



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Ελένη Κ Λιάπη

Εισηγητής: Κ. Κουκουλέτσος. Καθηγητής

Αθήνα 2018

**ΑΘΗΝΑ
ΜΑΪΟΣ 2018**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Το Διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας
Λιάπη Ελένη
Α.Μ. 42037**

Εισηγητής:

Κ. Κουκουλέτσος. Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Ημερομηνία εξέτασης:

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη, Λιάπη Ελένη του Κων/νου, με αριθμό μητρώου 42037 φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

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

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

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα αναλυθεί ο ρόλος του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) στην υγειονομική περίθαλψη. Το IoT αποτελεί μία τεχνολογία αιχμής που έρχεται στο προσκήνιο της κοινωνίας, της παγκόσμιας οικονομίας και της ανθρώπινης εμπειρίας. Το IoT στον τομέα της υγείας αφορά φυσικές συσκευές που συνδέονται με το Διαδίκτυο και μετασχηματίζουν πληροφορίες για την υγεία από τον φυσικό κόσμο στον ψηφιακό κόσμο. Σε αυτή την εργασία, θα διερευνηθεί σε βάθος ο ρόλος των συσκευών IoT στην υγειονομική περίθαλψη, τα οφέλη αλλά και οι κινδυνοί ενώ θα περιγραφούν αρκετά παραδείγματα τέτοιων συσκευών από την καθημερινή ζωή. Τέλος, στο παρόν έγγραφο θα γίνει αναφορά σε μία μελέτη περίπτωσης στο τομέα της πρωτοβάθμιας υγειονομικής περίθαλψης.

Λέξεις-κλειδιά: IoT, υγειονομική περίθαλψη, Διαδίκτυο των πραγμάτων, ιατρική συσκευή

ABSTRACT

This work, will focus on the role of the Internet of Things (IoT) in healthcare. IoT is a state-of-the-art technology that comes to the forefront of society, the global economy and human experience. IoT in healthcare concerns physical devices connected to the Internet and transforms health information from the natural world into the digital world. In this paper, it will be explored in depth the role of IoT devices in health care, benefits and risks, and several examples of such devices from everyday life. Finally, a case study in the field of primary health care will be presented.

Key words: IoT, healthcare, Internet of things, medical device

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	i
Abstract	ii
Περιεχόμενα.....	1
Κατάλογος Εικόνων.....	3
Κατάλογος Πινάκων	5
1 Εισαγωγή	6
1.1 Υπόβαθρο της έρευνας.....	6
1.2 Σκοπός και επιμέρους στόχοι της έρευνας.....	7
1.3 Οργανωσιακή Δομή της έρευνας	7
2 Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)	8
2.1 Τι είναι το IoT	8
2.1.1 Ιστορικό πλαίσιο	8
2.1.2 Ορισμοί.....	14
2.2 Στοιχεία για το IoT.....	17
2.3 Χαρακτηριστικά του IoT.....	21
2.4 Κατηγορίες.....	23
2.5 Εφαρμογές IoT	24
3 IoT στον τομέα υγείας	37
3.1 Παρούσα κατάσταση.....	37
3.2 Τάσεις και προοπτικές.....	39
3.3 Προκλήσεις και λύσεις.....	44
4 Συσκευές.....	53
4.1 Συστήματα Διαδικτύου	53

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

4.2	Παραδείγματα	57
4.3	Οφέλη και κίνδυνοι	61
4.4	Ρυθμίσεις και Κανονισμοί.....	65
5	Μελέτη Περίπτωσης	70
6	Συμπεράσματα	74
	Βιβλιογραφία	76

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ορίζοντας το IoT (Kamaletal, 2017).....	16
Εικόνα 2: Ανάπτυξη συσκευών IoT σε σχέση με τον παγκόσμιο πληθυσμό (GrowthEnabler, 2017)	19
Εικόνα 3: Πρόβλεψη της αγοράς IoT σε παγκόσμιο επίπεδο (Growth Enabler, 2017)	20
Εικόνα 4: Βασικές κατηγορίες IoT σε διάφορες βιομηχανίες (GSMA, 2014)	23
Εικόνα 5: Έξυπνες πόλεις (Mohammed & Ahmed, 2017)	25
Εικόνα 6: Εφαρμογές σε έξυπνα κτίρια (Mohammed & Ahmed, 2017)	26
Εικόνα 7: Εφαρμογές έξυπνου δικτύου (Mohammed & Ahmed, 2017)	27
Εικόνα 8: Η έξυπνη έννοια της περιθαλψης (Mohammed & Ahmed, 2017)	29
Εικόνα 9: Έξυπνες πτυχές των μεταφορών (Mohammed & Ahmed, 2017).....	30
Εικόνα 10: Έξυπνο εργοστάσιο (Βιομηχανία 4 ^{ης} γενιάς) (Mohammed & Ahmed, 2017)	32
Εικόνα 11: Έξυπνο περιβάλλον βασισμένο στο IoT (Mohammed & Ahmed, 2017)	33
Εικόνα 12: Εικονική διαβούλευση (τηλεϊατρική) (Sermakani, 2014).....	44
Εικόνα 13: Ένα εννοιολογικό διάγραμμα των λύσεων υγειονομικής περιθαλψης που βασίζονται σε IoT (Garchupetal, 2016).	53
Εικόνα 14: Απομακρυσμένη παρακολούθηση σε φορητές συσκευές και εξατομικευμένη φροντίδα υγείας (Garchupetal, 2016).....	54
Εικόνα 15: Μια τοπολογία του IoThNet με μια έξυπνη πύλη υγειονομικής περιθαλψης (Garchupetal, 2016).....	55
Εικόνα16: Ιατρικός σταθμός HealthSpot (IntelCorporation, 2014).	60

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Εικόνα 17: Παρακολούθηση στο σπίτι από το Health Net Connectτης VideoDoc (IntelCorporation, 2014).	61
Εικόνα 18: Το μέγιστο όφελος και ο μέγιστος κίνδυνος της χρήσης IoT σύμφωνα με τους καταναλωτές (ISACA, 2013)	64
Εικόνα 19: Η αναλογία οφέλους/κινδύνου σύμφωνα με τους επαγγελματίες πληροφορικής (ISACA, 2013).....	65
Εικόνα 20: Η αρχιτεκτονική του συστήματος Medbox (Gipsaetal, 2016)	71
Εικόνα 21: Η εφαρμογή Android Health Care του ασθενούς (Gipsaetal, 2016).....	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Περιβάλλοντα για εφαρμογές IoT (Manyika et al., 2015).....13

Πίνακας 2: Οι παρεχόμενες υπηρεσίες και οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε κάθε σύστημα IoT για την παρακολούθηση των ασθενών (Sreekanth & Nitha, 2016).56

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το IoT αποτελεί μία σημαντική εξέλιξη στους κλάδους της τεχνολογίας, της πολιτικής, της μηχανικής και της ιατρικής και έχει γίνει βασικό θέμα στις ειδήσεις τόσο στον ειδικό τύπο όσο και στα δημοφιλή μέσα ενημέρωσης. Η τεχνολογία αυτή ενσωματώνεται ένα ευρύ φάσμα δικτυωμένων προϊόντων, συστημάτων και αισθητήρων, που εκμεταλλεύονται τις προόδους στην υπολογιστική ισχύ, στη μικρογραφία και στις διασυνδέσεις δικτύων για να προσφέρουν νέες δυνατότητες που δεν ήταν προηγουμένως δυνατές. Μια πληθώρα συνεδρίων, εκθέσεων και ειδησεογραφικών άρθρων συζητούν τον ενδεχόμενο αντίκτυπο της "επανάστασης του IoT" - τις νέες ευκαιρίες στην αγορά και στα επιχειρηματικά μοντέλα και τις ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και την τεχνική διαλειτουργικότητα (Rose et al., 2015).

Στον τομέα της υγείας, έχει δειχθεί ότι οι ασθενείς με χρόνιες ασθένειες, όπως υπέρταση, αναπνευστικές νόσους ή διαβήτη, χρειάζονται συχνότερες ιατρικές, νοσοκομειακές και επείγουσες υπηρεσίες σε σχέση με τους κανονικούς ασθενείς (Paré et al., 2010). Οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών συγκαταλέγονται μεταξύ των μέσων που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην άμβλυνση ορισμένων προβλημάτων που συνδέονται με τη γήρανση του πληθυσμού, την αύξηση των χρόνιων ασθενειών και την έλλειψη επαγγελματιών στον τομέα της υγείας, και ταυτόχρονα να διευκολύνουν την αναδιοργάνωση των υπηρεσιών. Οι σύγχρονες συσκευές IoT, όπως για παράδειγμα οι συσκευές μέτρησης της πίεσης του αίματος, ενσωματώνουν δυνατότητες επικοινωνίας (Rockenbach et al., 2012). Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση των συνολικών ζητημάτων του διαδικτύου των πραγμάτων, των σχετικών μελλοντικών τεχνολογιών καθώς και των προκλήσεων στον τομέα της υγείας.

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η καταγραφή των σύγχρονων δεδομένων γύρω από το IoT στον τομέα της υγείας. Θα γίνει μελέτη των φαινομένων, των θεωριών γύρω από αυτή την τεχνολογία, των εφαρμογών της και των προκλήσεων στο σύγχρονο περιβάλλον υγείας.

Συνεπώς, οι επιμέρους στόχοι είναι:

- Βιβλιογραφική ανασκόπηση του φαινομένου των Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT).
- Μελέτη του IoT στον τομέα της υγείας και εστίαση στις συσκευές που χρησιμοποιούνται
- Μελέτη περίπτωσης ενός συστήματος IoT στον τομέα της υγείας.

1.3 ΟΡΓΑΝΩΣΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η δομή της εργασίας χωρίζεται σε δύο διακριτά μέρη. Στο πρώτο μέρος (Κεφάλαια 2, 3, 4) πραγματοποιήθηκε μία βιβλιογραφική ανασκόπηση για την περιγραφή του θεωρητικού υποβάθρου της έρευνας. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η ανασκόπηση σχετικών, μεμονωμένων μελετών, υψηλής ποιότητας, που καλύπτουν ένα ή περισσότερα από τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα.

Στο δεύτερο μέρος (Κεφάλαιο 5) ακολούθησε η μελέτη περίπτωσης ενός συστήματος IoT στον τομέα της υγείας ενώ έγινε ανάλυση των ξεχωριστών χαρακτηριστικών του, των οφελών και των προβλημάτων του στην πράξη.

Τελειώνοντας, τα συμπεράσματα (Κεφάλαιο 6), που εξήχθησαν βασίστηκαν σε κριτική αξιολόγηση της βιβλιογραφίας και ενσωμάτωση αυτής στα αποτελέσματα της εργασίας μας με στόχο την αποσαφήνιση της ανάπτυξης του IoT στον τομέα της υγείας στο σύγχρονο κόσμο.

2 ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (ΙΟΤ)

2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΟΤ

2.1.1 Ιστορικό πλαίσιο

Ενώ ο όρος Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things ή IoT) είναι σχετικά νέος, η έννοια του συνδυασμού υπολογιστών και δικτύων για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συσκευών χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες. Από τα τέλη της δεκαετίας του '70, για παράδειγμα, τα συστήματα τηλεπαρακολούθησης των ηλεκτρικών δικτύων μέσω τηλεφωνικών γραμμών χρησιμοποιούνταν εμπορικά (Wikipedia, 2017). Στη δεκαετία του 1990, η πρόοδος στην ασύρματη τεχνολογία επέτρεψε την διάδοση των επιχειρησιακών και βιομηχανικών λύσεων «από μηχανή σε μηχανή» (machine-to-machine ή M2M) για την παρακολούθηση και τη λειτουργία του εξοπλισμού. Πολλές από αυτές τις πρώτες M2M λύσεις, ωστόσο, βασίστηκαν σε κλειστά δίκτυα που δημιουργήθηκαν για συγκεκριμένους σκοπούς και σε ειδικά πρότυπα ή βιομηχανικά πρότυπα, παρά σε δίκτυα βασισμένα στο πρωτόκολλο Internet (IP) και σε πρότυπα διαδικτύου (Polsonetti, 2014).

Η χρήση του IP για τη σύνδεση συσκευών εκτός των υπολογιστών στο Διαδίκτυο δεν είναι μια νέα ιδέα. Η πρώτη "συσκευή" στο Διαδίκτυο - μια τοστιέρα με δυνατότητα IP που θα μπορούσε να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί μέσω του Διαδικτύου - παρουσιάστηκε σε μια διάσκεψη στο Internet το 1990 (Living Internet, 2000). Τα επόμενα χρόνια, άλλα "πράγματα" συνδέθηκαν με IP, όπως μία μηχανή αναψυκτικών στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon στις Η.Π.Α. και ένα μία καφετιέρα στο Trojan Room στο Πανεπιστήμιο του Cambridge στο Ηνωμένο Βασίλειο (το οποίο παρέμεινε συνδεδεμένο στο Internet μέχρι το 2001) (Stafford-Fraser, 1995; Carnegie Mellon University, 2015).

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, ο Kevin Ashton έθεσε τις βάσεις για το IoT στο εργαστήριο AutoID του MIT. Ο Ashton ήταν ένας από τους πρωτοπόρους που συνέλαβε αυτή την ιδέα ψάχνοντας τρόπους με τους οποίους η Proctor&Gamble θα μπορούσε να βελτιώσει τις δραστηριότητές της συνδέοντας τις πληροφορίες RFID με το Διαδίκτυο. Η ιδέα ήταν απλή αλλά ισχυρή. Εάν όλα τα αντικείμενα στην

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

καθημερινή ζωή ήταν εξοπλισμένα με αναγνωριστικά και ασύρματη συνδεσιμότητα, αυτά θα μπορούσαν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να είναι διαχειρίσιμα μέσω υπολογιστών. Σε άρθρο του για το περιοδικό RFID το 1999, ο Ashton έγραψε (2009):

"Αν είχαμε υπολογιστές που γνώριζαν όσα ήταν γνωστά για τα πράγματα - χρησιμοποιώντας δεδομένα που θα συλλέγονταν χωρίς καμία βοήθεια από εμάς - θα μπορούσαμε να εντοπίσουμε και να μετρήσουμε τα πάντα, μειώνοντας τα απόβλητα, τις ζημιές και το κόστος. Θα γνωρίζαμε πότε τα πράγματα έπρεπε να αντικατασταθούν, να επισκευαστούν ή να ανακληθούν, και αν ήταν φρέσκα ή εάν υπήρξαν και σε καλύτερη κατάσταση. Πρέπει να ενδυναμώσουμε τους υπολογιστές με τα δικά τους μέσα συγκέντρωσης πληροφοριών, ώστε να μπορούν να δουν, να ακούσουν και να μυρίσουν τον κόσμο για τον εαυτό τους, σε όλη την τυχαία δόξα του. Η τεχνολογία του RFID και των αισθητήρων επιτρέπει στους υπολογιστές να παρατηρούν, να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τον κόσμο - χωρίς τους περιορισμούς των δεδομένων που έχουν εισαχθεί από τον άνθρωπο."

Από αυτές τις ξεχωριστές αρχές, ένα ισχυρό πεδίο έρευνας και ανάπτυξης στη "δικτύωση έξυπνων αντικειμένων" βοήθησε στη δημιουργία της βάσης για το σημερινό Διαδίκτυο των πραγμάτων (RFC 7452, 2017). Όμως αφού η ιδέα της σύνδεσης αντικειμένων μεταξύ τους και στο Διαδίκτυο δεν είναι νέα, γιατί το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι ένα νέο δημοφιλές θέμα σήμερα; Την εποχή εκείνη το όραμα αυτό απαιτούσε σημαντικές βελτιώσεις στην τεχνολογία. Πώς θα μπορούσαμε να συνδέσουμε τα πάντα στον πλανήτη; Τι είδους ασύρματες επικοινωνίες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στις συσκευές; Ποιες αλλαγές θα έπρεπε να γίνουν στην υπάρχουσα υποδομή του Διαδικτύου για την υποστήριξη δισεκατομμυρίων νέων συσκευών που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους; Τι θα μπορούσε να τροφοδοτήσει αυτές τις συσκευές; Τι έπρεπε να αναπτυχθεί για να καταστούν αποδοτικές αυτές οι λύσεις; Υπήρχαν περισσότερες ερωτήσεις από απαντήσεις στις έννοιες του IoT το 1999 (Lopez Research LLC, 2013).

Σήμερα, υπάρχει η συρροή πολλών τάσεων στην τεχνολογία και στην αγορά που καθιστά δυνατή τη διασύνδεση μικρών και μεσαίων συσκευών με χαμηλό κόστος (Rose et al., 2015):

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

- Πανταχού παρούσα δυνατότητα σύνδεσης: Η χαμηλού κόστους, υψηλής ταχύτητας, σύνδεση δικτύου, ειδικά μέσω ασύρματων υπηρεσιών και τεχνολογιών με άδεια και χωρίς άδεια, μπορεί να κάνει σχεδόν τα πάντα "συνδεδεμένα".
- Η εκτεταμένη υιοθέτηση της δικτύωσης με βάση το IP: Έχει γίνει το κυρίαρχο παγκόσμιο πρότυπο για τη δικτύωση, παρέχοντας μια καλά καθορισμένη και ευρέως εφαρμοσμένη πλατφόρμα λογισμικού και εργαλείων που μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα ευρύ φάσμα συσκευών εύκολα και οικονομικά.
- Υπολογιστική Οικονομία: Με γνώμονα τις επενδύσεις της βιομηχανίας στην έρευνα, την ανάπτυξη και την κατασκευή, ο νόμος του Moore συνεχίζει να παρέχει μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ με χαμηλότερες τιμές και χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.
- Οι μικροϋπολογιστές: Οι πρόοδοι της κατασκευής επιτρέπουν την ενσωμάτωση της τεχνολογίας αιχμής και της τεχνολογίας επικοινωνιών σε πολύ μικρά αντικείμενα. Σε συνδυασμό με την οικονομία της πληροφορικής, αυτό έχει τροφοδοτήσει την πρόοδο των μικρών και φθηνών συσκευών αισθητήρων που οδηγούν πολλές εφαρμογές IoT.
- Εξελίξεις στο Data Analytics: Νέοι αλγόριθμοι και ταχείες αυξήσεις στην υπολογιστική ισχύ, την αποθήκευση δεδομένων και τις υπηρεσίες cloud επιτρέπουν τη συσσωμάτωση, τη συσχέτιση και την ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Αυτά τα μεγάλα και δυναμικά σύνολα δεδομένων παρέχουν νέες ευκαιρίες για την εξαγωγή πληροφοριών και γνώσεων.
- Άνοδος του Cloud Computing: Το Cloud, το οποίο αξιοποιεί τους απομακρυσμένους, δικτυωμένους υπολογιστικούς πόρους για τη διεκπεραίωση, τη διαχείριση και την αποθήκευση δεδομένων, επιτρέπει σε μικρές και καταναλωτικές συσκευές να αλληλεπιδρούν με ισχυρές δυνατότητες ανάλυσης και ελέγχου.

