμόζεται στο χώρο εργασίας. Χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για προσωπικά και επαγγελματικά θέματα. Θα χρησιμοποιούσαν λίγο συσκευές IoT για προληπτική ιατρική – διάγνωση – θεραπεία – παρακολούθηση, καθόλου όμως για τη διαχείριση εκτάκτων περιστατικών. Θα παρότρυναν λίγο τους ασθενείς να παρακολουθούν την αρτηριακή πίεση, το ζάχαρο. Καθόλου να χρησιμοποιούν wearable συσκευές. Δεν Βαθμολογούν (καθόλου) την πολυπλοκότητα, την διαλειτουργικότητα και τυποποίηση, την ασφάλεια και την αξιοπιστία του IoT, ενώ λίγο τη συμβατότητα και διαχείριση των δεδομένων. Θεωρούν ότι η χρήση του IoT στην εργασία θα βελτίωνε λίγο την ενσωμάτωση νέων πληροφοριών, την καθημερινότητα, την επικοινωνία με τους συναδέλφους και την ενημέρωσή τους ενώ καθόλου την αποδοτικότητα, την αλληλεπίδραση με τους ασθενείς. Όσον αφορά στην ασφάλεια του IoT θεωρούν ότι το IoT δεν μπορεί να είναι καθόλου ασφαλές για τα προσωπικά δεδομένα των ασθενών και λίγο ασφαλές όσον αφορά στην αποθήκευση και απώλεια χρήσιμων πληροφοριών.

Συμπερασματικά, είναι διακριτή η εμπιστοσύνη στο IoT ιατρών και ασθενών νεότερης ηλικίας ενώ οι μεγαλύτεροι σε ηλικία γιατροί και κυρίως ασθενείς εμπιστεύονται λιγότερο τις νέες τεχνολογίες στον τομέα της υγείας.

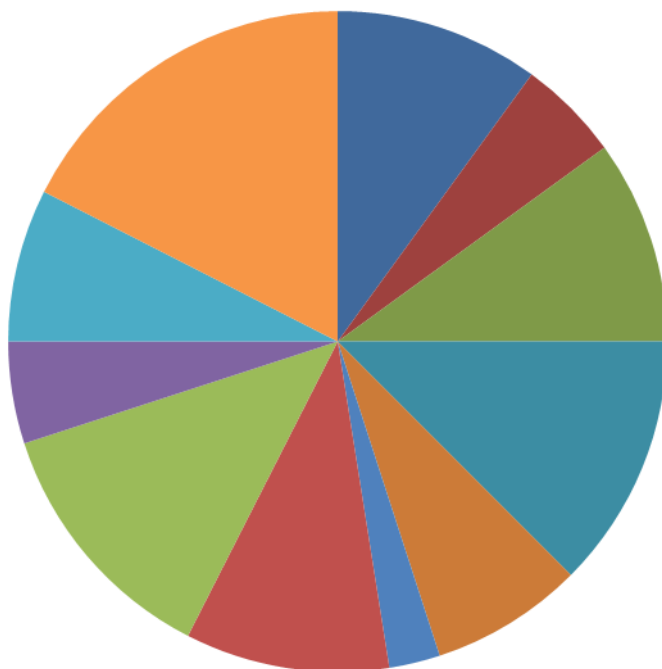
Στατιστικά Διαγράμματα αποτελεσμάτων Γιατρών