Ως εκ τούτου, πολλά από αυτά τα εμπόδια έχουν επιλυθεί. Το μέγεθος και το κόστος των ασύρματων κεραιών έχει μειωθεί σημαντικά. Το IPv6 μας επιτρέπει να εκχωρήσουμε μια διεύθυνση επικοινωνίας σε δισεκατομμύρια συσκευές. Οι εταιρείες ηλεκτρονικών ειδών κατασκευάζουν Wi-Fi και κυψελοειδή ασύρματη συνδεσιμότητα σε ένα ευρύ φάσμα συσκευών. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της ABI Research, περισσότερα από δέκα δισεκατομμύρια ασύρματα chips απεστάλησαν το 2013. Η κάλυψη των δεδομένων κινητής τηλεφωνίας έχει βελτιωθεί σημαντικά με πολλά δίκτυα που προσφέρουν ευρυζωνικές ταχύτητες. Αν και δεν είναι τέλεια, η τεχνολογία της μπαταρίας έχει βελτιωθεί και η ηλιακή επαναφόρτιση έχει

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

ενσωματωθεί σε πολλές συσκευές. Θα υπάρχουν δισεκατομμύρια αντικείμενα που θα συνδέονται στο δίκτυο τα επόμενα χρόνια. Για παράδειγμα, η Ομάδα IoT της Cisco (IOTG) προβλέπει ότι μέχρι το 2020 θα υπάρχουν περισσότερες από 50 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές (ABI Research, 2012).

Το IoT περιλαμβάνει ένα σύνολο τεχνολογιών που επιτρέπουν σε ένα ευρύ φάσμα συσκευών, συσκευών και αντικειμένων (ή απλώς "πραγμάτων") να αλληλεπιδρούν και να επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τεχνολογίες δικτύωσης (Rockenbach et al., 2012). Το IoT περιγράφει ένα σύστημα όπου τα στοιχεία στον φυσικό κόσμο και οι αισθητήρες μέσα ή συνδεδεμένοι με αυτά τα στοιχεία συνδέονται στο Διαδίκτυο μέσω ασύρματων και ενσύρματων συνδέσεων. Αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιούν διάφορους τύπους τοπικών συνδέσεων όπως RFID, NFC, Wi-Fi, Bluetooth και Zigbee. Οι αισθητήρες μπορούν επίσης να έχουν ευρυζωνική σύνδεση, όπως GSM, GPRS, 3G και LTE. Το IoT (Lopez Research LLC, 2013):

- Συνδέει τόσο τα άψυχα όσο και τα ζωντανά πράγματα. Οι πρώτες δοκιμές και η ανάπτυξη IoT άρχισε με τη σύνδεση βιομηχανικού εξοπλισμού. Σήμερα, το όραμα του IoT έχει επεκταθεί και συνδέει τα πάντα από βιομηχανικό εξοπλισμό έως καθημερινά αντικείμενα. Τα είδη των αντικειμένων κυμαίνονται από τουρμπίνες έως αυτοκίνητα ενώ επίσης μπορεί να περιλαμβάνει ζωντανούς οργανισμούς όπως φυτά, ζώα φάρμας και ανθρώπους. Για παράδειγμα, το Πρόγραμμα Παρακολούθησης Αγελάδων στο Essex χρησιμοποιεί δεδομένα που συλλέγονται από τις ετικέτες προσδιορισμού θέσης για την παρακολούθηση των αγελάδων για ασθένεια και κοινωνικής συμπεριφοράς στην αγέλη. Οι φορητοί υπολογιστές και οι ψηφιακές συσκευές υγείας, όπως το Nike + Fuel Band και το Fitbit, αποτελούν παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο οι άνθρωποι συνδέονται στο τοπίο του IoT. Η Cisco έχει επεκτείνει τον ορισμό του IoT στο Διαδίκτυο των Πάντων (Internet of Everything ή IoE), το οποίο περιλαμβάνει ανθρώπους, χώρους, αντικείμενα και πράγματα. Ουσιαστικά οτιδήποτε μπορείτε να συνδέσει έναν αισθητήρα με μια συνδεσιμότητα μπορεί να συμμετάσχει στα νέα συνδεδεμένα οικοσυστήματα.
- Χρησιμοποιεί αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων. Τα φυσικά αντικείμενα που συνδέονται διαθέτουν έναν ή περισσότερους αισθητήρες. Κάθε αισθητήρας παρακολουθεί μια συγκεκριμένη κατάσταση όπως η τοποθεσία, οι κραδασμοί, η

κίνηση και η θερμοκρασία. Στο IoT, αυτοί οι αισθητήρες συνδέονται μεταξύ τους και με συστήματα που κατανοούν ή παρουσιάζουν πληροφορίες από τα δεδομένα των αισθητήρων. Αυτοί οι αισθητήρες παρέχουν νέες πληροφορίες στα συστήματα της εταιρείας και στους ανθρώπους.

- Αλλάζει τους τύπους στοιχείων που επικοινωνούν μέσω ενός δικτύου IP. Στο παρελθόν, οι άνθρωποι επικοινωνούσαν με ανθρώπους και με μηχανές. Φανταστείτε αν όλος ο εξοπλισμός σας είχε τη δυνατότητα να επικοινωνεί μεταξύ του. Τι θα σας έλεγε; Τα αντικείμενα με δυνατότητα IoT θα μοιράζονται πληροφορίες σχετικά με την κατάστασή τους και το περιβάλλον με ανθρώπους, συστήματα λογισμικού και άλλα μηχανήματα. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να μοιραστούν σε πραγματικό χρόνο ή να συλλεχθούν και να μοιραστούν σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Στο μέλλον, όλα θα έχουν ψηφιακή ταυτότητα και συνδεσιμότητα, που σημαίνει ότι οι άνθρωποι μπορούν να ταυτιστούν, να παρακολουθούν και να επικοινωνούν με αντικείμενα.

Τα στοιχεία του IoT διαφέρουν από τα παραδοσιακά. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι μικρά σε μέγεθος και συχνά σε μετάδοση. Ο αριθμός συσκευών ή κόμβων που συνδέονται με το δίκτυο είναι επίσης μεγαλύτερος στο IoT από ό, τι σε παραδοσιακούς υπολογιστές. Οι επικοινωνίες μεταξύ των μηχανών και οι πληροφορίες που προέρχονται από τις συσκευές και το δίκτυο θα επιτρέψουν στις επιχειρήσεις να αυτοματοποιήσουν ορισμένες βασικές λειτουργίες χωρίς να εξαρτώνται από κεντρικές εφαρμογές ή εφαρμογές και υπηρεσίες που βασίζονται στο cloud. Αυτά τα χαρακτηριστικά παρουσιάζουν ευκαιρίες για συλλογή μεγάλου φάσματος δεδομένων αλλά επίσης προκλήσεις όσον αφορά τους όρους σχεδίασης της κατάλληλης δικτύωσης των δεδομένων και της ασφάλειας.

Από αυτή την άποψη, το IoT αντιπροσωπεύει τη σύγκλιση μιας ποικιλίας τάσεων υπολογιστικής και συνδεσιμότητας που έχουν εξελιχθεί για πολλές δεκαετίες. Επί του παρόντος, ένα ευρύ φάσμα τομέων της βιομηχανίας - συμπεριλαμβανομένης της αυτοκινητοβιομηχανίας, της υγειονομικής περίθαλψης, της βιομηχανίας κτλ. εξετάζουν το ενδεχόμενο ενσωμάτωσης της τεχνολογίας του Διαδικτύου στα προϊόντα, τις υπηρεσίες και τις λειτουργίες τους. Στην έκθεσή τους «Ξεκλειδώνοντας το Δυναμικό του Ίντερνετ των Πράξεων», το Παγκόσμιο Ινστιτούτο McKinsey περιγράφει το ευρύ φάσμα δυνητικών εφαρμογών όπου το IoT αναμένεται να δημιουργήσει αξία για τη βιομηχανία και τους χρήστες (Manyika et al..., 2015).

Πίνακας 1: Περιβάλλοντα για εφαρμογές IoT (Manyika et al., 2015)

Περιβάλλοντα	Περιγραφή	Παραδείγματα
Άνθρωπος	Συσκευές προσαρτημένες ή ενσωματωμένες στο ανθρώπινο σώμα	Συσκευές (φορητές και εύκαμπτες) για την παρακολούθηση και τη διατήρηση της ανθρώπινης υγείας και ευεξίας. τη διαχείριση ασθενειών, την αύξηση της φυσικής κατάστασης, την υψηλότερη παραγωγικότητα
Κτίρια	Κτίρια όπου ζουν άνθρωποι	Συστήματα ασφαλείας και ελέγχου
Λιανικό περιβάλλον	Χώροι όπου οι καταναλωτές ασχολούνται με το εμπόριο	Καταστήματα, τράπεζες, εστιατόρια, αρένες - οπουδήποτε οι καταναλωτές σκέφτονται και αγοράζουν, checkout, προσφορές στα καταστήματα, βελτιστοποίηση αποθεμάτων
Γραφεία	Χώροι όπου οι εργαζόμενοι εργάζονται	Διαχείριση ενέργειας και ασφάλειας σε κτίρια γραφείων, βελτιωμένη παραγωγικότητα, συμπεριλαμβανομένων των κινητών συσκευών των εργαζομένων
Εργοστάσια	Τυποποιημένα περιβάλλοντα παραγωγής	Τοποθεσίες με επαναλαμβανόμενη ρουτίνα εργασίας, συμπεριλαμβανομένων των νοσοκομείων και των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. λειτουργική αποδοτικότητα, βελτιστοποίηση της χρήσης του εξοπλισμού και απογραφή
Εργασιακά περιβάλλοντα	Συνήθη περιβάλλοντα παραγωγής	Εξόρυξη, πετρέλαιο και φυσικό αέριο, κατασκευή. λειτουργική αποδοτικότητα, προγνωστική συντήρηση, υγεία και ασφάλεια
Οχήματα	Συστήματα οχημάτων μέσα σε κινούμενα οχήματα	Οχήματα συμπεριλαμβανομένων των αυτοκινήτων, φορτηγών, πλοίων, αεροσκαφών και τρένων. συντήρηση βασισμένη στην κατάσταση, σχεδιασμός βάσει χρήσης, ανάλυση προ της πώλησης
Πόλεις	Αστικά περιβάλλοντα	Δημόσιοι χώροι και υποδομή σε αστικές περιοχές. προσαρμοστικός έλεγχος της κυκλοφορίας, έξυπνοι μετρητές, παρακολούθηση του περιβάλλοντος, διαχείριση πόρων
Εξωτερικοί χώροι	Μεταξύ των αστικών περιβαλλόντων (και εκτός των άλλων ρυθμίσεων)	Οι εξωτερικές χρήσεις περιλαμβάνουν τις σιδηροδρομικές γραμμές, τα αυτόνομα οχήματα (εκτός αστικών τοποθεσιών) και την πλοήγηση πτήσεων, τη δρομολόγηση σε πραγματικό χρόνο, τη συνδεδεμένη πλοήγηση, την παρακολούθηση μιας αποστολής

2.1.2 Ορισμοί

Παρά το παγκόσμιο ενδιαφέρον γύρω από το IoT δεν υπάρχει ένας ενιαίος, παγκοσμίως αποδεκτός ορισμός. Διαφορετικοί ορισμοί χρησιμοποιούνται από διάφορες ομάδες για να περιγράψουν ή να προωθήσουν μια συγκεκριμένη άποψη για το τι σημαίνει IoT και ποια είναι τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του. Ορισμένοι ορισμοί καθορίζουν την έννοια του Διαδικτύου ή του Πρωτοκόλλου Διαδικτύου (Internet Protocol ή IP), ενώ άλλοι όχι. Για παράδειγμα, σύμφωνα με την Αρχή Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου (Internet Architecture Board ή IAB), ο όρος "Διαδίκτυο των πραγμάτων" υποδηλώνει μια τάση όπου ένας μεγάλος αριθμός ενσωματωμένων συσκευών χρησιμοποιεί υπηρεσίες επικοινωνίας που προσφέρονται από τα πρωτόκολλα Διαδικτύου. Πολλές από αυτές τις συσκευές, συχνά αποκαλούμενες "έξυπνα αντικείμενα", δεν χρησιμοποιούνται άμεσα από τον άνθρωπο, αλλά υπάρχουν ως συστατικά σε κτίρια ή σε οχήματα ή στο περιβάλλον (RFC 7452, 2017).

Επιπρόσθετα, στο πλαίσιο της ομάδας εργασίας για την τεχνολογία του Διαδικτύου (Internet Engineering Task Force ή IETF), ο όρος "έξυπνη δικτύωση των αντικειμένων" χρησιμοποιείται συνήθως σε σχέση με το IoT. Σε αυτό το πλαίσιο, τα "έξυπνα αντικείμενα" είναι συσκευές που έχουν συνήθως σημαντικούς περιορισμούς, όπως περιορισμένη ισχύ, μνήμη και πόρους επεξεργασίας ή εύρος ζώνης (Thaler et al., 2015). Οι εργασίες στο IETF είναι οργανωμένες γύρω από ειδικές απαιτήσεις για την επίτευξη διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφόρων τύπων έξυπνων αντικειμένων (IOT Dir Wiki, 2017).

Το 2012, η σύσταση ITU-TY.2060 της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union ή ITU), ασχολείται με την έννοια της διασυνδεσιμότητας, αλλά δεν δεσμεύει ρητώς το IoT με το Διαδίκτυο. Συγκεκριμένα στο άρθρο 3.2.2 αναφέρεται¹:

«Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT): Μια παγκόσμια υποδομή για την κοινωνία της πληροφορίας, η οποία επιτρέπει προηγμένες υπηρεσίες μέσω διασύνδεσης (φυσικών και

¹ Overview of the Internet of Things. ITU, <http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=Y.2060>

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

εικονικών) αντικειμένων που βασίζονται σε υπάρχουσες και εξελισσόμενες διαλειτουργικές τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών.

Σημείωση 1: Μέσω της αξιοποίησης των δυνατοτήτων αναγνώρισης, συλλογής, επεξεργασίας και επικοινωνίας, το IoT χρησιμοποιεί πλήρως τα πράγματα για να προσφέρει υπηρεσίες σε κάθε είδους εφαρμογές, εξασφαλίζοντας παράλληλα ότι πληρούνται οι απαιτήσεις ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής.

Σημείωση 2 - Από μια ευρύτερη προοπτική, το IoT μπορεί να θεωρηθεί ως όραμα με τεχνολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις».

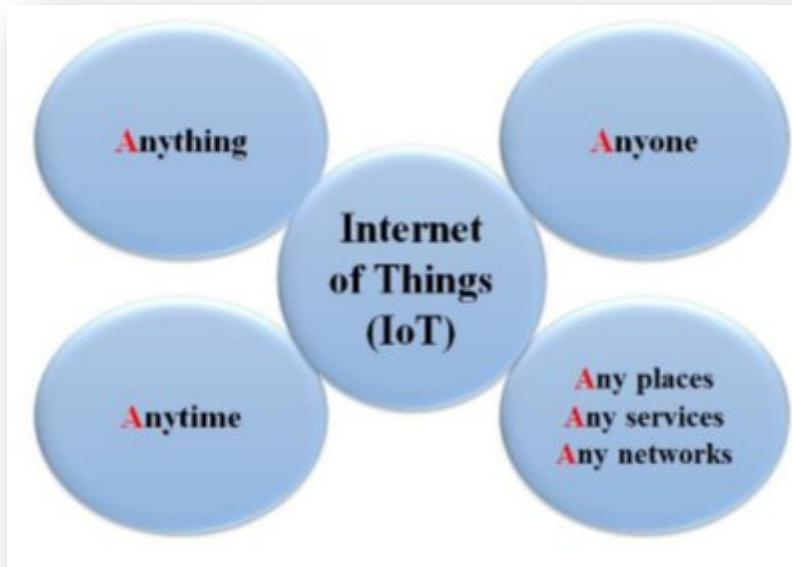
Στο IEEE Communications Magazine, το IoT συνδέεται με τις υπηρεσίες cloud²:

«Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) είναι ένα πλαίσιο στο οποίο όλα τα πράγματα έχουν παρουσίαση και παρουσία στο Διαδίκτυο. Πιο συγκεκριμένα, το Διαδίκτυο των πραγμάτων στοχεύει στην προσφορά νέων εφαρμογών και υπηρεσιών γεφύρωσης του φυσικού και εικονικού κόσμου, όπου οι επικοινωνίες Μηχανή προς Μηχανή (M2M) αντιπροσωπεύουν την επικοινωνία βάσης που επιτρέπει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πραγμάτων και των εφαρμογών στο cloud».

Ακόμη, τα Oxford Dictionaries (2017) παρέχουν έναν συνοπτικό ορισμό που επικαλείται το Διαδίκτυο ως στοιχείο του IoT. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι το IoT είναι η διασύνδεση μέσω του Διαδικτύου με υπολογιστικές συσκευές ενσωματωμένες σε καθημερινά αντικείμενα, που τους επιτρέπουν να στέλνουν και να λαμβάνουν δεδομένα.

Σύμφωνα με άλλον ορισμό, το IoT είναι μια νέα τεχνολογία πρόσβασης στο διαδίκτυο. Με το Διαδίκτυο των πραγμάτων, τα αντικείμενα αναγνωρίζουν τον εαυτό τους και αποκτούν συμπεριφορά νοημοσύνης κάνοντας ή επιτρέποντας με σχετικές αποφάσεις να μεταδώσουν πληροφορίες για τον εαυτό τους. Αυτά τα αντικείμενα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες που έχουν συγκεντρωθεί από άλλα πράγματα ή μπορούν να προστεθούν σε άλλες υπηρεσίες. Η Εικόνα αναφέρει ότι με το διαδίκτυο των πραγμάτων, οτιδήποτε θα είναι σε θέση να επικοινωνήσει στο Διαδίκτυο ανά πάσα στιγμή από οποιοδήποτε μέρος για να παρέχει οποιοσδήποτε υπηρεσίες από οποιοδήποτε δίκτυο (Kamal et al., 2017).

² <http://www.comsoc.org/commag/cfp/internet-thingsm2m-research-standards-next-steps>



Εικόνα 1: Ορίζοντας το IoT (Kamaletal, 2017)

Σε κάθε περίπτωση, όλοι οι ορισμοί περιγράφουν σενάρια στα οποία η συνδεσιμότητα του δικτύου και η ικανότητα πληροφορικής επεκτείνεται σε έναν καταγισμό αντικειμένων, συσκευών, αισθητήρων και καθημερινών αντικειμένων που συνήθως δεν θεωρούνται υπολογιστές επιτρέποντάς τους να δημιουργούν, να ανταλλάσσουν και να καταναλώνουν δεδομένα, συχνά με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση. Οι διάφοροι ορισμοί του Διαδικτύου δεν διαφέρουν απαραίτητως - μάλλον δίνουν έμφαση σε διάφορες πτυχές του φαινομένου του IoT από διαφορετικά σημεία εστίασης και χρήσης (Rose et al., 2015).

Πάντως, πολλοί οργανισμοί έχουν αναπτύξει τις δικές τους ταξινομήσεις και κατηγοριοποιήσεις των εφαρμογών και των περιπτώσεων χρήσης των IoT. Παραδείγματος χάριν, το Βιομηχανικό IoT (Industrial IoT) είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται ευρέως από τις εταιρείες για να περιγράψει εφαρμογές IoT που σχετίζονται με την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας (Ciccari, 2014). Άλλοι συζητούν το IoT με βάση τον τύπο συσκευής, όπως συσκευές που φοριούνται ή μεταφέρονται (Application Developers Alliance, 2017). Ακόμα άλλοι επικεντρώνονται στο IoT με βάση το πλαίσιο τις τοποθεσίες χρήσεις του όπως "έξυπνες κατοικίες" ή "έξυπνες πόλεις" (IEEE, 2015). Όποια και αν είναι η εφαρμογή, είναι σαφές ότι οι περιπτώσεις

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

χρήσης των IoT θα μπορούσαν να επεκταθούν σχεδόν σε κάθε πτυχή της ζωής μας (Baguley & McDonald, 2015).

Μια από τις συνέπειες αυτών των τάσεων είναι ότι τα επόμενα δέκα χρόνια θα η δημοφιλή έννοια του είμαι "στο διαδίκτυο" θα αλλάξει. Όπως δήλωσε ο Καθηγητής του MIT, Neil Gershenfeld (Postscapes 2015): «... η ταχεία ανάπτυξη του Παγκόσμιου Ιστού ίσως αποτελούσε απλώς μία δαπάνη ενεργοποίησης που τώρα πυροδοτεί την πραγματική έκρηξη, καθώς τα ίδια τα πράγματα αρχίζουν να χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο».

Στη δημοφιλή νοοτροπία, ο Παγκόσμιος Ιστός σχεδόν έγινε συνώνυμος με το ίδιο το Διαδίκτυο. Οι τεχνολογίες ιστού διευκολύνουν τις περισσότερες αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπων και περιεχομένου, καθιστώντας το ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό της τρέχουσας εμπειρίας στο Διαδίκτυο. Η εμπειρία αυτή χαρακτηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ενεργό συμμετοχή των χρηστών στη λήψη και τη δημιουργία περιεχομένου μέσω υπολογιστών και smartphones. Αν οι προβλέψεις ανάπτυξης σχετικά με το IoT γίνουν πραγματικότητα, μπορεί να παρατηρήσουμε μια μετατόπιση προς την παθητική αλληλεπίδραση του Διαδικτύου από χρήστες με αντικείμενα όπως εξαρτήματα αυτοκινήτων, οικιακές συσκευές και συσκευές αυτοελέγχου όπου αυτές οι συσκευές θα στέλνουν και θα λαμβάνουν δεδομένα για λογαριασμό του χρήστη, με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση ή ακόμα και γνώση. Το IoT μπορεί να αναγκάσει μια στροφή στην σκέψη για έναν "υπερσυνδεδεμένο κόσμο" που δεν θέτει εγγενείς περιορισμούς στις εφαρμογές ή στις υπηρεσίες που μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία (Rose et al., 2015).

2.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΙΟΤ

Η εφαρμογή μεγάλης κλίμακας συσκευών IoT υπόσχεται να μεταμορφώσει πολλές πτυχές του τρόπου με τον οποίο ζούμε. Για τους καταναλωτές, τα νέα προϊόντα IoT, όπως οι συσκευές με δυνατότητα Internet, τα εξαρτήματα αυτοματισμού στο σπίτι και οι συσκευές διαχείρισης ενέργειας, τους οδηγούν στο όραμα του "έξυπνου σπιτιού", προσφέροντας περισσότερη ασφάλεια και ενεργειακή αποδοτικότητα. Άλλες προσωπικές συσκευές IoT όπως οι φορητές συσκευές παρακολούθησης της υγείας και τα ιατροτεχνολογικά βοηθήματα που συνδέονται με το δίκτυο μετασχηματίζουν

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

τον τρόπο παροχής των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης. Αυτή η τεχνολογία είναι επωφελής για τα άτομα με αναπηρίες και τους ηλικιωμένους, επιτρέποντας τους βελτιωμένα επίπεδα ανεξαρτησίας και ποιότητας ζωής με λογικό κόστος (Domingo, 2012).

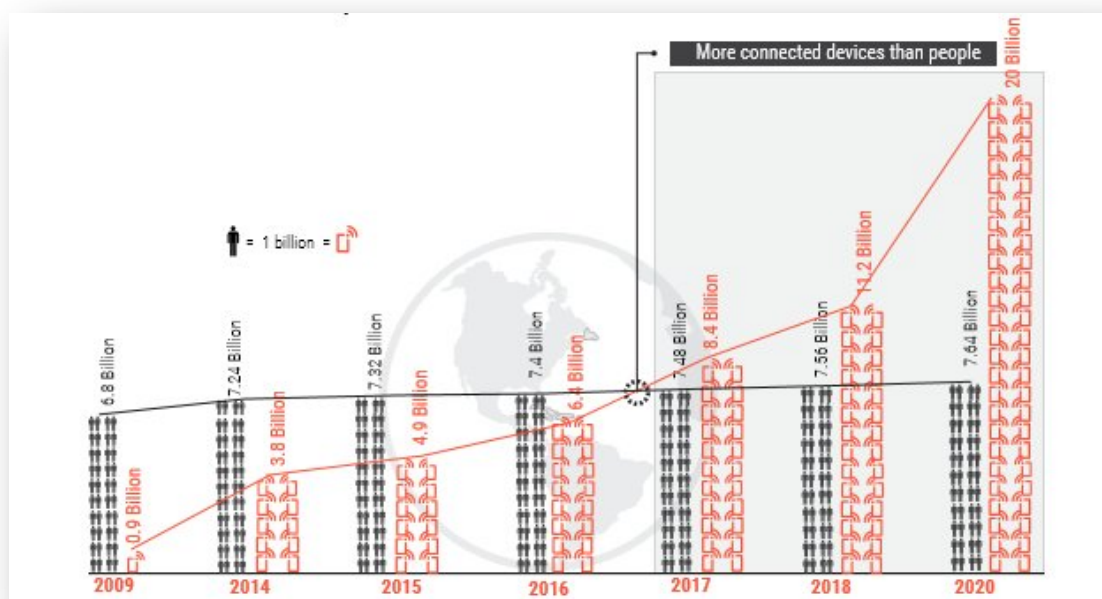
Τα συστήματα IoT όπως τα δικτυωμένα οχήματα, τα ευφυή συστήματα κυκλοφορίας και οι αισθητήρες που είναι ενσωματωμένοι σε δρόμους και γέφυρες φέρνουν πιο κοντά την ιδέα των «έξυπνων πόλεων», οι οποίες συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση της συμφόρησης και της κατανάλωσης ενέργειας. Η τεχνολογία IoT προσφέρει τη δυνατότητα μετασχηματισμού της γεωργίας, της βιομηχανίας, της παραγωγής και διανομής ενέργειας με την αύξηση της διαθεσιμότητας πληροφοριών κατά μήκος της αλυσίδας αξίας της παραγωγής με τη χρήση δικτύων αισθητήρων. Ωστόσο, το IoT δημιουργεί πολλά ζητήματα και προκλήσεις που πρέπει να εξεταστούν και να αντιμετωπιστούν προκειμένου να υλοποιηθούν τα πιθανά οφέλη.

Ορισμένες εταιρείες και ερευνητικοί οργανισμοί προσέφεραν ένα ευρύ φάσμα προβολών σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις του IoT στο Διαδίκτυο και στην οικονομία κατά τα επόμενα πέντε έως δέκα χρόνια. Η Cisco, για παράδειγμα, σχεδιάζει περισσότερα από 24 δισεκατομμύρια αντικείμενα που συνδέονται με το Internet μέχρι το 2019 (Cisco, 2015). Η Morgan Stanley, ωστόσο, σχεδιάζει 75 δισεκατομμύρια δικτυακές συσκευές μέχρι το 2020 (Danova, 2013). Η Huawei προβλέπει περίπου 100 δισεκατομμύρια συνδέσεις IoT έως το 2025 (Huawei Technologies, 2015). Το Παγκόσμιο Ινστιτούτο McKinsey δηλώνει ότι ο οικονομικός αντίκτυπος της IoT στην παγκόσμια οικονομία μπορεί να φθάσει από \$3.9 έως \$11.1 τρισεκατομμύρια μέχρι το 2025 (Manyika et al., 2015). Αν και οι προβλέψεις δεν μπορεί να είναι απόλυτα ακριβείς, ζωγραφίζουν συλλογικά μια εικόνα της σημαντικής ανάπτυξης και επιρροής του IoT.

Η IoT θα συσχετιστεί με 20 δισεκατομμύρια συσκευές ή «πράγματα» με την υπάρχουσα υποδομή Διαδικτύου έως το 2020. Οι εξελιγμένοι αισθητήρες, ενσωματωμένοι σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, επιτρέπουν ήδη τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων. Το IoT έδωσε τη δυνατότητα στο «Συνδεδεμένο Σπίτι» να γίνει πραγματικότητα και ως εκ τούτου ελαχιστοποίησε την ανθρώπινη προσπάθεια με εφευρέσεις όπως έξυπνα ψυγεία που μπορούν να προ-παραγγείλουν είδη παντοπωλείου μέσω του ηλεκτρονικού εμπορίου. Οι συσκευές -gadgets όπως το

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Amazon Echo Dot και το Google Nest αντιπροσωπεύουν μόνο την πρώτη γενιά προϊόντων IoT (GrowthEnabler, 2017).



Εικόνα 2: Ανάπτυξη συσκευών IoT σε σχέση με τον παγκόσμιο πληθυσμό (GrowthEnabler, 2017)

Ο αριθμός των συνδέσεων του Διαδικτύου θα αυξηθεί κατά 16% από 6 δισεκατομμύρια το 2015 σε 27 δισεκατομμύρια μέχρι το 2025. Οι τρεις χώρες που ανταγωνίζονται για να κατακτήσουν το παγκόσμιο μερίδιο αγοράς του IoT, το 2025 θα είναι οι ΗΠΑ (22%), ακολουθούμενη από την Κίνα (19%) και την Ιαπωνία (6%). Παρά το γεγονός ότι η διαδικτυακή πύλη έχει σημαντική ευκαιρία να κλιμακωθεί και να αποκτήσει μαζική υιοθέτηση της αγοράς, η έλλειψη δυνατοτήτων ασφάλειας δικτύων θα μπορούσε να παρεμποδίσει την ορμή. Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των συσκευών IoT και των αισθητήρων, αυξάνεται και η σημασία των δεδομένων και της ασφάλειας του δικτύου (Growth Enabler, 2017).



Εικόνα 3: Πρόβλεψη της αγοράς IoT σε παγκόσμιο επίπεδο (Growth Enabler, 2017)

Ορισμένοι παρατηρητές βλέπουν το IoT ως έναν επαναστατικό, πλήρως διασυνδεδεμένο, "έξυπνο" κόσμο προόδου, αποτελεσματικότητας και ευκαιριών, με τη δυνατότητα προσθήκης δισεκατομμυρίων σε αξία στη βιομηχανία και στην παγκόσμια οικονομία (Thierer & Castillo, 2015). Άλλοι προειδοποιούν ότι το IoT αντιπροσωπεύει έναν πιο σκοτεινό κόσμο εποπτείας, παραβιάσεων της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας, και "κλειδώματος" των καταναλωτών. Η πειρατεία των αυτοκινήτων που συνδέονται με το Διαδίκτυο, οι ανησυχίες σχετικά με την επιτήρηση μέσω της αναγνώρισης φωνής σε "έξυπνες" τηλεοράσεις και οι φόβοι για την προστασία της ιδιωτικής ζωής που απορρέουν από την ενδεχόμενη κατάχρηση των δεδομένων του IoT έχουν τραβήξει την προσοχή του κοινού (Greenberg., 2015; CBS News, 2015;Bradbury, 2015).

Από την άλλη, η κοινωνία του Διαδικτύου ενδιαφέρεται για την IoT, καθώς αντιπροσωπεύει μια αυξανόμενη πτυχή του τρόπου με τον οποίο οι άνθρωποι και τα ιδρύματα είναι πιθανό να αλληλεπιδράσουν με το Διαδίκτυο στην προσωπική, κοινωνική και οικονομική ζωή τους. Αν οι μετριοπαθείς προβλέψεις είναι σωστές, μια έκρηξη εφαρμογών διαδικτύου θα μπορούσε να παρουσιάσει μια θεμελιώδη μεταβολή στον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες ασχολούνται και επηρεάζονται από το Διαδίκτυο, δημιουργώντας νέα ζητήματα και διαφορετικές διαστάσεις των

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

υφιστάμενων προκλήσεων στις ανησυχίες των χρηστών, των καταναλωτών, της τεχνολογίας, της πολιτικής, της υγείας και του δικαίου (Bradbury, 2015). Επίσης, το IoT θα έχει ποικίλες συνέπειες σε διάφορες οικονομίες και περιφέρειες, προσφέροντας ποικίλες ευκαιρίες και προκλήσεις σε ολόκληρο τον κόσμο (Internet Society, 2015).

2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΙΟΤ

Κάποια βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων IoT όπως αναλύεται παρακατω είναι η επικοινωνία, ο έλεγχος, οι αυτοματισμοί και η εξοικονόμηση κόστους. (Lopez Research LLC, 2013):

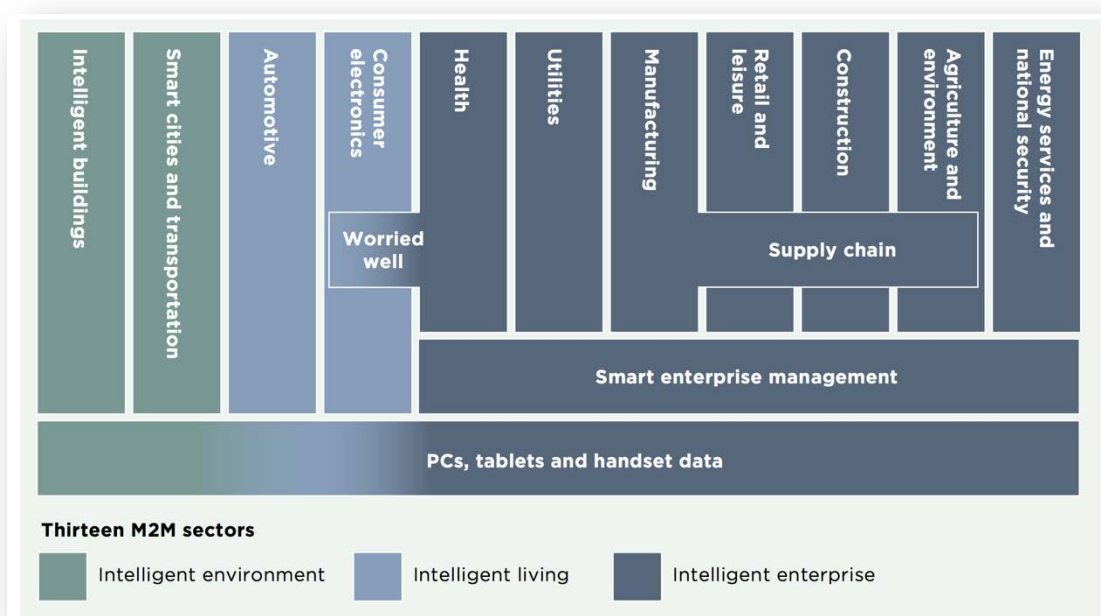
1. Επικοινωνία. Το IoT επικοινωνεί με τους ανθρώπους και τα συστήματα, όπως για την κατάσταση του εξοπλισμού (π.χ. ενεργοποιημένος ή απενεργοποιημένος, φορτισμένος, πλήρης ή άδειος) και τα δεδομένα από αισθητήρες που μπορούν να παρακολουθήσουν τα ζωτικά σήματα ενός ατόμου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, είτε δεν είχαμε πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες πριν ή είτε τις συλλέγαμε χειροκίνητα και σπάνια. Για παράδειγμα, ένα σύστημα HVAC με δυνατότητα IoT μπορεί να αναφέρει αν ο αέρας είναι καθαρός και αν λειτουργεί σωστά. Σχεδόν κάθε εταιρεία έχει μια κατηγορία περιουσιακών στοιχείων που μπορεί να εντοπίσει. Τα περιουσιακά στοιχεία με δυνατότητα GPS μπορούν να γνωστοποιήσουν την τρέχουσα θέση και κίνηση τους. Η τοποθεσία είναι σημαντική για αντικείμενα που κινούνται, όπως φορητά, αλλά είναι επίσης εφαρμόσιμη για τον εντοπισμό αντικειμένων και ατόμων μέσα σε έναν οργανισμό. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, το IoT μπορεί να βοηθήσει ένα νοσοκομείο να παρακολουθήσει τη θέση όλων των στοιχείων του, από τα αναπηρικά καροτσάκια και τους καρδιακούς απινιδωτές, έως τους χειρουργούς. Στον κλάδο των μεταφορών, μια επιχείρηση μπορεί να παρέχει παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση των πακέτων και κιβωτίων της. Για παράδειγμα, η Maersk μπορεί να χρησιμοποιήσει αισθητήρες για τον

εντοπισμό της θέσης ενός δοχείου-ψυγείου μεταφοράς και της τρέχουσας θερμοκρασίας του.