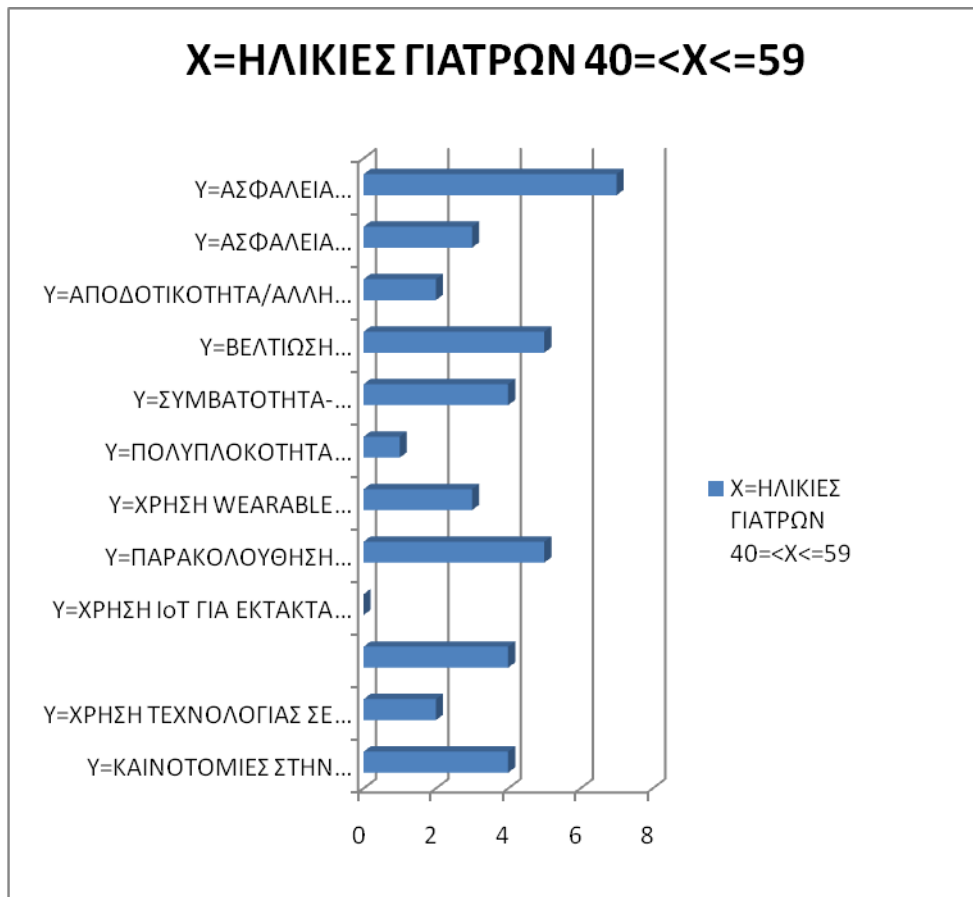


Χ=ΗΛΙΚΙΕΣ ΓΙΑΤΡΩΝ 30=<X<=39



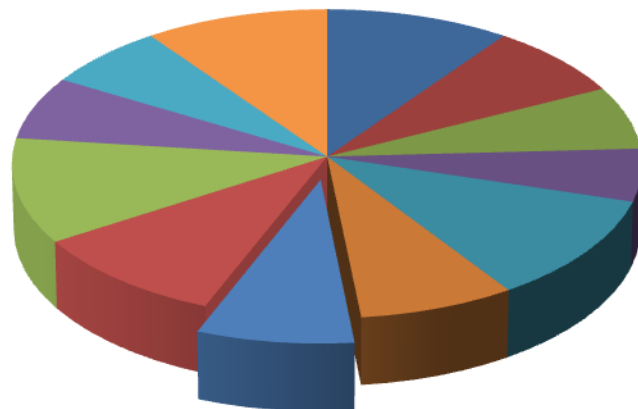