2. Έλεγχος και Αυτοματισμοί. Σε έναν συνδεδεμένο κόσμο, μια επιχείρηση έχει ορατότητα στην κατάσταση μιας συσκευής. Σε πολλές περιπτώσεις, μια επιχείρηση ή ένας καταναλωτής είναι επίσης σε θέση να ελέγχει από απόσταση μια συσκευή. Για παράδειγμα, μια επιχείρηση μπορεί να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει από απόσταση ένα συγκεκριμένο εξοπλισμό ή να ρυθμίσει τη θερμοκρασία σε ένα περιβάλλον που ελέγχεται από το κλίμα. Εν τω μεταξύ, ένας καταναλωτής μπορεί να χρησιμοποιήσει το IoT για να ξεκλειδώσει το αυτοκίνητό του ή να ξεκινήσει το πλυντήριο. Μόλις δημιουργηθεί μια βασική γραμμή απόδοσης, μια διαδικασία μπορεί να στείλει προειδοποιήσεις για ανωμαλίες και ενδεχομένως να δώσει μια αυτοματοποιημένη απάντηση. Για παράδειγμα, αν τα τακάκια των φρένων σε ένα φορτηγό πρόκειται να φθαρούν, μπορεί να ζητήσει από την εταιρεία να βγάλει το όχημα εκτός λειτουργίας και να προγραμματίσει αυτόματα τη συντήρησή τους.
3. Εξοικονόμηση κόστους. Πολλές εταιρείες υιοθετούν το IoT για να εξοικονομήσουν χρήματα. Η μέτρηση παρέχει πραγματικά δεδομένα απόδοσης και λειτουργίας του εξοπλισμού, αντί για απλές εκτιμήσεις. Οι επιχειρήσεις, ιδιαίτερα οι βιομηχανικές εταιρείες, χάνουν χρήματα όταν χαλάει ο εξοπλισμός τους. Με τις νέες πληροφορίες αισθητήρων, το IoT μπορεί να βοηθήσει μια επιχείρηση να εξοικονομήσει χρήματα ελαχιστοποιώντας την αποτυχία του εξοπλισμού και επιτρέποντας στην επιχείρηση να πραγματοποιήσει μια προγραμματισμένη συντήρηση. Οι αισθητήρες μπορούν επίσης να μετρήσουν στοιχεία, όπως η συμπεριφορά οδήγησης και η ταχύτητα, να μειώσουν τις δαπάνες καυσίμων και τη φθορά των αναλωσίμων. Οι νέοι έξυπνοι μετρητές σε σπίτια και επιχειρήσεις μπορούν επίσης να παρέχουν δεδομένα που βοηθούν τους ανθρώπους να γνωρίζουν την κατανάλωση ενέργειας και τις ευκαιρίες εξοικονόμησης κόστους.

2.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Καθώς εξελίσσεται το IoT, ο πολλαπλασιασμός των έξυπνων συνδεδεμένων συσκευών που υποστηρίζονται από κινητά δίκτυα παρέχοντας διαδεδομένη και απρόσκοπτη διασύνδεση θα ανοίξει ευκαιρίες για την παροχή υπηρεσιών βελτίωσης της ζωής για τους καταναλωτές, ενώ παράλληλα θα ενισχύσει την παραγωγικότητα για τις επιχειρήσεις. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, δεκατρείς βιομηχανικοί τομείς είναι πιθανό να παρουσιάσουν σημαντική υιοθέτηση των υπηρεσιών IoT (GSMA, 2014).



Εικόνα 4: Βασικές κατηγορίες IoT σε διάφορες βιομηχανίες (GSMA, 2014)

2.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΟΤ

Το ΙοΤ υπόσχεται πολλές εφαρμογές στην ανθρώπινη ζωή, καθιστώντας τη ζωή πιο εύκολη, πιο ασφαλή και πιο έξυπνη. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές όπως

- οι Έξυπνες πόλεις.
- τα Έξυπνα κτίρια,
- η Έξυπνη ενέργεια και το έξυπνο δίκτυο,
- η Έξυπνη υγεία,
- οι Έξυπνες μεταφορές και κινητικότητα.
- το Έξυπνο Εργοστάσιο και η Έξυπνη Βιομηχανία,
- το Έξυπνο περιβάλλον.

Παρακάτω θα γίνει ανάλυση των παραπάνω όρων.

2.5.1 Έξυπνες πόλεις

Πολλές μεγάλες πόλεις υποστηρίχθηκαν από έξυπνα έργα, όπως η Σεούλ, η Νέα Υόρκη, το Τόκιο, η Σαγκάη, η Σιγκαπούρη. Οι έξυπνες πόλεις μπορούν ακόμα να θεωρηθούν οι πόλεις του μέλλοντος. Σήμερα, με την αύξηση του ρυθμού καινοτομίας της δημιουργίας έξυπνων πόλεων, θα καταστεί πολύ εφικτό να εισέλθει η τεχνολογία του ΙοΤ στην ανάπτυξη τους³. Οι απαιτήσεις των έξυπνων πόλεων απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό σε όλα τα στάδια και τη στήριξη των κυβερνήσεων και των πολιτών για την ενσωμάτωση του ΙοΤ σε κάθε πτυχή. Με το ΙοΤ, οι πόλεις μπορούν να βελτιωθούν σε πολλά επίπεδα, μέσω της βελτίωσης των υποδομών, της ενίσχυσης των δημόσιων μέσων συγκοινωνίας, της μείωσης της κυκλοφοριακής συμφόρησης και της διατήρησης των πολιτών σε συνθήκες ασφάλειας, υγείας και ενεργητικότητας όσον αφορά την κοινότητα (Nuaimi et al., 2015). Επιτυγχάνοντας τη σύνδεση όλων των συστημάτων στις πόλεις, όπως το σύστημα μεταφορών, το σύστημα υγείας, τα

³<https://www.thingworx.com/ecosystem/markets/smart-connected-systems/smart-cities/>

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

συστήματα παρακολούθησης καιρού κλπ, αρχικά τα άτομα μπορούν να λάβουν υποστήριξη μέσω του Διαδικτύου σε κάθε σημείο ώστε να έχουν πρόσβαση στην βάση δεδομένων των αεροδρομίων, των σιδηροδρόμων, και έπειτα οι πόλεις γίνονται πιο έξυπνες μέσω του IoT (Murray et al.,2011).



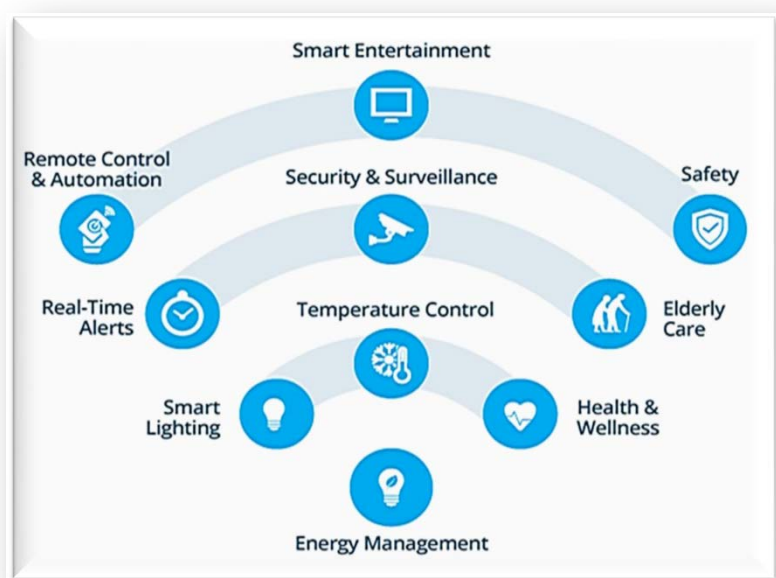
Εικόνα 5: Έξυπνες πόλεις (Mohammed & Ahmed, 2017)

2.5.2 Έξυπνα κτίρια

Οι τεχνολογίες Wi-Fi στον οικιακό αυτοματισμό έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως λόγω της δικτυωμένης φύσης των ηλεκτρονικών εφαρμογών, όπου οι ηλεκτρονικές συσκευές όπως οι τηλεοράσεις, οι κινητές συσκευές κ.λπ. συνήθως υποστηρίζονται από το Wi-Fi (Farheen et al., 2015). Το Wi-Fi έχει αρχίσει να γίνεται μέρος του οικιακού δικτύου IP λόγω του αυξανόμενου ρυθμού υιοθέτησης φορητών υπολογιστικών συσκευών όπως τα έξυπνα τηλέφωνα, τα tablet κ.λπ. Για παράδειγμα, η δικτύωση για την παροχή υπηρεσιών ροής μέσω διαδικτύου ή δικτύου σε σπίτια, μπορεί να αποτελέσει μέσο για έλεγχο της λειτουργίας της συσκευής μέσω του δικτύου. Ταυτόχρονα, οι κινητές συσκευές εξασφαλίζουν ότι οι καταναλωτές έχουν πρόσβαση σε έναν φορητό «ελεγκτή» για τις ηλεκτρονικές συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο. Και οι δύο τύποι συσκευών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πύλες για εφαρμογές IoT. Πολλές εταιρείες σκέφτονται να αναπτύξουν πλατφόρμες που ενσωματώνουν τον αυτοματισμό των κτιρίων με τη ψυχαγωγία, την παρακολούθηση της υγειονομικής περιθάλψης, την παρακολούθηση της ενέργειας και την παρακολούθηση των ασύρματων αισθητήρων στο περιβάλλον του σπιτιού και του κτιρίου (Suhonen, 2013). Υπό την έννοια του IoT, τα σπίτια και τα κτίρια

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

μπορούν να λειτουργούν πολλές έξυπνες συσκευές και αντικείμενα, αλλά οι πιο ενδιαφέρουσες εφαρμογή του είναι ο έξυπνος φωτισμός, το έξυπνο περιβάλλον και τα μέσα ενημέρωσης, και ο έλεγχος του αέρα και της κεντρικής θέρμανσης.



Εικόνα 6: Εφαρμογές σε έξυπνα κτίρια (Mohammed & Ahmed, 2017)

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless sensor networks ή WSNs) με ενσωμάτωση στην τεχνολογία του IoT θα παρέχουν μια έξυπνη διαχείριση ενέργειας σε κτίρια, και φυσικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Το Διαδίκτυο μαζί με τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας προσφέρουν επίσης την ευκαιρία πρόσβασης σε συστήματα πληροφοριών και ελέγχου των κτιρίων από φορητό υπολογιστή ή smartphone οπουδήποτε στον κόσμο (Sajja et al., 2016). Το μελλοντικό IoT θα παρέχει ένα ευφύες σύστημα διαχείρισης κτιρίων το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως μέρος ενός πολύ ευρύτερου συστήματος πληροφοριών που χρησιμοποιείται από διευθυντές εγκαταστάσεων σε κτίρια για τη διαχείριση της χρήσης και της προμήθειας ενέργειας και για τη διατήρηση των συστημάτων κτιρίων (Mendes et al., 2015; Lobaccaro et al., 2016).

2.5.3 Έξυπνη ενέργεια και έξυπνο δίκτυο

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Ένα έξυπνο δίκτυο σχετίζεται με την πληροφόρηση και τον έλεγχο και έχει αναπτυχθεί ώστε να διαθέτει έξυπνη διαχείριση της ενέργειας. Ένα έξυπνο δίκτυο που ενσωματώνει τις τεχνολογίες της πληροφορικής και των επικοινωνιών (ΤΠΕ) στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας θα επιτρέψει μια αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ προμηθευτών και καταναλωτών, δημιουργώντας μια πιο δυναμική αλληλεπίδραση στη ροή ενέργειας, η οποία θα συμβάλει στην αποδοτικότερη και πιο βιώσιμη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας⁴. Τα βασικά στοιχεία των ΤΠΕ θα περιλαμβάνουν τις τεχνολογίες ανίχνευσης και παρακολούθησης για ροές ισχύος, την υποδομή ψηφιακών επικοινωνιών για τη μετάδοση δεδομένων μέσω του δικτύου, τους έξυπνους μετρητές με ενσωματωμένη οθόνη για την ενημέρωση σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, το συντονισμό, έλεγχο και αυτοματοποίηση για τη συγκέντρωση και επεξεργασία διαφόρων δεδομένων και τη δημιουργία ενός ιδιαίτερα διαδραστικού και ευαίσθητου ηλεκτρισμού (Rashed Mohassel et al., 2014).



Εικόνα 7: Εφαρμογές έξυπνου δικτύου (Mohammed & Ahmed, 2017)

Πολλές εφαρμογές μπορούν να επιτευχθούν λόγω του IoT για τα έξυπνα δίκτυα, όπως η βιομηχανική, η ηλιακή ενέργεια, η πυρηνική ενέργεια, τα οχήματα, τα νοσοκομεία

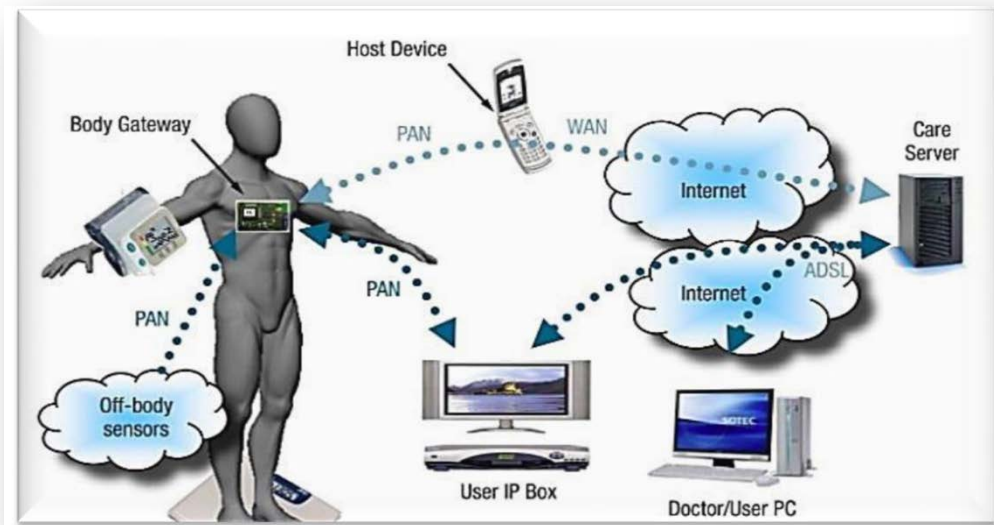
⁴https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/321852/Policy_Factsheet_-_Smart_Grid_Final__BCG_.pdf

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

και οι έλεγχοι ισχύος των πόλεων. Το δίκτυο σήμερα είναι πολύ αξιόπιστο και μπορεί να αντιμετωπίσει τις φυσιολογικές διακυμάνσεις της ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος είναι το δίκτυο να προχωρήσει προς την κατεύθυνση της χρήσης ενός ενεργειακού συστήματος χαμηλών εκπομπών άνθρακα, την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των πράσινων τεχνολογιών και να προσφέρει πολλά οφέλη στους πελάτες για εξοικονόμηση κόστους μέσω της αποδοτικής χρήσης ενέργειας στο σπίτι (Miceli, 2013).

2.5.4 Έξυπνη υγεία

Η ιδιαίτερη προσοχή που απαιτείται σε νοσηλεύμενους ασθενείς των οποίων η φυσιολογική κατάσταση πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς μπορεί να γίνει συνεχώς με τη χρήση τεχνολογιών παρακολούθησης IoT. Οι έξυπνοι αισθητήρες υγείας συλλέγουν περιεκτικές φυσιολογικές πληροφορίες, χρησιμοποιούν τις πύλες και το cloud για να τις αναλύουν και να τις αποθηκεύουν και στη συνέχεια στέλνουν ασύρματα τα δεδομένα που έχουν αναλυθεί στους φροντιστές για περαιτέρω ανάλυση και ανασκόπηση (Niewolny, 2013). Η τεχνολογία IoT μπορεί να αντικαταστήσει έναν επαγγελματία υγείας που πρέπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα να ελέγχει τα ζωτικά σημεία του ασθενούς, αντί να παρέχει μια συνεχή αυτοματοποιημένη ροή πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο, βελτιώνεται ταυτόχρονα η ποιότητα της φροντίδας και μειώνεται το κόστος της περίθαλψης μέσω της μείωσης του κόστους των παραδοσιακών τρόπων φροντίδας καθώς και της συλλογής και ανάλυσης δεδομένων (Champerlin, 2016).



Εικόνα 8: Η έξυπνη έννοια της περίθαλψης (Mohammed & Ahmed, 2017)

Παγκοσμίως, πολλοί άνθρωποι υποφέρουν από προβλήματα υγείας επειδή δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε αποτελεσματική παρακολούθηση. Οι μικρές, ισχυρές ασύρματες λύσεις που συνδέονται μέσω του IoT παρέχουν τη δυνατότητα για παρακολούθηση αυτών των ασθενών. Αυτές οι λύσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ασφαλή λήψη δεδομένων υγείας από διάφορους αισθητήρες, την εφαρμογή σύνθετων αλγορίθμων για την ανάλυση των δεδομένων και στη συνέχεια την κοινοποίησή τους μέσω ασύρματης σύνδεσης σε επαγγελματίες υγείας ώστε να κάνουν τις κατάλληλες συστάσεις για την υγεία τους (Mohammed & Ahmed, 2017).

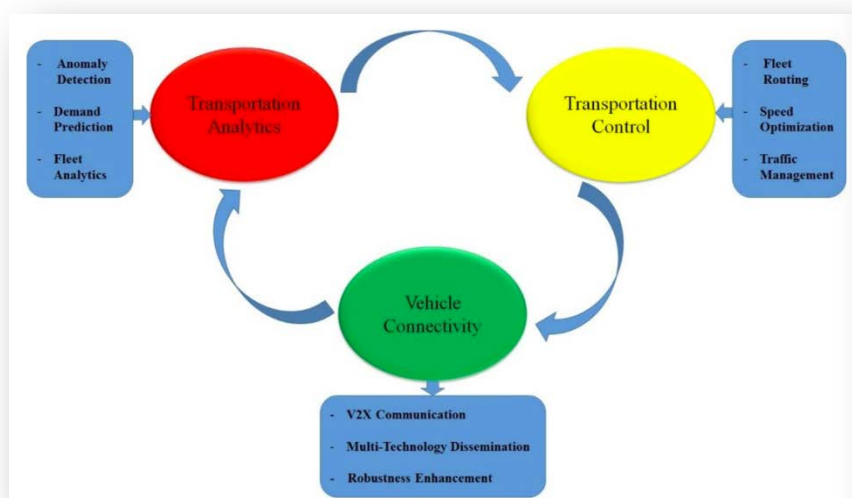
2.5.5 Έξυπνες μεταφορές και κινητικότητα

Η εξέλιξη των μεταφορών είναι ένας από τους παράγοντες που δείχνουν την ευημερία μιας χώρας. Μια εφαρμογή παρακολούθησης και προειδοποίησης σχετικά με την οδική κατάσταση είναι μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές μετασχηματισμού του Διαδικτύου (Mirzabeiki, 2010). Η βασική ιδέα της έννοιας της έξυπνης μεταφοράς και της κινητικότητας είναι η εφαρμογή των αρχών της συλλογής πηγών και της συμμετοχικής ανίχνευσης. Η διαδικασία άρχισε με τον χρήστη να προσδιορίζει τις επιθυμίες της διαδρομής και να σημειώνει ορισμένα σημεία ως ανωμαλία στην εφαρμογή του έξυπνου τηλεφώνου (Talasila et al., n.d). Η έξυπνη μεταφορά ασχολείται με τρεις βασικές αντιλήψεις:

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

- τις αναλυτικές μεταφορές,
- τον έλεγχο των μεταφορών και
- τη συνδεσιμότητα των οχημάτων.

Η έξυπνη μεταφορά αντιπροσωπεύει την ανάλυση της πρόβλεψης της ζήτησης και της ανίχνευσης ανωμαλιών. Η δρομολόγηση των οχημάτων και ο έλεγχος της ταχύτητας εκτός από τη διαχείριση της κυκλοφορίας είναι όλοι γνωστοί ως έλεγχοι μεταφοράς, οι οποίοι σχετίζονται στενά με τον τρόπο σύνδεσης των οχημάτων (επικοινωνία V2X) και συνολικά διέπονται από τη διάδοση πολλαπλών τεχνολογιών.



Εικόνα 9: Έξυπνες πτυχές των μεταφορών (Mohammed & Ahmed, 2017)

Το IoT που μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στη μεταφορά είναι τα ηλεκτρικά οχήματα, που αποτελούν ένα σημαντικό μέσο για τη μείωση τόσο του κόστους καυσίμων όσο και των επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η κυβέρνηση σε πολλές χώρες έχει υποστηρίξει έρευνες σε συστήματα για την παρακολούθηση της απόδοσης της μπαταρίας ιόντων λιθίου (Li-ion) σε ένα ηλεκτρικό όχημα. Το σύστημα που παρουσιάστηκε σχεδιάστηκε για να ανιχνεύει τις λειτουργίες της μπαταρίας Li-ion σε ρεαλιστικές οδηγητικές συνθήκες, ώστε ο οδηγός να γνωρίζει την κατάσταση της διαδρομής. Αυτή η λύση ενσωματώθηκε με πολλές βασικές λειτουργίες, όπως η δοκιμή δυναμικής απόδοσης της μπαταρίας Li-ion και η απομακρυσμένη

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

παρακολούθηση των σφαλμάτων on-line και η διόρθωση τους, που θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά το κόστος συντήρησης (Chatzimilioudis et al., 2011).

2.5.6 Έξυπνο Εργοστάσιο και Έξυπνη Βιομηχανία

Το έξυπνο εργοστάσιο πρόσθεσε νέες αξίες στην κατασκευή ενσωματώνοντας την τεχνητή νοημοσύνη, την εκμάθηση των μηχανών, την αυτοματοποίηση της εργασίας και την επικοινωνία M2M με τη διαδικασία κατασκευής. Το έξυπνο εργοστάσιο θα αλλάξει θεμελιωδώς τον τρόπο με τον οποίο τα προϊόντα εφευρίσκονται, κατασκευάζονται και αποστέλλονται. Ταυτόχρονα θα βελτιώσει την ασφάλεια των εργαζομένων και θα προστατεύσει το περιβάλλον, επιτρέποντας χαμηλές εκπομπές και χαμηλό ποσοστό ατυχημάτων. Αυτές οι εξελίξεις στον τρόπο που επικοινωνούν τα μηχανήματα και άλλα αντικείμενα και ο τρόπος με τον οποίο η διαδικασία λήψης αποφάσεων μετακινείται από τον άνθρωπο σε τεχνικά συστήματα σημαίνει ότι η κατασκευή γίνεται πιο «έξυπνη». Οι νέες τεχνολογίες όπως η αυτοματοποίηση, η ρομποτική και η αυτόνομη κινητικότητα αποτελούν ένα μέσο έξυπνης κατασκευής. Ταυτόχρονα, οι επικοινωνίες M2M που ενεργοποιούνται από το "βιομηχανικό" IoT παρέχουν μια πλήρη έννοια του έξυπνου εργοστασίου και της έξυπνης κατασκευής, μέσω της έννοιας των Μεγάλων Δεδομένων, δηλαδή των αναλυτικών δυνατοτήτων που προσφέρονται από τον όγκο και την ποικιλία των δεδομένων που παράγονται από μια δικτυωμένη οικονομία για τη βελτιστοποίηση των βιομηχανικών διαδικασιών με μικρότερο χρόνο διακοπής της συντήρησης, λιγότερες διακοπές και πολύ μειωμένη κατανάλωση ενέργειας (Benioff, 2015).



Εικόνα 10: Έξυπνο εργοστάσιο (Βιομηχανία 4^{ης} γενιάς) (Mohammed & Ahmed, 2017)

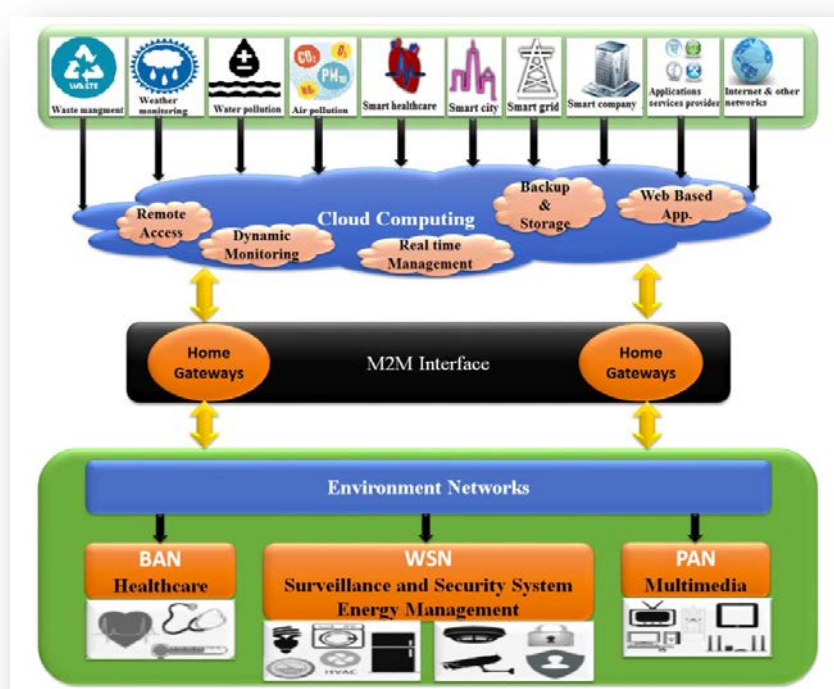
Οι βιομηχανίες και η κατασκευαστική επανάσταση έγιναν μία από τις πλέον ανεπτυγμένες τεχνολογίες μετά από πολλές γενιές στις μέρες μας. Η πρώτη γενιά αφορούσε τα μηχανικά μέρη των μηχανών, το νερό και τη ροή ενέργειας και η δεύτερη τη μαζική παραγωγή, τις γραμμές συναρμολόγησης και την ηλεκτρική ενέργεια. Στα τέλη του περασμένου αιώνα, οι βιομηχανίες λειτουργούσαν υπό τον έλεγχο των υπολογιστών και του αυτοματισμού, οι οποίες αναγνωρίζονταν ως βιομηχανίες τρίτης γενιάς (Mohammed & Ahmed, 2017).

Η έξυπνη βιομηχανία ως μια τέταρτη γενιά γνωστή ως βιομηχανία 4.0 βασίζεται σε κυψελικά φυσικά συστήματα που μπορούν να συνδεθούν με το Διαδίκτυο. Η φιλοσοφία του κλάδου 4.0 με το IoT μπορεί να επιτύχει μεγάλες προσδοκίες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων των βιομηχανιών σε πολλές πτυχές. Με την εισαγωγή της πρωτοβουλίας στρατηγικής 2020 για την τεχνολογία υψηλής τεχνολογίας η πολιτική έρευνας και καινοτομίας μιας χώρας εστιάζεται σε επιλεγμένα έργα που συσχετίζονται με επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις (Mohammed & Ahmed, 2017).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

2.5.7 Έξυπνο περιβάλλον

Το περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη ζωή. Οι άνθρωποι, τα ζώα, τα πουλιά, τα ψάρια και τα φυτά μπορεί να επηρεαστούν από ένα ανθυγιεινό περιβάλλον. Υπήρξαν πολλές έρευνες που έχουν καταβληθεί για την επίλυση των προβλημάτων της ρύπανσης του περιβάλλοντος και των αποβλήτων (Djajadi, 2016). Η δημιουργία ενός υγιούς περιβάλλοντος δεν είναι εύκολη λόγω των βιομηχανικών και μεταφορικών αποβλήτων, και των ανεύθυνων ανθρώπινων δραστηριοτήτων που καταστρέφουν το περιβάλλον (Bhattacharjee & Bera, 2014).



Εικόνα 11: Έξυπνο περιβάλλον βασισμένο στο IoT (Mohammed & Ahmed, 2017)

Η παρακολούθηση και η διαχείριση του περιβάλλοντος χρειάζεται έξυπνους τρόπους και νέες τεχνολογίες. Η παρακολούθηση του περιβάλλοντος είναι σημαντική προκειμένου να εκτιμηθεί η τρέχουσα κατάσταση του ώστε να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις για τη ζωή σύμφωνα με τα συλλεχθέντα δεδομένα από τα συστήματα παρακολούθησης και η διαχείριση του περιβάλλοντος είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική κατανάλωση και χρήση των πόρων και τη μείωση των αποβλήτων των εργοστασίων και των οχημάτων. Τόσο η παρακολούθηση όσο και η διαχείριση

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

των αποβλήτων παρέχουν μεγάλη ποσότητα δεδομένων για την επιβολή ενός υγειονομικού προτύπου από τις κυβερνήσεις ή τους οργανισμούς περιβάλλοντος για την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος και για τη μείωση ή την αποφυγή φυσικών καταστροφών (Jianget et al., 2009).

Το έξυπνο περιβάλλον είναι μια σημαντική τεχνολογία στην καθημερινή μας ζωή, η οποία προσφέρει πολλές εγκαταστάσεις και λύσεις για πολλές περιβαλλοντικές εφαρμογές όπως η ρύπανση του νερού και της ατμόσφαιρας, η παρακολούθηση του καιρού και της ακτινοβολίας, η διαχείριση των αποβλήτων, οι φυσικές καταστροφές και πολλούς άλλους περιβαλλοντικούς δείκτες. Η ενσωμάτωση συσκευών έξυπνου περιβάλλοντος με την τεχνολογία IoT αναπτύσσεται για την ανίχνευση και την παρακολούθηση «αντικειμένων περιβάλλοντος», τα οποία παρέχουν δυνητικά οφέλη για την επίτευξη ενός πράσινου κόσμου και μιας βιώσιμης ζωής (Dlodlo, 2012).

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές του IoT στο περιβάλλον και μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες (Delphine et al., 2009):

- ✓ τη διαχείριση των περιβαλλοντικών πόρων και
- ✓ τη διαχείριση της ποιότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Η διαχείριση των πόρων αφορά όλους τους φυσικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων των ζώων, των πλανητών και των δασών, των πτηνών και των ψαριών, του άνθρακα, του πετρελαίου, της γης, του γλυκού νερού, του αέρα και των βαρέων μετάλλων, συμπεριλαμβανομένου του χρυσού, του χαλκού και του σιδήρου. Όλοι αυτοί οι πόροι ενδέχεται να μειωθούν σημαντικά ή να επηρεαστούν από διάφορους παράγοντες, όπως η ρύπανση, τα απόβλητα και η κατάχρηση. Το διαδίκτυο μπορεί να προσφέρει έναν αποτελεσματικό τρόπο επικοινωνίας μεταξύ καθενός από αυτούς τους αισθητήρες πόρων με κέντρα έρευνας και παρακολούθησης που θα μπορούν λάβουν τις κατάλληλες αποφάσεις για την κατανάλωση αυτών των πηγών. Οι ανανεώσιμοι πόροι περιλαμβάνουν το ηλιακό φως και τον άνεμο μπορούν επίσης να διαχειριστούν.

Η τεχνολογία του IoT είναι σε θέση να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται την ποιότητα του αέρα με τη συλλογή δεδομένων από αισθητήρες τηλεχειρισμού σε όλη την πόλη και την παροχή γεωγραφικής κάλυψης συνεχώς για να επιτευχθεί ένας τρόπος καλύτερης διαχείρισης της αστικής κυκλοφορίας στις μεγάλες πόλεις. Το IoT μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των επιπέδων ρύπανσης στο νερό

προκειμένου να παρθούν οι αποφάσεις σχετικά με μείωση της ρύπανσής του. Η διαχείριση των αποβλήτων είναι επίσης ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα⁵. Οι διάφοροι τύποι χημικών αποβλήτων μπορούν να μολύνουν το περιβάλλον και να απειλούν τη ζωή με διάφορους τρόπους επιδρώντας στο έδαφος, στα ζώα, και στα φυτά και επιπλέον στον αέρα και το νερό. Το IoT παρέχει ένα μέσο προστασίας του περιβάλλοντος μέσω του ελέγχου της βιομηχανικής ρύπανσης από συστήματα παρακολούθησης και διαχείρισης σε πραγματικό χρόνο, ενσωματωμένα σε δίκτυα εποπτείας και λήψης αποφάσεων για τη μείωση των αποβλήτων και τη βελτίωση του περιβάλλοντος (Susmitha & Sowmyabala, 2014).

Άλλη περιβαλλοντική πτυχή είναι η πρόγνωση και η παρακολούθηση του καιρού. Το IoT μπορεί να παρέχει υψηλή ανάλυση και ακρίβεια για τη παρακολούθηση καιρού με την ανταλλαγή δεδομένων και την ανταλλαγή πληροφοριών. Επιτρέπει στα συστήματα καιρού να συλλέγουν δεδομένα για την θερμοκρασία του αέρα, τη βαρομετρική πίεση, την ορατότητα ή το φως, την κίνηση και άλλα από διάφορα οχήματα στο δρόμο και να επικοινωνούν ασύρματα με τους μετεωρολογικούς σταθμούς (Ashish, 2016).

Η ακτινοβολία που παράγεται από πυρηνικούς σταθμούς και ορισμένες βιομηχανίες επηρέασε αρνητικά την ασφάλεια της περιβαλλοντικής και της ανθρώπινης υγείας, καθώς και της ζωικής και γεωργικής παραγωγικότητας (Curioni et al., 2017). Για τις πυρηνικές ακτινοβολίες, το δίκτυο αισθητήρων ελέγχου IoT είναι σε θέση να παρακολουθεί συνεχώς τα επίπεδα ακτινοβολίας γύρω από τις πυρηνικές εγκαταστάσεις για την ανίχνευση διαρροών και την πρόληψη της διάδοσης αυτών (Dragusin et al., 2014). Το δίκτυο αισθητήρων σχηματίζεται από την ασύρματη σύνδεση δεκάδων αισθητήρων σε περιοχές γύρω από πυρηνικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής κοντά σε πόλεις (IAEA, 2005),.

Μια φυσική καταστροφή είναι ένα σημαντικό φαινόμενο που προκύπτει από φυσικές διεργασίες, όπως οι πλημμύρες, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, οι σεισμοί, οι τυφώνες, οι πυρκαγιές, οι χιονοθύελλες και άλλες γεωλογικές διαδικασίες. Το Διαδίκτυο μπορεί να αποφύγει ή να μειώσει την επίδραση ενός μεγάλου αριθμού φυσικών καταστροφών που επηρεάζουν πολλές πτυχές της ζωής μέσω της διανομής ενός αριθμού συστημάτων αισθητήρων για πολλούς τύπους φυσικών καταστροφών και τη

⁵ <http://auskogroup.com/how-iot-is-changing-the-waste-industry>

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

σύνδεση αυτών των συστημάτων με σταθμούς έρευνας και διάσωσης, όπως νοσοκομεία και αστυνομικούς σταθμούς (UNDP/ ECHO, 2010)

Το Διαδίκτυο μπορεί να παρέχει ένα μέσο έξυπνης γεωργίας που θα προσφέρει μεγάλες δυνατότητες εξοικονόμησης πόρων. Χρησιμοποιώντας δίκτυα αισθητήρων και βάσεις επιστημονικών ερευνών, η καλλιέργεια φυτών και άλλων γεωργικών παραγώγων, όπως λαχανικά και φρούτα, θα παρακολουθούνται με βάση τη διαχείριση πολλών πόρων όπως ο καιρός, το νερό και το φως του ήλιου. Επιπλέον, το IoT για περιβαλλοντική παρακολούθηση μπορεί να βοηθήσει στην μέτρηση των εκπομπών από τα εργοστάσια να ανιχνεύσει δασικές πυρκαγιές ή να βοηθήσει τη γεωργία (Mohammed a & Ahmed b, 2017).