Χ=ΗΛΙΚΙΕΣ ΓΙΑΤΡΩΝ 40=<X<=59





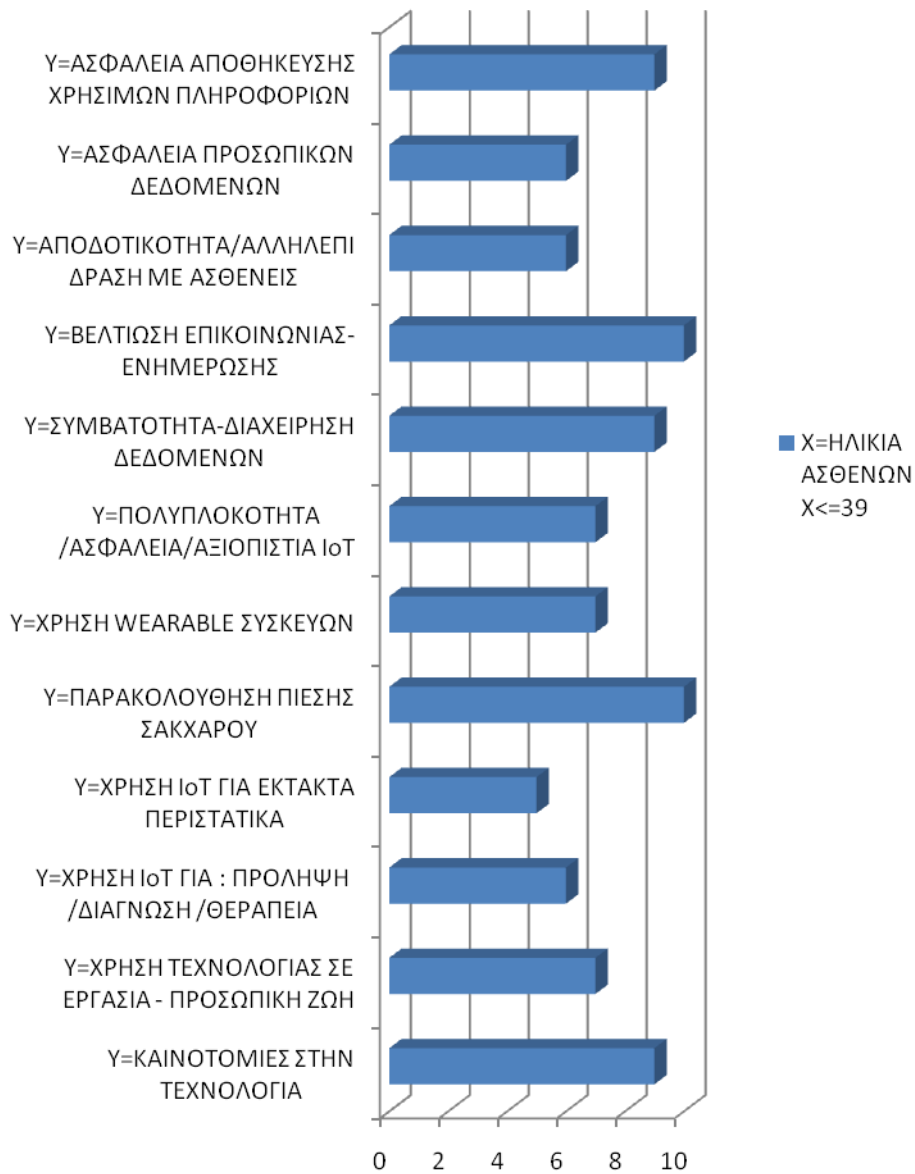
Στατιστικά Διαγράμματα αποτελεσμάτων Ασθενών

Χ=ΗΛΙΚΙΑ ΑΣΘΕΝΩΝ Χ<=39

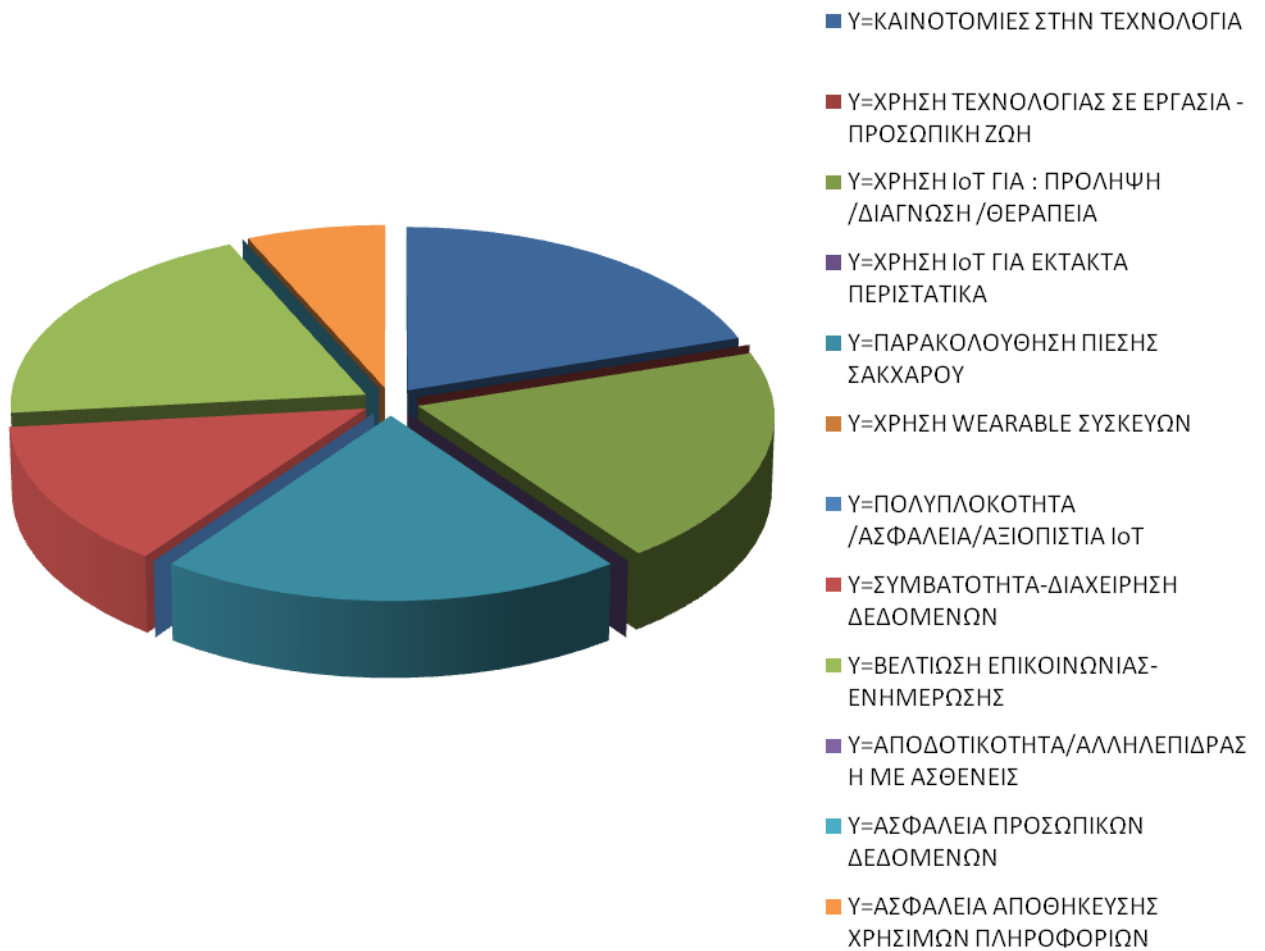


- Υ=ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
- Υ=ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΑ - ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΖΩΗ
- Υ=ΧΡΗΣΗ ΙοΤ ΓΙΑ : ΠΡΟΛΗΨΗ /ΔΙΑΓΝΩΣΗ /ΘΕΡΑΠΕΙΑ
- Υ=ΧΡΗΣΗ ΙοΤ ΓΙΑ ΕΚΤΑΚΤΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ
- Υ=ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΑΚΧΑΡΟΥ
- Υ=ΧΡΗΣΗ WEARABLE ΣΥΣΚΕΥΩΝ
- Υ=ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ /ΑΣΦΑΛΕΙΑ/ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΙοΤ
- Υ=ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ-ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
- Υ=ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ-ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ
- Υ=ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ/ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ
- Υ=ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
- Υ=ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΧΡΗΣΙΜΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