3 ΙΟΤ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΥΓΕΙΑΣ

3.1 ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Σήμερα, μια πολλά υποσχόμενη τάση στην υγειονομική περίθαλψη είναι η μετακίνηση των συνήθων ιατρικών ελέγχων και άλλων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης από το νοσοκομείο στο σπίτι (Islam et al., 2015). Με τον τρόπο αυτό, ο ασθενής λαμβάνει πιο εύκολα φροντίδα υγείας, ειδικά σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, τα νοσοκομεία μπορούν να μειώσουν το φόρτο τους μεταβάλλοντας τις πιθανά εύκολες εργασίες στο περιβάλλον του σπιτιού. Ακόμη, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι η μείωση των δαπανών. Οι ασθενείς μπορούν να αποφύγουν τις χρεώσεις του νοσοκομείου κάθε φορά που επισκέπτονται ένα γιατρό. Ως εκ τούτου, επείγει στο εγγύς μέλλον η εφαρμογή μιας τεχνολογίας στον κλάδο της υγείας ώστε να αναπτυχθούν προηγμένες τεχνικές και τεχνολογίες υγειονομικής περίθαλψης και να χρησιμοποιηθούν για την εύκολη παρακολούθηση των ασθενών από οπουδήποτε. Η παρακολούθηση των ασθενών περιλαμβάνει τον έλεγχο των φυσικών συνθηκών του ασθενούς και των λεπτομερειών του φαρμάκου (Garchup et al., 2016).

Το ΙοΤ, όπως είδαμε, είναι το δίκτυο φυσικών αντικειμένων- συσκευών, οχημάτων, κτιρίων και άλλων αντικειμένων που ενσωματώνουν ηλεκτρονικά, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα δικτύου - που επιτρέπει σε αυτά τα αντικείμενα να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Το ΙοΤ επιτρέπει στα αντικείμενα να εντοπίζονται και να ελέγχονται εξ αποστάσεως σε μια υπάρχουσα υποδομή δικτύου (Islam et al., 2015) δημιουργώντας ευκαιρίες για πιο άμεση ενσωμάτωση του φυσικού κόσμου σε συστήματα που βασίζονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές οδηγώντας σε βελτιωμένη αποτελεσματικότητα, ακρίβεια και οικονομικό όφελος. Όταν το ΙοΤ συμπληρώνεται με αισθητήρες και ενεργοποιητές, κάθε αντικείμενο γίνεται μοναδικά αναγνωρίσιμο μέσω του ενσωματωμένου συστήματος πληροφορικής του, αλλά είναι σε θέση επίσης να διαλειτουργεί μέσα στην υπάρχουσα υποδομή του Διαδικτύου (Garchup et al., 2016).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης που σχετίζονται με το Διαδίκτυο σήμερα βασίζονται στον ουσιαστικό ορισμό του Διαδικτύου ως ένα δίκτυο συσκευών που συνδέονται άμεσα μεταξύ τους για να συλλαμβάνουν και να μοιράζονται ζωτικά δεδομένα μέσω ενός ασφαλές στρώματος υπηρεσιών (SSL) που συνδέεται με ένα κεντρικό διακομιστή εντολών και ελέγχου στο cloud. Συνολικά, η εμφάνιση του IoT, στο οποίο οι συσκευές συνδέονται άμεσα με δεδομένα και μεταξύ τους, είναι σημαντική για δύο λόγους (Niewolny, 2013):

1. Οι πρόοδοι στην τεχνολογία αισθητήρων και συνδεσιμότητας επιτρέπει στις συσκευές να συλλέγουν, να καταγράφουν και να αναλύουν δεδομένα που δεν ήταν προσιτά πριν. Στην υγειονομική περίθαλψη, αυτό σημαίνει ότι είμαστε σε θέση να συλλέγουμε δεδομένα ασθενών με την πάροδο του χρόνου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν στην προληπτική φροντίδα, να επιτρέψουν την έγκαιρη διάγνωση οξείων επιπλοκών και να βοηθήσουν στην κατανόηση πώς μια θεραπεία (συνήθως φαρμακολογική) βοηθά στη βελτίωση των παραμέτρων του ασθενούς.
2. Η ικανότητα των συσκευών να συλλέγουν δεδομένα από μόνα τους καταργεί τους περιορισμούς των δεδομένων που εισάγονται από τον άνθρωπο. Πλέον τα δεδομένα εισάγονται αυτόματα ώστε οι γιατροί να τα έχουν τη στιγμή και με τον τρόπο που τα χρειάζονται. Ο αυτοματισμός μειώνει τον κίνδυνο σφάλματος. Λιγότερα λάθη μπορεί να σημαίνουν αυξημένη απόδοση, χαμηλότερο κόστος και βελτιώσεις στην ποιότητα σχεδόν σε οποιαδήποτε βιομηχανία. Είναι όμως ιδιαίτερο ενδιαφέρον / ανάγκη στην υγειονομική περίθαλψη, όπου το ανθρώπινο λάθος μπορεί κυριολεκτικά να προκαλέσει τη διαφορά μεταξύ ζωής και θανάτου.

Οι ειδικοί εκτιμούν ότι το IoT θα αποτελείται από σχεδόν 50 δισεκατομμύρια αντικείμενα μέχρι το 2020. Με τη χρήση του IoT, οι ενσωματωμένοι αισθητήρες που μπορούν να φορεθούν αποκτούν περισσότερες σαφείς λεπτομέρειες. Γενικότερα, η ενσωμάτωση διαφορετικών τεχνολογιών στην κατάλληλη στιγμή θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια δραστική αλλαγή σε οποιοδήποτε τομέα και ειδικά στον τομέα της ιατρικής (Garchup et al., 2016).

3.2 ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Μέσα στα επόμενα δέκα χρόνια, το ήμισυ της φροντίδας θα παραδοθεί ουσιαστικά στους παρόχους που θα πληρώνονται με βάση την ομαδική εργασία και την ποιότητά τους. Αναμένουμε την παρακολούθηση και διάγνωση 24 ώρες το 24ωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα μέσα από τηλέφωνα, φορητές συσκευές και ακόμη και εμφυτεύσιμα με δραματική ανάπτυξη των τεχνολογιών ανίχνευσης από το νοσοκομείο έως το σπίτι. Η ενσωμάτωση των δεδομένων των συσκευών (νοσηλεύομενων και εξωτερικών ασθενών) σε ιατρικά αρχεία θα αποτελέσει σημαντική ώθηση για το προσεχές μέλλον. Σε μεγάλο βαθμό λόγω της εκτεταμένης σπατάλης στην παροχή υπηρεσιών και της ανάγκης για μοντέλα εικονικής φροντίδας, ο McKinsey προβλέπει ότι το 40% των παγκόσμιων οικονομικών επιπτώσεων της τεχνολογικής επανάστασης θα συμβεί στην υγειονομική περίθαλψη, περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο τομέα. Δύο διαφορετικοί παράγοντες έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν δραματικές αλλαγές στην υγειονομική περίθαλψη των ΗΠΑ: η εμπλοκή των καταναλωτών και η πληρωμή για αποτελέσματα. Αυτά είναι ζωτικής σημασίας για την ικανοποίηση των αναγκών που προκαλούνται από τις μετατοπίσεις των δημογραφικών στοιχείων. (Manyika et al., 2015).

Οι αναδύομενες πλατφόρμες φροντίδας του 21ου αιώνα απαιτούν τιτανικές αλλαγές στη σκέψη, τα επιχειρηματικά μοντέλα και την υποδομή. Το παλαιό μοντέλο «mainframehealth» (δηλαδή, κεντρικό, νοσοκομειακό, εξειδικευμένο, αντιδραστικό, δαπανηρό) δίνει τη θέση του σε ένα νέο παράδειγμα «personal health» (δηλαδή, διανεμημένο, πλούσιο σε δεδομένα, προληπτικό, σπίτι-ασθενό κεντρικό και αποτελεσματικό).

Οι δημογραφικοί και οικονομικοί παράγοντες για μια εξατομικευμένη μετατόπιση της υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνουν:

- Γήρανση του πληθυσμού: η μετατόπιση από νεότερους σε ηλικιωμένους. Σε μόλις τρία χρόνια από σήμερα, ο ανθρώπινος πληθυσμός θα φτάσει σε ένα σημείο διασταύρωσης για πρώτη φορά στην ιστορία. Θα υπάρξουν περισσότερα άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών από ό,τι ηλικία κάτω των πέντε ετών. «Καμία άλλη δύναμη δεν είναι πιθανό να διαμορφώσει το μέλλον της εθνικής οικονομικής υγείας, των

δημόσιων οικονομικών και της χάραξης πολιτικής από τον μη αναστρέψιμο ρυθμό με τον οποίο ο παγκόσμιος πληθυσμός γερνάει», σύμφωνα με την Standard & Poors (Mrsnik et al., 2010). Μέχρι το 2030, η Κίνα θα έχει περισσότερα άτομα ηλικίας άνω των 60 ετών από ό, τι ο συνολικός πληθυσμός των ΗΠΑ (Frazier, 2013).

- Χρόνιες ασθένειες: μια μετατόπιση από επικίνδυνες μεταδοτικές ασθένειες σε επικρατούσες χρόνιες ασθένειες, που συχνά επιδεινώνονται από τον τρόπο ζωής. Η γήρανση του πληθυσμού αυξάνει τον αριθμό των ασθενών με καρδιακές παθήσεις, καρκίνο, διαβήτη, πνευμονικές και νεφρικές διαταραχές, νόσους Αλτσχάιμερ και υπερβολικό βάρος. Αυτά τα ζητήματα εμποδίζουν την παραγωγικότητα και είναι δαπανηρά και δύσκολα θεραπευτικά, απαιτώντας αλλαγές συμπεριφοράς. Σήμερα, το 63% των θανάτων στον κόσμο προέρχονται από μη μεταδοτικές ασθένειες (μη μολυσματικές, μη μεταδιδόμενες από τον άνθρωπο) (WHO, 2014). Οι χώρες χαμηλού έως μεσαίου εισοδήματος φέρουν σήμερα περίπου το 80% του βάρους των χρόνιων ασθενειών όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις, ο διαβήτης και χρόνιες αναπνευστικές ασθένειες (Chan, 2011).
- Συνολική έλλειψη εργαζομένων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Μόνο στις Η.Π.Α. αναμένεται να υπάρξει έλλειψη 124.000 γιατρών μέχρι το έτος 2025, αλλά αυτό είναι μικρός αριθμός σε σχέση με τις ανάγκες στην Ασία και την Αφρική (Scheffer et al., 2008).
- Εκτός από τα προβλήματα δημογραφικών και εργατικών δυνατοτήτων, ο τομέας της υγείας είναι δραματικά ανεπαρκής. Ακόμη και αν οι υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά, θα ήταν εξαιρετικά δύσκολο με την έλλειψη ιατρικών επαγγελματιών να φροντιστούν μεγαλύτερος αριθμός ασθενών κατά τη διάρκεια των επόμενων δεκαετιών. Ωστόσο, υπάρχουν εκατοντάδες δισεκατομμύρια δολάρια σε σπάταλες δαπάνες που πρέπει να αποσυρθούν από τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης παγκοσμίως.
- Με την άνοδο της διαδικτυακής κουλτούρας, υπάρχει μετατόπιση από παθητικούς σε ενεργούς ασθενείς. Οι ασθενείς και οι οικογένειες είναι περισσότερο αφοσιωμένοι και παρακολουθούνται ψηφιακά από μια αυξανόμενη ποικιλία εφαρμογών και συσκευών. Σε μια έρευνα από την Intel Healthcare Innovation Barometer⁶ παρουσιάστηκε ότι μεταξύ οκτώ εθνικοτήτων και 12.000 ενηλίκων:

⁶ <https://newsroom.intel.com/press-kits/healthcare/>

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

1. Το 80% είναι αισιόδοξοι για την υγειονομική περίθαλψη μέσω της καινοτομίας και της τεχνολογίας.
 2. Το 70% είναι διατεθειμένο να δει έναν γιατρό μέσω τηλεδιάσκεψης για ένα μη επείγον ραντεβού.
 3. Το 70% είναι δεκτικό στη χρήση αισθητήρων τουαλέτας, αισθητήρων σε μπουκάλια συνταγής ή αισθητήρων σε συσκευές παρακολούθησης της υγείας.
 4. Το 50% πιστεύει ότι το παραδοσιακό νοσοκομείο θα είναι παρωχημένο στο μέλλον και θα εμπιστευόταν μια δοκιμή που την έκαναν προσωπικά το ίδιο ή και περισσότερο με τον να την εκτελούσε ένας ιατρός.
- Οι εφαρμογές για την υγεία, τα κοινωνικά δίκτυα και τα εργαλεία συνεργασίας αυξάνονται ραγδαία. Οι εφαρμογές για την υγεία των επιχειρήσεων και των καταναλωτών θα συνεχίσουν να πολλαπλασιάζονται και να εκτοξεύονται. Οι συνεργάτες Parks υποδεικνύουν ότι το 28% των νοικοκυριών ευρείας ζώνης των Η.Π.Α. έχει χρησιμοποιήσει κάποιο είδος εργαλείου επικοινωνίας για εικονική φροντίδα και εκτιμά ότι το ποσοστό θα αυξηθεί στο 65% μέχρι το 2018 (Parks Associates, 2014).

Γενικά, οι τρέχουσες και μελλοντικές τάσεις στην υγειονομική περίθαλψη μπορούν να ταξινομηθούν με πολλαπλούς τρόπους με βάση την προοπτική της τεχνολογίας, της λειτουργικότητας και των οφελών. Υπάρχει μια τάση σύγκλισης των καταναλωτικών συσκευών και των ιατρικών συσκευών. Για παράδειγμα, τα πιο πρόσφατα smartphones εκκινούνται με αισθητήρες υγείας σε αξεσουάρ όπως τα εργαλεία καρπού. Οι εφαρμογές IoT στην υγειονομική περίθαλψη μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες με βάση τη λειτουργικότητα (Vilamovska et al., 2009).

1. Παρακολούθηση αντικειμένων και προσώπων
2. Ταυτότητα και έλεγχος ταυτότητας
3. Αυτόματη συλλογή και ανίχνευση δεδομένων.

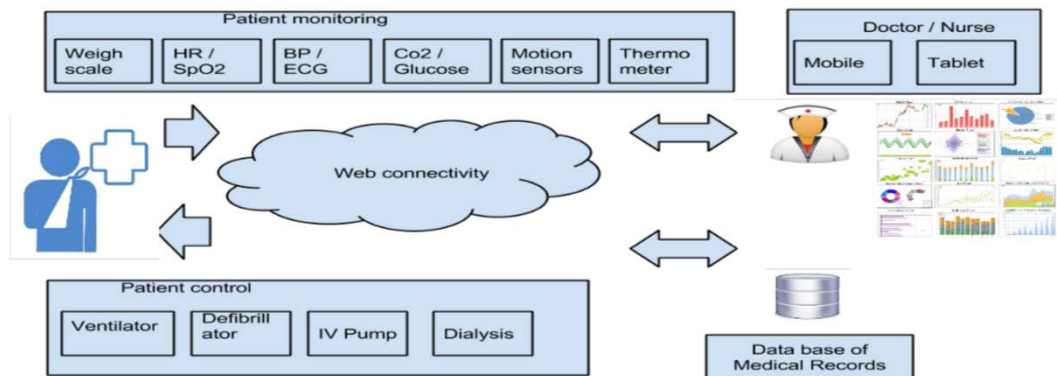
Οι τάσεις της υγείας μπορούν να αναλυθούν σε σχέση με τους τομείς εφαρμογής στην ιατρική πρακτική. Ορισμένες από τις περιοχές εφαρμογών μαζί με τη χρήση της έννοιας IoT και των πλεονεκτημάτων τους παρατίθενται και αναλύονται παρακάτω (Sermakani, 2014):

1. Ασύρματη παρακολούθηση του ασθενούς: Αυτή η εφαρμογή προορίζεται για την απομακρυσμένη παρακολούθηση των ζωτικών λειτουργιών του ασθενούς μέσω της χρήσης συσκευών του ασθενούς που βρίσκονται εσωτερικά και εξωτερικά. Σε αντίθεση με τις διακριτές αλληλεπιδράσεις, η παροχή της υγειονομικής περίθαλψης κινείται σε ένα μοντέλο όπου οι πληροφορίες μεταδίδονται και μοιράζονται σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των ατόμων και ατόμων που τους φροντίζουν. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη διαχείριση χρόνιων ασθενειών όπως η υπέρταση, ο διαβήτης, η στεφανιαία νόσος, το άσθμα. Κάποια παραδείγματα αποτελούν οι ασύρματες συσκευές παρακολούθησης βηματοδότησης και οι αυτόματοι απινιδωτές
2. Πρόσβαση στο κινητό σύστημα: Η εφαρμογή βασίζεται στις κινητές τεχνολογίες που επιτρέπουν την απομακρυσμένη / εικονική πρόσβαση σε τρέχοντα κλινικά συστήματα (ηλεκτρονικά αρχεία υγείας, συστήματα αρχειοθέτησης εικόνων και επικοινωνίας κ.λπ.). Το όλο ιατρικό σύστημα μπορεί να αυτοματοποιηθεί με εύκολη στη χρήση διεπαφή εφαρμογών για κινητά. Αυτή η εφαρμογή της τεχνολογίας στην υγειονομική περίθαλψη αναφέρεται ως ηλεκτρονική υγεία. Εάν το κινητό χρησιμοποιείται ως μέσο παρακολούθησης και παροχής υγειονομικής περίθαλψης, η περιοχή εφαρμογής ονομάζεται m-Health. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι ιστότοποι, οι πύλες, οι εφαρμογές για κινητά κτλ.
3. Ιατρικές συσκευές: Χρησιμοποιούνται για την καταγραφή και παρακολούθηση των βασικών παραμέτρων της φροντίδας και της διαχείρισης της ασθένειας. Επίσης, χρησιμοποιούνται ως λύσεις καταλληλότητας για την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των ασθενών και ως έξυπνες διαγνωστικές συσκευές για τη συλλογή των δεδομένων από τους αισθητήρες για περαιτέρω ανάλυση από το γιατρό. Το γυαλί της Google (Google glass) βρίσκεται υπό έρευνα για πιθανές ιατρικές συσκευές, καθώς αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση υποβοηθούμενων χειρουργικών επεμβάσεων και καταγραφής κλπ. Άλλα παραδείγματα είναι τα ψηφιακά γλυκομετρικά όργανα, οι συσκευές αρτηριακής πίεσης, οι βηματομετρητές κλπ.

4. Εικονική διαβούλευση (τηλεϊατρική): Αυτή η εφαρμογή βασίζεται σε λύσεις τηλεμετρικής σύνδεσης και πολυμέσων που επιτρέπουν τη διαβούλευση με την εικονική περίθαλψη, την εκπαίδευση, την παράδοση φαρμάκων και τις θεραπευτικές διαδικασίες. Σε ορισμένες χώρες, οι συναντήσεις και οι χρόνοι αναμονής καθίστανται μεγάλοι αλλά με τον τρόπο αυτό, η πλειοψηφία της φροντίδας ρουτίνας μπορεί να συμβεί μέσα σε λίγα λεπτά, ακόμα και δευτερόλεπτα. Ο απομακρυσμένος διαγνωστικός έλεγχος έχει γίνει κοινός σε ορισμένες χώρες και αγορές. Μελλοντικά, θα υπάρχει η δυνατότητα της τηλεχειρουργικής για διαδικασίες ρουτίνας χρησιμοποιώντας ρομπότ και βοηθούς νοσηλευτών.

5. Γήρανση: Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιείται για την κλινική παρακολούθηση της ανεξάρτητης διαβίωσης των ηλικιωμένων πληθυσμών. Αυτές οι συσκευές εμφανίζονται ως φορητές για την παρακολούθηση των ηλικιωμένων ασθενών χωρίς την ανάγκη της χειροκίνητης παρέμβασης. Τα δεδομένα των ζωτικών σημείων από την φροντίδα των ηλικιωμένων αποκτώνται από τις συσκευές παρακολούθησης και μεταδίδονται σε μια τυπική κινητή συσκευή που λειτουργεί ως κόμβος δικτύου για τη μετάδοση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στον γιατρό. Οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή ιατρικής βοήθειας στο απαραίτητο άτομο και σε περίπτωση υψηλότερων ανωμαλιών, τα κοντινά αποδοτικά νοσοκομεία μπορούν να ειδοποιηθούν και έτσι τα έξοδα νοσηλεία να μειωθούν με την έγκαιρη παρέμβαση και θεραπεία. Τέτοια παραδείγματα είναι τα προσωπικά συστήματα αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών (PERS ή Personal emergency responses systems), η παρακολούθηση των δραστηριοτήτων και η ανίχνευση πτώσης.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας



Εικόνα 12: Εικονική διαβούλευση (τηλεϊατρική) (Sermakani, 2014)

Το IoT επιτρέπει στους οργανισμούς υγείας να εκτελούν σε πραγματικό χρόνο κρίσιμα δεδομένα από πολλαπλές πηγές και να έχουν καλύτερη ικανότητα λήψης αποφάσεων. Αυτή η τάση μετατρέπει τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητά του, μειώνοντας το κόστος και παρέχοντας ευκαιρίες για καλύτερη φροντίδα των ασθενών (Sermakani, 2014).

3.3 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ

Ο κόσμος του IoT έχει προκλήσεις προς πολλές κατευθύνσεις, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων τεχνικών, κανονιστικών, κεντρικών και κοινωνικο-ηθικών προβληματισμών. Το επίκεντρο είναι η προστασία της ιδιωτικής ζωής, καθώς αυτή είναι η κύρια αιτία για άλλες προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της συμμετοχής της κυβέρνησης. Χωρίς τις ολοκληρωμένες προσπάθειες των κυβερνήσεων, της κοινωνίας των πολιτών και των φορέων του ιδιωτικού τομέα για την προστασία αυτών των αξιών, η ανάπτυξη του IoT θα παρεμποδιστεί αν δεν αποτραπεί (Pande, 2014).

Οι κυριότερες προκλήσεις όπως αναλύεται παρακάτω είναι η επεκτασιμότητα, η διαλειτουργικότητα, η ασφάλεια των ασθενών, η προστασία των προσωπικών δεδομένων, η Έλλειψη κυβερνητικής υποστήριξης, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του IOT

1. Επεκτασιμότητα: Καθώς τα δισεκατομμύρια των συσκευών διαδικτύου συνδέονται με το δίκτυο, απαιτείται η επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων. Το σύστημα που

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

αποθηκεύει, αναλύει αυτές τις πληροφορίες από τις συσκευές IoT χρειάζεται να είναι κλιμακωτό. Στην τρέχουσα κατάσταση της εξέλιξης του IoT οι άνθρωποι και τα καθημερινά αντικείμενα συνδέονται μεταξύ τους. Τα πρωτογενή δεδομένα από αυτόν τον συνδεδεμένο κόσμο απαιτούν μεγάλη ανάλυση δεδομένων και αποθήκευση για την ερμηνεία σημαντικών δεδομένων (Pande. 2014).

2. Διαλειτουργικότητα: Τα τεχνολογικά πρότυπα στις περισσότερες περιοχές εξακολουθούν να είναι κατακερματισμένα. Αυτές οι τεχνολογίες πρέπει να συγκλίνουν ώστε να βοηθηθεί η καθιέρωση του κοινού πλαισίου και του προτύπου για τις συσκευές IoT. Δεδομένου ότι η διαδικασία τυποποίησης εξακολουθεί να μην υπάρχει, η διαλειτουργικότητα του διαδικτύου με συσκευές παλαιού τύπου θα πρέπει να θεωρείται κρίσιμη. Αυτή η έλλειψη διαλειτουργικότητας μας εμποδίζει να προχωρήσουμε προς το όραμα των πραγματικά συνδεδεμένων καθημερινών διαλειτουργικών έξυπνων αντικειμένων (Vermesan & Friess, 2014).

Στο παραδοσιακό Διαδίκτυο, η διαλειτουργικότητα είναι η βασικότερη βασική αξία καθώς αποτελεί την πρώτη απαίτηση της σύνδεσης στο Διαδίκτυο: τα «συνδεδεμένα» συστήματα οφείλουν να «μιλούν την ίδια γλώσσα» των πρωτοκόλλων και των κωδικοποιήσεων. Η διαλειτουργικότητα είναι τόσο θεμελιώδης ώστε τα πρώιμα εργαστήρια των προμηθευτών εξοπλισμού Internet ονομαζόταν «Interops» (ComputerInformation, 2010).

Η διαλειτουργικότητα αποτελεί επίσης τον ακρογωνιαίο λίθο του ανοιχτού Διαδικτύου. Τα εμπόδια που δημιουργούνται σκόπιμα για να παρεμποδίσουν την ανταλλαγή πληροφοριών μπορούν να αρνηθούν στους χρήστες του Διαδικτύου τη δυνατότητα να συνδεθούν, να μιλούν, να μοιράζονται και να καινοτομούν, δηλαδή τις τέσσερις από τις θεμελιώδεις αρχές του ISOC (InternetSociety, 2014). Οι αποκαλούμενοι «περιφραγμένοι κήποι», στους οποίους επιτρέπεται στους χρήστες να συνεργάζονται μόνο με ένα επιλεγμένο υποσύνολο τοποθεσιών και υπηρεσιών, μπορεί να μειώσει σημαντικά τα κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά οφέλη της πρόσβασης σε ολόκληρο το Διαδίκτυο.

Σε ένα πλήρως διαλειτουργικό περιβάλλον, οποιαδήποτε συσκευή IoT μπορεί να συνδεθεί με οποιαδήποτε άλλη συσκευή ή σύστημα και να ανταλλάξει πληροφορίες

όπως επιθυμεί. Στην πρακτικότητα, η διαλειτουργικότητα είναι πιο πολύπλοκη. Η διαλειτουργικότητα μεταξύ των συσκευών και των συστημάτων Διαδικτύου συμβαίνει σε διαφορετικό βαθμό σε διαφορετικά επίπεδα εντός της στοιβας πρωτοκόλλου επικοινωνιών μεταξύ των συσκευών. Επιπλέον, η πλήρης διαλειτουργικότητα σε όλες τις πτυχές ενός τεχνικού προϊόντος δεν είναι πάντοτε εφικτή, απαραίτητη ή επιθυμητή και, αν επιβληθεί τεχνητά (όπως με κυβερνητικές εντολές), θα μπορούσε να αποτελέσει αντικίνητρο για επενδύσεις και καινοτομία. Η τυποποίηση και η υιοθέτηση πρωτοκόλλων που καθορίζουν αυτές τις λεπτομέρειες της επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων εκείνων όπου είναι βέλτιστη η ύπαρξη προτύπων, βρίσκονται στο επίκεντρο της συζήτησης διαλειτουργικότητας για το Διαδίκτυο (Internet Society, 2015b).

Πέραν των τεχνικών πτυχών, η διαλειτουργικότητα έχει σημαντική επίδραση στις πιθανές οικονομικές επιπτώσεις του IoT. Η σωστή και σαφώς καθορισμένη διαλειτουργικότητα των συσκευών μπορεί να ενθαρρύνει την καινοτομία και να προσφέρει αποδοτικότητα στους κατασκευαστές συσκευών IoT, αυξάνοντας τη συνολική οικονομική αξία της αγοράς. Επιπλέον, η εφαρμογή των υφιστάμενων προτύπων και η ανάπτυξη νέων ανοικτών προτύπων, όπου είναι απαραίτητο, συμβάλλουν στη μείωση των φραγμών εισόδου, στη διευκόλυνση νέων επιχειρηματικών μοντέλων και στην οικοδόμηση οικονομικών κλίμακας (Internet Society, 2015b).

Σύμφωνα με μια έκθεση του Παγκόσμιου Ινστιτούτου McKinsey του 2015, «είναι κατά μέσο όρο απαραίτητη η διαλειτουργικότητα για να δημιουργηθεί το 40% της δυνητικής αξίας που μπορεί να δημιουργηθεί από το IoT σε διάφορα περιβάλλοντα» (Manyika et. al, 2015). Η έκθεση συνεχίζει: «η διαλειτουργικότητα απαιτείται για την απελευθέρωση περισσότερων από τέσσερα τρισεκατομμύρια δολάρια ετησίως σε πιθανές οικονομικές επιπτώσεις για τη χρήση του IoT το 2025, από συνολικό αντίκτυπο 11,1 τρισεκατομμυρίων δολαρίων στις εννέα ρυθμίσεις που ανέλυσε ο McKinsey». Ενώ ορισμένες εταιρείες αντιλαμβάνονται τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και τα οικονομικά κίνητρα για την οικοδόμηση ιδιόκτητων συστημάτων, οι ευκαιρίες ενδέχεται να περιοριστούν σε μια αγορά απομονωμένη.

Επίσης, η διαλειτουργικότητα είναι θεμελιωδώς πολύτιμη από την οπτική γωνία τόσο του μεμονωμένου καταναλωτή όσο και του οργανωτικού χρήστη αυτών των συσκευών. Διευκολύνει τη δυνατότητα επιλογής συσκευών με τα καλύτερα

χαρακτηριστικά στην καλύτερη τιμή και την ενσωμάτωσή τους, ώστε να λειτουργούν μαζί. Οι αγοραστές ενδέχεται να διστάζουν να αγοράσουν προϊόντα και υπηρεσίες IoT εάν υπάρχει έλλειψη ευελιξίας στην ολοκλήρωση, υψηλή πολυπλοκότητα ιδιοκτησίας, ανησυχία για τον αποκλεισμό του πωλητή ή φόβος απαξίωσης λόγω μεταβαλλόμενων προτύπων (InternetSociety, 2015b).

3. Ασφάλεια των ασθενών: Τις περισσότερες φορές οι συσκευές IoT παραμένουν χωρίς παρακολούθηση, καθώς συνδέονται με τα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου. Εάν η χρήση τους σε ασθενείς είναι εμφυτεύσιμη ή φορητή, λόγω του σκοπού και της φύσης των συσκευών αυτών, οι τυχόν παραβιάσεις της ασφάλειας είναι απειλητικές για τη ζωή και κρίνονται πολύ κρίσιμες (Li et al., 2011).

Η διασφάλιση της ασφάλειας, της αξιοπιστίας, της ανθεκτικότητας και της σταθερότητας των εφαρμογών και υπηρεσιών του Διαδικτύου είναι κρίσιμη για την προώθηση της εμπιστοσύνης και της χρήσης του Διαδικτύου (Internet Society, 2015a). Οι χρήστες του Διαδικτύου πρέπει να έχουν υψηλό βαθμό εμπιστοσύνης ότι το Διαδίκτυο, οι εφαρμογές του και οι συνδεδεμένες με αυτό συσκευές είναι αρκετά ασφαλείς. Το IoT δεν διαφέρει από αυτή την άποψη και η ασφάλεια στην διαδικτυακή πύλη συνδέεται ουσιαστικά με την ικανότητα των χρηστών να εμπιστεύονται το περιβάλλον τους. Εάν οι χρήστες δεν πιστεύουν ότι οι συνδεδεμένες συσκευές τους και οι πληροφορίες τους είναι εύλογα ασφαλείς από την κακή χρήση ή τη βλάβη, η επακόλουθη διάβρωση εμπιστοσύνης προκαλεί απροθυμία χρήσης του Διαδικτύου. Αυτό έχει παγκόσμιες συνέπειες για το ηλεκτρονικό εμπόριο, την τεχνική καινοτομία, την ελευθερία του λόγου και σχεδόν όλες τις άλλες πτυχές των ηλεκτρονικών δραστηριοτήτων. Πράγματι, η διασφάλιση της ασφάλειας στα προϊόντα και τις υπηρεσίες διαδικτύου θα πρέπει να θεωρείται κορυφαία προτεραιότητα για τον τομέα.

Καθώς όλο και περισσότερο συνδέουμε συσκευές στο Internet, αυξάνονται νέες ευκαιρίες εκμετάλλευσης πιθανών τρωτών σημείων ασφαλείας. Οι μη ασφαλείς συσκευές IoT θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως σημεία εισόδου για κυβερνο-επιθέσεις, επιτρέποντας σε κακόβουλα άτομα να επαναπρογραμματίζουν μια συσκευή ή να της προκαλούν δυσλειτουργία. Οι κακώς σχεδιαζόμενες συσκευές μπορούν να εκθέσουν δεδομένα χρήστη σε κλοπή αφήνοντας τα ρεύματα δεδομένων ανεπαρκώς προστατευμένα. Η αποτυχία ή η δυσλειτουργία των συσκευών μπορούν επίσης να δημιουργήσουν ευπάθειες ασφαλείας. Αυτά τα προβλήματα είναι εξίσου μεγάλα ή και

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

μεγαλύτερα για τις μικρές, φθηνές και πανταχού παρούσες έξυπνες συσκευές του IoT όπως είναι για τους υπολογιστές που παραδοσιακά ήταν τα τελικά σημεία σύνδεσης στο Internet. Το ανταγωνιστικό κόστος και οι τεχνικοί περιορισμοί στις συσκευές IoT προκαλούν τους κατασκευαστές να σχεδιάζουν κατάλληλα τα χαρακτηριστικά ασφαλείας σε αυτές τις συσκευές (Internet Society, 2015b).

Μαζί με πιθανές ανεπάρκειες στο σχεδιασμό ασφαλείας, η καθαρή αύξηση του αριθμού και της φύσης των συσκευών IoT θα μπορούσε να αυξήσει τις δυνατότητες επίθεσης. Λόγω της εξαιρετικά διασυνδεδεμένης φύσης των συσκευών IoT, κάθε συσκευή που δεν είναι ασφαλώς συνδεδεμένη στο διαδίκτυο επηρεάζει την ασφάλεια και την ανθεκτικότητα του Διαδικτύου σε παγκόσμιο επίπεδο, όχι μόνο τοπικά. Για παράδειγμα, ένα μη προστατευμένο ψυγείο ή τηλεόραση στις Η.Π.Α. που έχει μολυνθεί από κακόβουλο λογισμικό ενδέχεται να στείλει χιλιάδες ανεπιθύμητα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε παραλήπτες σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιώντας την οικιακή σύνδεση του ιδιοκτήτη (Starr, 2014).

Πάντως, η ικανότητά του ανθρώπου να λειτουργεί στις καθημερινές του δραστηριότητες χωρίς τη χρήση συσκευών ή συστημάτων που είναι ενεργοποιημένα στο Internet είναι πιθανό να μειωθεί σε έναν υπερσυνδεδεμένο κόσμο. Αυτό το αυξανόμενο επίπεδο εξάρτησης από τις συσκευές IoT και τις υπηρεσίες Internet με τις οποίες αλληλεπιδρούν αυξάνει επίσης τις διαδρομές για τους παραβάτες όπου μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε συσκευές. Ίσως κάποιος να μπορούσε να αποσυνδέσει τις τηλεοράσεις που συνδέονται με το Διαδίκτυο αν υποστούν βλάβη λόγω επιθέσεων στον κυβερνοχώρο, αλλά δεν θα μπορούσε τόσο εύκολα να απενεργοποιήσει έναν εμφυτευμένο βηματοδότη εάν πέσει θύμα κακόβουλης συμπεριφοράς. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η ασφάλεια των συσκευών και υπηρεσιών του Διαδικτύου πρέπει να θεωρηθεί κρίσιμο ζήτημα (Internet Society, 2015b).

4. Ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων: Οι ευπάθειες ασφαλείας και οι βελτιώσεις δεν έχουν ερευνηθεί καλά. Το IoT στην υγειονομική περίθαλψη πρέπει να διασφαλίζει την εμπιστευτικότητα, την ακεραιότητα και τη διαθεσιμότητα των προσωπικών δεδομένων των ασθενών.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Ο σεβασμός των δικαιωμάτων και των προσδοκιών της ιδιωτικής ζωής αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διασφάλισης της εμπιστοσύνης στο Διαδίκτυο και επηρεάζει επίσης την ικανότητα των ατόμων να μιλούν, να συνδέονται και να επιλέγουν με ουσιαστικό τρόπο. Αυτά τα δικαιώματα και οι προσδοκίες μερικές φορές εντάσσονται σε θέματα δεοντολογικού χειρισμού δεδομένων και υπογραμμίζουν τη σημασία του σεβασμού στις προσδοκίες του ατόμου όσον αφορά την προστασία της ιδιωτικής ζωής και τη δίκαιη χρήση των δεδομένων του (Wilton, 2014). Το IoT μπορεί να αμφισβητήσει αυτές τις παραδοσιακές προσδοκίες ιδιωτικότητας.