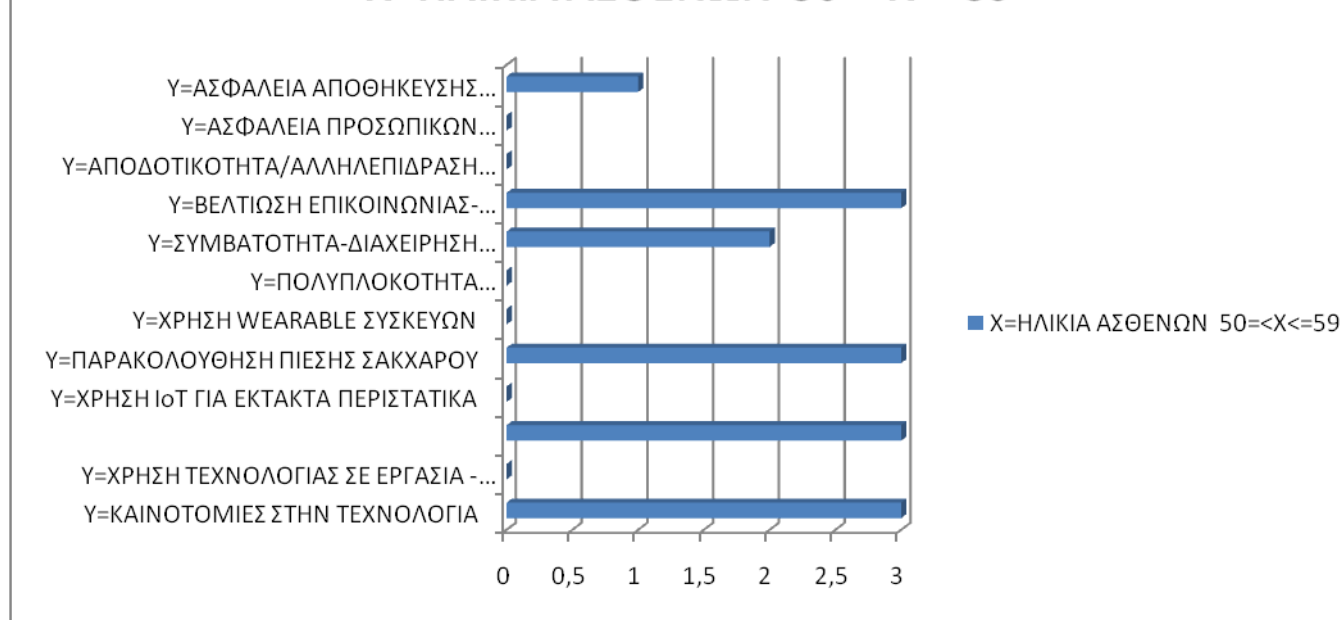
Χ=ΗΛΙΚΙΑ ΑΣΘΕΝΩΝ Χ<=39



Χ=ΗΛΙΚΙΑ ΑΣΘΕΝΩΝ $50 \leq X \leq 59$



Χ=ΗΛΙΚΙΑ ΑΣΘΕΝΩΝ 50=<Χ<=59



6. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ενώ οι εφαρμογές ιατρικής τεχνολογίας με βάση το IoT βρίσκονται ακόμη σε ένα νέο στάδιο ανάπτυξης, η εφαρμογή συνδεδεμένων συσκευών θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά την παροχή υγειονομικής περίθαλψης.

Ίσως το μεγαλύτερο πλεονέκτημα θα ήταν η βελτιωμένη λειτουργική αποδοτικότητα μέσω της αυξανόμενης χρήσης των δικτυωμένων συσκευών. Διαφανή ροή δεδομένων από φυσικές συσκευές χαμηλότερου επιπέδου στο σύννεφο (και σχετική ανάλυση δεδομένων) θα μπορούσε να επιτρέψει την απόκριση σε πραγματικό χρόνο από απομακρυσμένες τοποθεσίες καίσιως να σώσει περισσότερες ζωές.

Η λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων είναι πιθανό να δώσει τη δυνατότητα στους φροντιστές να παρακολουθούν με ακρίβεια την ολοκληρωμένη

κατάσταση της υγείας του ασθενή, να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα, καθώς και να ανταποκρίνονται αμέσως σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Τα διασυνδεδεμένα συστήματα προβλέπεται να μειώσουν την επιβάρυνση του κόστους των ασθενών, να αυξήσουν την συμμόρφωση των ασθενών και να αξιοποιήσουν τα πλεονεκτήματα των έξυπνων συσκευών που μπορούν να παρέχουν άμεση ανταπόκριση στην υγειονομική περίθαλψη.

Παρόλο που ο αυτοματισμός στην παρακολούθηση της υγειονομικής περίθαλψης θα αύξανε τη λειτουργική αποδοτικότητα, μπορεί να αποτελεί

σοβαρό κίνδυνο κατά την εφαρμογή, όπως κλοπή δεδομένων, ανασφαλείς μεταφορές δεδομένων και ακανόνιστες δικτυακές συνδέσεις. Αυτές οι προκλήσεις, σε συνδυασμό με ρυθμιστικά εμπόδια, αναμένεται να οδηγήσουν στην ανάπτυξη λύσεων δικτύωσης και δεδομένων με βάση το IoT.

Κυβερνητικές πρωτοβουλίες, όπως ο νόμος για την προστασία των ασθενών και την προσιτή οικονομική φροντίδα, στις οποίες επικεντρώνεται

Το πιστοποιημένο ηλεκτρονικό αρχείο υγείας (EHR), μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της φροντίδας και να προωθήσει τη συνέπεια στη φροντίδα. Υπάρχει ακόμη περιθώριο βελτίωσης των συσκευών και των διεθνών πρότυπα σε ολόκληρο την βιομηχανία, τα οποία θα επέτρεπαν τη διαχείριση δεδομένων με συνεπή τρόπο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα οφέλη και τις σχετικές προκλήσεις, το IoMT φαίνεται να είναι μια πολλά υποσχόμενη λύση για βελτίωση της παρακολούθησης της υγείας και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας.

Παρέχοντας μεμονωμένα σχήματα θεραπείας βάσει δεδομένων και βελτιστοποιημένες συσκευές σύμφωνα με τις απαιτήσεις της φυσιολογίας, αυτή η τεχνολογία αντιπροσωπεύει μια νέα εποχή εξατομικευμένης υγειονομικής περίθαλψης και καλύτερου βιοτικού επιπέδου στον κόσμο.

Οι Πρόσφατες έρευνες και εξελίξεις σε αισθητήρες, δίκτυα, αποθήκευση στο δίκτυο, υπολογιστική ισχύ, κινητικότητα και σε μεγάλα σχήματα ανάλυσης δεδομένων απέδειξαν ότι έχουν εξελιχθεί αρκετά ώστε να επιτρέψουν τη δημιουργία προσιτών έξυπνων ιατρικών συσκευών και ένα συνδεδεμένο οικοσύστημα υγειονομικής περίθαλψης.

7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η ασύρματη δικτύωση συσκευών έχει επιτευχθεί με αποτέλεσμα την ανάπτυξη του διαδικτύου των πραγμάτων. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές και οφέλη σε πολλούς τομείς που απορρέουν από την χρήση αυτής της τεχνολογίας.

Η τεχνική νοημοσύνη δίνει το στίγμα της προσφέροντας πραγματική αξία. Οι συσκευές μαθαίνουν από τη συγκεκριμένη χρήση τους και από την άλλη. Συμβαίνει όταν οι συσκευές μπορούν να προσαρμοστούν, να αλλάξουν τη συμπεριφορά με την πάροδο του χρόνου και να συντονίσουν τις απαντήσεις τους με βάση αυτά που μαθαίνουν. Όταν σκέφτεστε το IoT, σκεφτείτε το AI - δηλαδή την τεχνητή νοημοσύνη των πραγμάτων (AIoT).

Ο τομέας της υγείας ήδη χρησιμοποιεί αυτήν την τεχνολογία με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα, αλλάζοντας τον τρόπο της υγειονομικής περίθαλψης.

Πολλά είναι τα οφέλη από αυτό. Ασθενείς σε απομακρυσμένα μέρη λαμβάνουν υγειονομική περίθαλψη. Επιπλέον διενεργούνται απομακρυσμένα ιατρικές εξετάσεις μέσω ελεγχόμενων συσκευών, ακολουθούν οι διαγνώσεις και η παροχή θεραπείας, η επιτήρηση, επίβλεψη και τυχόν αλλαγές στην θεραπεία του ασθενούς. Το κόστος έχει μειωθεί σημαντικά.

Βέβαια προβλήματα υπάρχουν και περιμένουν λύση. Απαιτείται δημιουργία προτύπων που θα προδιαγράψουν συσκευές και διαδικασίες. Η διατήρηση τα ιδιωτικότητας είναι ένα σημαντικό πρόβλημα. Πρωτόκολλα ασφαλείας θα πρέπει να δημιουργηθούν για την κάλυψη από κακόβουλες επιθέσεις. Επίσης είναι διακριτή η εμπιστοσύνη στο IoT ιατρών και ασθενών νεότερης ηλικίας ενώ οι μεγαλύτεροι σε ηλικία γιατροί και κυρίως ασθενείς εμπιστεύονται λιγότερο τις νέες τεχνολογίες στον τομέα της υγείας. Πιθανότατα η εξοικείωση των νεώτερων ηλικιών με την τεχνολογία δημιουργεί σχέσεις εμπιστοσύνης ενώ οι μεγαλύτερες ηλικίες εξαιτίας της απουσίας εξοικείωσης με την τεχνολογία από την νεαρή τους ηλικία δείχνουν δυσπιστία απέναντι στην χρήση και αποτελεσματικότητα των νέων τεχνολογιών στον τομέα της υγείας .

Όμως παρά τα προβλήματα και τις δυσκολίες το διαδίκτυο των ιατρικών πραγμάτων μελλοντικά αναμένεται να παίξει σπουδαίο ρόλο στην ιατρική περίθαλψη σώζοντας ανθρώπινες ζωές.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Rouse, Margaret (2019). "internet of things (IoT)". IOT Agenda. Retrieved 14 August 2019.
2. ^ Brown, Eric (20 September 2016). "21 Open Source Projects for IoT". Linux.com. Retrieved 23 October 2016.
3. ^ "Internet of Things Global Standards Initiative". ITU. Retrieved 26 June 2015.
4. ^ Hendricks, Drew. "The Trouble with the Internet of Things". London Datastore. Greater London Authority. Retrieved 10 August 2015.
5. ^ Lai, Chun Sing; Jia, Youwei; Dong, Zhekang; Wang, Dongxiao; Tao, Yingshan; Lai, Qi Hong; Wong, Richard T. K.; Zobaa, Ahmed F.; Wu, Ruiheng; Lai, Loi Lei (17 August 2020). "A Review of Technical Standards for Smart Cities". Clean Technologies. 2(3): 290–310. doi:10.3390/cleantechnol2030019.
6. ^ "The "Only" Coke Machine on the Internet". Carnegie Mellon University. Retrieved 10 November 2014.
7. ^ "Internet of Things Done Wrong Stifles Innovation". InformationWeek. 7 July 2014. Retrieved 10 November 2014.
5. Rouse, Margaret (2019). *"internet of things (IoT)". IOT Agenda. Retrieved 14 August 2019.*
6. ^ Brown, Eric (20 September 2016). *"21 Open Source Projects for IoT". Linux.com. Retrieved 23 October 2016.*
7. ^ *"Internet of Things Global Standards Initiative". ITU. Retrieved 26 June 2015.*
8. ^ Hendricks, Drew. *"The Trouble with the Internet of Things". London Datastore. Greater London Authority. Retrieved 10 August 2015.*
9. ^ Lai, Chun Sing; Jia, Youwei; Dong, Zhekang; Wang, Dongxiao; Tao, Yingshan; Lai, Qi Hong; Wong, Richard T. K.; Zobaa, Ahmed F.; Wu, Ruiheng; Lai, Loi Lei (17 August 2020). *"A Review of Technical Standards for Smart Cities". Clean Technologies. 2(3): 290–310. doi:10.3390/cleantechnol2030019.*
10. ^ *"The "Only" Coke Machine on the Internet". Carnegie Mellon University. Retrieved 10 November 2014.*
11. ^ *"Internet of Things Done Wrong Stifles Innovation". InformationWeek. 7 July 2014. Retrieved 10 November 2014*
12. Rouse, Margaret (2019). *"internet of things (IoT)". IOT Agenda. Retrieved 14 August 2019.*
13. ^ Brown, Eric (20 September 2016). *"21 Open Source Projects for IoT". Linux.com. Retrieved 23 October 2016.*
14. ^ *"Internet of Things Global Standards Initiative". ITU. Retrieved 26 June 2015.*

15. [^](#) Hendricks, Drew. ["The Trouble with the Internet of Things"](#). London Datastore. Greater London Authority. Retrieved 10 August 2015.
16. [^](#) Lai, Chun Sing; Jia, Youwei; Dong, Zhekang; Wang, Dongxiao; Tao, Yingshan; Lai, Qi Hong; Wong, Richard T. K.; Zobia, Ahmed F.; Wu, Ruiheng; Lai, Loi Lei (17 August 2020). ["A Review of Technical Standards for Smart Cities"](#). *Clean Technologies*. 2(3): 290–310. doi:10.3390/cleantechnol2030019.
17. [^](#) ["The "Only" Coke Machine on the Internet"](#). [Carnegie Mellon University](#). Retrieved 10 November 2014.
18. [^](#) ["Internet of Things Done Wrong Stifles Innovation"](#). [InformationWeek](#). 7 July 2014. Retrieved 10 November 2014.
19. [^](#) Mattern, Friedemann; Floerkemeier, Christian (2010). ["From the Internet of Computer to the Internet of Things"](#) (PDF). *Informatik-Spektrum*. 33 (2): 107–121. Bibcode:2009InfSp..32..496H. doi:10.1007/s00287-010-0417-7. hdl:20.500.11850/159645. S2CID 29563772. Retrieved 3 February 2014.
20. [^](#) Weiser, Mark (1991). ["The Computer for the 21st Century"](#)(PDF). *Scientific American*. 265 (3): 94–104. Bibcode:1991SciAm.265c..94W. doi:10.1038/scientificamerican0991-94. Archived from [the original](#) (PDF) on 11 March 2015. Retrieved 5 November 2014.
21. [^](#) Raji, R.S. (1994). "Smart networks for control". *IEEE Spectrum*. 31 (6): 49–55. doi:10.1109/6.284793. S2CID 42364553.
22. [^](#) Pontin, Jason (29 September 2005). ["ETC: Bill Joy's Six Webs"](#). MIT Technology Review. Retrieved 17 November 2013.
23. [^](#) Ashton, K. (22 June 2009). ["That 'Internet of Things' Thing"](#). Retrieved 9 May 2017.
24. [^](#) ["Peter Day's World of Business"](#). BBC World Service. BBC. Retrieved 4 October 2016.
25. [^](#) [Magrassi, P.](#) (2 May 2002). ["Why a Universal RFID Infrastructure Would Be a Good Thing"](#). Gartner research report G00106518.
26. [^](#) [Magrassi, P.](#); [Berg, T](#) (12 August 2002). ["A World of Smart Objects"](#). Gartner research report R-17-2243.
27. [^](#) Commission of the European Communities (18 June 2009). ["Internet of Things –An action plan for Europe"](#) (PDF). COM(2009) 278 final.
28. [^](#) Wood, Alex (31 March 2015). ["The internet of things is revolutionizing our lives, but standards are a must"](#). *The Guardian*.
29. [^](#) Dave Evans (April 2011). ["The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything"](#) (PDF). CISCO White Paper.
30. [^](#) Omura, Yasuhisa; Mallik, Abhijit; Matsuo, Naoto (2017). [MOS Devices for Low-Voltage and Low-Energy Applications](#). John Wiley & Sons. p. 3. ISBN 9781119107354.
31. [^](#) ["1960: Metal Oxide Semiconductor \(MOS\) Transistor Demonstrated"](#). *The Silicon Engine: A Timeline of Semiconductors in Computers*. [Computer History Museum](#). Retrieved 31 August 2019.
32. [^](#) ["The Foundation of Today's Digital World: The Triumph of the MOS Transistor"](#). [Computer History Museum](#). 13 July 2010. Retrieved 21 July 2019.
33. [^](#) Omura, Yasuhisa; Mallik, Abhijit; Matsuo, Naoto (2017). [MOS Devices for Low-Voltage and Low-Energy Applications](#). John Wiley & Sons. ISBN 9781119107354.

34. [^] [Vongsingthong, S.; Smachat, S. \(2014\). "Internet of Things: A review of applications & technologies" \(PDF\). Suranaree Journal of Science and Technology.](#)
35. [^] [a b "The Enterprise Internet of Things Market". Business Insider. 25 February 2015. Retrieved 26 June 2015.](#)
36. [^] [Perera, C.; Liu, C. H.; Jayawardena, S. \(December 2015\). "The Emerging Internet of Things Marketplace From an Industrial Perspective: A Survey". IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing. 3 \(4\): 585–598. arXiv:1502.00134. Bibcode:2015arXiv150200134P. doi:10.1109/TETC.2015.2390034. ISSN 2168-6750. S2CID 7329149.](#)
37. [^] ["How IoT's are Changing the Fundamentals of "Retailing" ". Trak.in – Indian Business of Tech, Mobile & Startups. 30 August 2016. Retrieved 2 June 2017.](#)
38. [^] [Kang, Won Min; Moon, Seo Yeon; Park, Jong Hyuk \(5 March 2017\). "An enhanced security framework for home appliances in smart home". Human-centric Computing and Information Sciences. 7 \(6\). doi:10.1186/s13673-017-0087-4.](#)
39. [^] [a b "How IoT & smart home automation will change the way we live". Business Insider. Retrieved 10 November 2017.](#)
40. [^] [Greengard, Samuel \(2015\). The Internet of Things. Cambridge, MA: MIT Press. p. 90. ISBN 9780262527736.](#)
41. [^] [Inc., Apple. "HomeKit – Apple Developer". developer.apple.com. Retrieved 19 September 2018.](#)
42. [^] [Wollerton, Megan \(3 June 2018\). "Here's everything you need to know about Apple HomeKit". CNET. Retrieved 19 September 2018.](#)
43. [^] [a b Lovejoy, Ben \(31 August 2018\). "HomeKit devices getting more affordable as Lenovo announces Smart Home Essentials line". 9to5Mac. Retrieved 19 September 2018.](#)
44. [^] [Prospero, Mike \(12 September 2018\). "Best Smart Home Hubs of 2018". Tom's Guide. Retrieved 19 September 2018.](#)
45. [^] [Chinchilla, Chris \(26 November 2018\). "What Smart Home IoT Platform Should You Use?". Hacker Noon. Retrieved 13 May2019.](#)
46. [^] [Baker, Jason \(14 December 2017\). "6 open source home automation tools". opensource.com. Retrieved 13 May 2019.](#)
47. [^] [a b Demiris, G; Hensel, K \(2008\). "Technologies for an Aging Society: A Systematic Review of 'Smart Home' Applications". IMIA Yearbook of Medical Informatics 2008. 17: 33–40. doi:10.1055/s-0038-1638580. PMID 18660873. S2CID 7244183.](#)
48. [^] [Aburukba, Raafat; Al-Ali, A. R.; Kandil, Nourhan; AbuDamis, Diala \(10 May 2016\). Configurable ZigBee-based control system for people with multiple disabilities in smart homes. pp. 1–5. doi:10.1109/ICCSII.2016.7462435. ISBN 978-1-4673-8743-9. S2CID 16754386.](#)
49. [^] [Mulvenna, Maurice; Hutton, Anton; Martin, Suzanne; Todd, Stephen; Bond, Raymond; Moorhead, Anne \(14 December 2017\). "Views of Caregivers on the Ethics of Assistive Technology Used for Home Surveillance of People Living with Dementia" \(PDF\). Neuroethics. 10 \(2\): 255–266. doi:10.1007/s12152-017-9305-z. PMC 5486509. PMID 28725288.](#)

50. ^ [a](#) [b](#) da Costa, CA; Pasluosta, CF; Eskofier, B; da Silva, DB; da Rosa Righi, R (July 2018). "Internet of Health Things: Toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards". *Artificial Intelligence in Medicine*. **89**: 61–69. doi:[10.1016/j.artmed.2018.05.005](#). PMID [29871778](#).