Το IoT αναφέρεται συχνά ως ένα μεγάλο δίκτυο συσκευών με αισθητήρες που έχουν σχεδιαστεί για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με το περιβάλλον τους, το οποίο περιλαμβάνει συχνά δεδομένα σχετικά με τους ανθρώπους. Αυτά τα δεδομένα πιθανώς παρέχουν ένα πλεονέκτημα στον ιδιοκτήτη της συσκευής, αλλά συχνά τα πλεονεκτήματα αφορούν τον κατασκευαστή ή τον προμηθευτή της συσκευής. Η συλλογή και χρήση δεδομένων του Διαδικτύου γίνεται ένα ζήτημα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής όταν τα άτομα που παρατηρούνται από συσκευές IoT έχουν διαφορετικές προσδοκίες όσον αφορά την προστασία της ιδιωτικής τους ζωής και ιδιαίτερα του πεδίου της χρήση αυτών των δεδομένων από εκείνες του συλλέκτη δεδομένων (Internet Society, 2015b).

Ο φαινομενικά καλοήθης συνδυασμός ροών δεδομένων IoT μπορεί επίσης να θέσει σε κίνδυνο την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Όταν οι ατομικές ροές δεδομένων συνδυάζονται ή συσχετίζονται, συχνά πραγματοποιείται ένα ζωηρό ψηφιακό πορτρέτο για το άτομο από μια μεμονωμένη ροή δεδομένων IoT. Για παράδειγμα, μια οδοντόβουρτσα με δυνατότητα σύνδεσης ενός χρήστη μπορεί να καταγράψει και να μεταδώσει αβλαβή δεδομένα σχετικά με τις συνήθειες βουρτσίσματος των δοντιών ενός ατόμου. Αλλά εάν το ψυγείο του χρήστη αναφέρει την απογραφή των τροφών που τρώει και η συσκευή παρακολούθησης της φυσικής του κατάστασης αναφέρει τα δεδομένα δραστηριότητας του, ο συνδυασμός αυτών των ροών δεδομένων ζωγραφίζει μια πολύ πιο λεπτομερή και ιδιωτική περιγραφή της συνολικής υγείας του ατόμου. Αυτό το φαινόμενο συσσωμάτωσης δεδομένων μπορεί να είναι ιδιαίτερα ισχυρό σε σχέση με τις συσκευές IoT επειδή πολλές παράγουν πρόσθετα μεταδεδομένα όπως χρονικές σφραγίδες και πληροφορίες γεωγραφικής κατανομής, γεγονός που προσθέτει ακόμη μεγαλύτερη εξειδίκευση στον χρήστη (Internet Society, 2015b).

Σε άλλες περιπτώσεις, ο χρήστης μπορεί να μην γνωρίζει ότι μια συσκευή IoT συλλέγει δεδομένα σχετικά με το άτομο και ενδεχομένως τα μοιράζεται με τρίτους.

Αυτός ο τύπος συλλογής δεδομένων γίνεται όλο και πιο διαδεδομένος στις καταναλωτικές συσκευές όπως οι έξυπνες τηλεοράσεις και οι συσκευές βιντεοπαιχνιδιών. Αυτά τα είδη προϊόντων έχουν φωνητική αναγνώριση ή χαρακτηριστικά όρασης που ακούν συνεχώς συνομιλίες ή παρακολουθούν τη δραστηριότητα σε ένα δωμάτιο και μεταδίδουν επιλεκτικά αυτά τα δεδομένα σε μια υπηρεσία cloud για επεξεργασία, η οποία μερικές φορές περιλαμβάνει ένα τρίτο μέρος. Ένα άτομο μπορεί να μη γνωρίζει τη συνομιλία ή τις δραστηριότητες που παρακολουθούνται και τα δεδομένα τους συλλαμβάνονται. Αυτά τα είδη λειτουργιών μπορεί να προσφέρουν ένα ευεργετικό όφελος σε έναν ενημερωμένο χρήστη, αλλά μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα προστασίας της ιδιωτικής ζωής για όσους δεν γνωρίζουν την παρουσία των συσκευών (Internet Society, 2015b).

Ανεξάρτητα από το αν ο χρήστης γνωρίζει και συναινεί στη συλλογή και να ανάλυση των δεδομένων IoT, αυτές οι καταστάσεις υπογραμμίζουν την αξία αυτών των εξατομικευμένων ροών δεδομένων για τις εταιρείες και τους οργανισμούς που επιδιώκουν να συλλέξουν και να επωφεληθούν από τις πληροφορίες του IoT. Το αίτημα για αυτές τις πληροφορίες αποκαλύπτει τις νομικές και ρυθμιστικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι νόμοι περί προστασίας δεδομένων και ιδιωτικότητας.

Αυτά τα είδη προβλημάτων ιδιωτικού απορρήτου είναι κρίσιμα για την αντιμετώπιση, διότι έχουν επιπτώσεις στα βασικά δικαιώματα και στη συλλογική ικανότητα του ανθρώπου να εμπιστεύεται το Διαδίκτυο. Από μια ευρεία προοπτική, οι άνθρωποι αναγνωρίζουν ότι η ιδιωτική τους ζωή είναι εγγενώς πολύτιμη και έχουν προσδοκίες για το ποια δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν γι' αυτούς και για το πώς μπορούν άλλα μέρη να χρησιμοποιήσουν αυτά τα δεδομένα. Αυτή η γενική ιδέα για την προστασία της ιδιωτικής ζωής ισχύει για τα δεδομένα που συλλέγονται από τις συσκευές IoT, αλλά αυτές οι συσκευές μπορούν να υπονομεύσουν την ικανότητα του χρήστη να εκφράζει και να επιβάλλει τις προτιμήσεις απορρήτου. Εάν οι χρήστες χάσουν την εμπιστοσύνη τους στο Διαδίκτυο διότι οι προτιμήσεις απορρήτου τους δεν γίνονται σεβαστές, τότε η μεγαλύτερη αξία του Διαδικτύου μπορεί να μειωθεί (Internet Society, 2015b).

5. Έλλειψη κυβερνητικής υποστήριξης και ζητήματα κανονιστικής και νομικής άποψης: Η κυβέρνηση και οι ρυθμιστικοί φορείς όπως οFDA πρέπει να διαδραματίσουν ενεργό

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

ρόλο στην αναβάθμιση των κανονισμών με τη δημιουργία της επιτροπής τυποποίησης για συσκευές IoT για την ασφάλεια των συσκευών και των ανθρώπων.

Η εφαρμογή συσκευών διαδικτύου δημιουργεί ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων και ζητημάτων από κανονιστική και νομική άποψη, τα οποία πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι συσκευές IoT δημιουργούν νέες νομικές και κανονιστικές καταστάσεις και ανησυχίες σχετικά με τα πολιτικά δικαιώματα που δεν υπήρχαν πριν από αυτές τις συσκευές. Σε άλλες περιπτώσεις, αυτές οι συσκευές ενισχύουν νομικά ζητήματα που υπήρχαν ήδη. Επιπλέον, η τεχνολογία προχωρά πολύ πιο γρήγορα από τα σχετικά πολιτικά και ρυθμιστικά περιβάλλοντα (Internet Society, 2015b).

Για παράδειγμα, τα δεδομένα που συλλέγονται από συσκευές IoT μπορεί να μην περιορίζονται από το να στέλνονται στα σύνορα δικαιοδοσίας. Οι αυτές συσκευές χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο για να επικοινωνούν και το Διαδίκτυο εκτείνεται σε όρια δικαιοδοσίας σε όλα τα επίπεδα. Οι συσκευές IoT μπορούν να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με άτομα σε μια δικαιοδοσία και να μεταδίδουν τα δεδομένα αυτά σε άλλη δικαιοδοσία για αποθήκευση ή επεξεργασία δεδομένων, συχνά με λίγα ή καθόλου τεχνικά οδοφράγματα. Αυτό μπορεί να γίνει γρήγορα ένα νομικό πρόβλημα, για παράδειγμα, εάν τα δεδομένα που συλλέγονται θεωρούνται προσωπικά ή ευαίσθητα δεδομένα και υπόκεινται σε νόμους περί προστασίας δεδομένων σε διάφορες δικαιοδοσίες. Για να περιπλέξουν περαιτέρω τα ζητήματα, οι νόμοι περί προστασίας δεδομένων στη δικαιοδοσία όπου κατοικεί η συσκευή και το υποκείμενο των δεδομένων ενδέχεται να είναι ασυμβίβαστες ή ασυμβίβαστες με τους νόμους της δικαιοδοσίας όπου αποθηκεύονται και επεξεργάζονται τα δεδομένα.

Αυτές οι καταστάσεις περιγράφονται ως διασυνοριακές ή διασυνοριακές ροές δεδομένων και δημιουργούν ερωτήματα σχετικά με το νομικό πεδίο εφαρμογής των κανονισμών που ενδέχεται να ισχύουν. Με άλλα λόγια, ποιο νομικό καθεστώς διέπει τη διάταξη συλλογής των δεδομένων, την αποθήκευση και τη χρήση των συλλεγόμενων δεδομένων; Το σενάριο αυτό εγείρει επίσης κανονιστικές ερωτήσεις. Μπορούν οι νόμοι αυτοί να τροποποιηθούν για να μειώσουν τον βαθμό κατακερματισμού του Διαδικτύου ενώ παράλληλα προστατεύουν τα δικαιώματα των χρηστών; Θα πρέπει μια δικαιοδοσία με πιο περιοριστικούς νόμους για την προστασία των δεδομένων για το χειρισμό και τη διαβίβαση ορισμένων δεδομένων που επιτρέπουν τη χρήση του Διαδικτύου να μπορεί να προβάλλει αυτές τις νομικές απαιτήσεις σε άλλες δικαιοδοσίες;

Ενώ πολλά από αυτά τα ζητήματα διασυνοριακής ροής δεδομένων έχουν τεθεί και αντιμετωπιστεί στο πλαίσιο της παραδοσιακής κυκλοφορίας δεδομένων στο Διαδίκτυο, οι συσκευές IoT αποτελούν μια νέα πρόκληση σε αυτό το πλαίσιο. Όλο και περισσότερο, αυτές οι συσκευές θα μπορούν να συνδέονται αυτόματα με άλλες συσκευές και συστήματα και να μεταδίδουν πληροφορίες πέρα από τα σύνορα χωρίς τη γνώση του χρήστη. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει καταστάσεις όπου ο χρήστης είναι υπεύθυνος για τις απαιτήσεις διασυνοριακής ροής δεδομένων και δεν γνωρίζει καν ότι συμβαίνει αυτή η δραστηριότητα (Internet Society, 2015b).

6. Προκλήσεις σχεδιασμού: Καθώς η τεχνολογία βελτιώνεται με γρηγορότερο ρυθμό, οι προκλήσεις στο σχεδιασμό μπορούν να αντιμετωπιστούν στο εγγύς μέλλον (Christin et al., 2009).
7. Αναδυόμενα ζητήματα οικονομίας και ανάπτυξης: Η διάδοση και ο αντίκτυπος του Διαδικτύου είναι παγκόσμιας φύσης, παρέχοντας ευκαιρίες και οφέλη τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες περιφέρειες. Ταυτόχρονα, υπάρχουν συχνά μοναδικές προκλήσεις στην ανάπτυξη περιοχών που σχετίζονται με την ανάπτυξη, την υλοποίηση και τη χρήση της τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένου του Διαδικτύου. Είναι λογικό να περιμένουμε το ίδιο να ισχύει για τα πιθανά οφέλη και τις προκλήσεις που συνδέονται με το IoT.

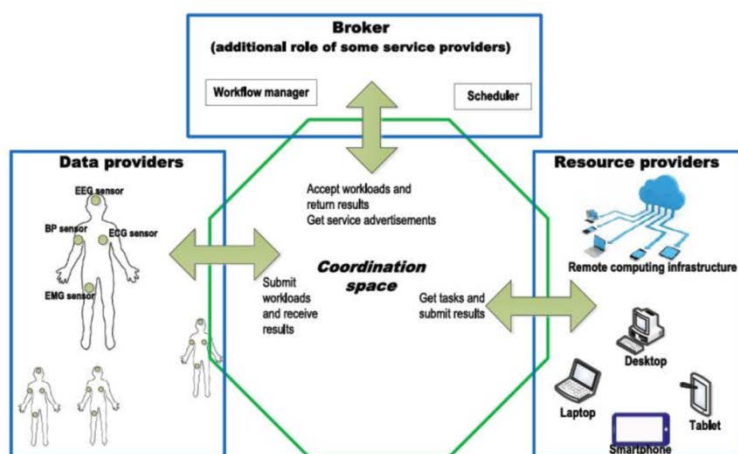
Όσον αφορά τις ευκαιρίες, το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Mc Kinsey σημειώνει ότι η τεχνολογία του Διαδικτύου έχει σημαντικές δυνατότητες στις αναπτυσσόμενες οικονομίες. Μέχρι το 2025, προβάλλουν ότι έως και το 38% των ετήσιων οικονομικών επιπτώσεων των εφαρμογών Διαδικτύου θα προέρχεται από λιγότερο ανεπτυγμένες περιφέρειες. Από οικονομική άποψη, αναμένεται ότι τόσο οι δημογραφικές όσο και οι τάσεις της αγοράς θα αποτελέσουν ευκαιρία. Για παράδειγμα, οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν υψηλό δυναμικό αριθμό χρηστών IoT (κυρίως η Κίνα), η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη μετατοπίζεται στις αναπτυσσόμενες οικονομίες και οι βιομηχανικές εφαρμογές IoT (όπως εργοστάσια, εργοτάξια και μεταφορές) αναμένεται να οδηγήσουν στη δημιουργία οικονομικής αξίας (Manyika et al., 2015).

4 ΣΥΣΚΕΥΕΣ

4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Το δίκτυο για την υγειονομική περίθαλψη ή IoThNet είναι ένα από τα ζωτικά στοιχεία του IoT στην υγειονομική περίθαλψη. Υποστηρίζει την πρόσβαση στη ραχοκοκαλιά του Διαδικτύου, διευκολύνει τη μετάδοση και λήψη ιατρικών δεδομένων και επιτρέπει τη χρήση επικοινωνιών προσαρμοσμένων στην υγειονομική περίθαλψη. Το IoThNet περιγράφεται από την τοπολογία, την αρχιτεκτονική και την πλατφόρμα του (Garchur et al., 2016).

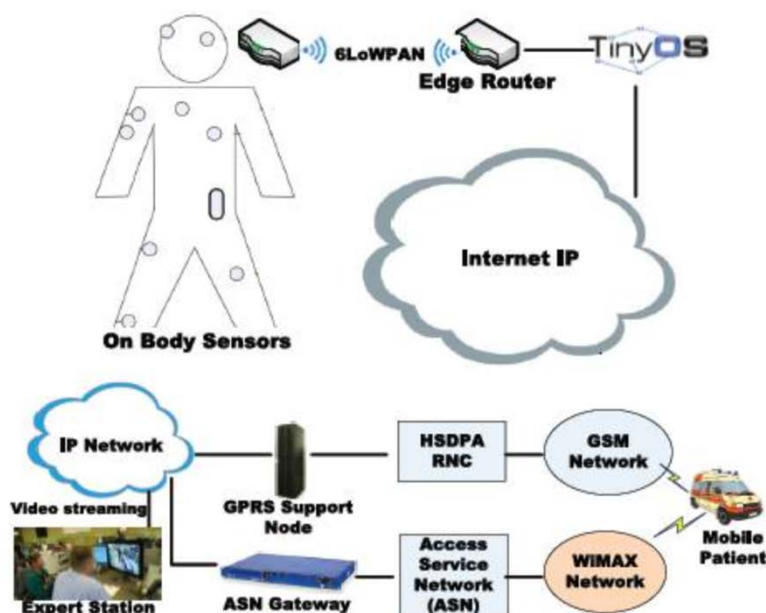
Η τοπολογία του IoThNet αναφέρεται στη διευθέτηση διαφόρων στοιχείων ενός δικτύου ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης του IoT και υποδεικνύει αντιπροσωπευτικά σενάρια για απρόσκοπτα περιβάλλοντα υγειονομικής περίθαλψης. Η Εικόνα 13 περιγράφει πώς ένα ετερογενές πλέγμα υπολογιστών συλλέγει τεράστιες ποσότητες ζωτικών σημείων και δεδομένων αισθητήρων όπως η πίεση του αίματος (BP), η θερμοκρασία του σώματος, τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα (ECG) και ο κορεσμός οξυγόνου και σχηματίζει μια τυπική τοπολογία στο IoThNet. Επίσης, μετατρέπει την ετερογενή ικανότητα πληροφορικής και αποθήκευσης στατικών και κινητών ηλεκτρονικών συσκευών, όπως είναι οι φορητοί υπολογιστές, τα smartphones και τα ιατρικά τερματικά σε υβριδικά δίκτυα υπολογιστών (Alcaraz et al., 2010).



Εικόνα 13: Ένα εννοιολογικό διάγραμμα των λύσεων υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται σε IoT (Garchur et al., 2016).

Η Εικόνα 14 απεικονίζει ένα σενάριο στο οποίο ο προληπτικός και ζωτικός κίνδυνος του ασθενούς συλλαμβάνεται με τη χρήση φορητών ιατρικών συσκευών και αισθητήρων που συνδέονται με το σώμα του / της. Στη συνέχεια, τα συλλαμβανόμενα δεδομένα αναλύονται και αποθηκεύονται και τα αποθηκευμένα δεδομένα από διάφορους αισθητήρες και μηχανές καθίστανται χρήσιμα για τη συσσωμάτωση. Με βάση τις αναλύσεις και τη συσσωμάτωση, οι φροντιστές μπορούν να παρακολουθούν τους ασθενείς από οποιαδήποτε τοποθεσία και να ανταποκρίνονται ανάλογα.

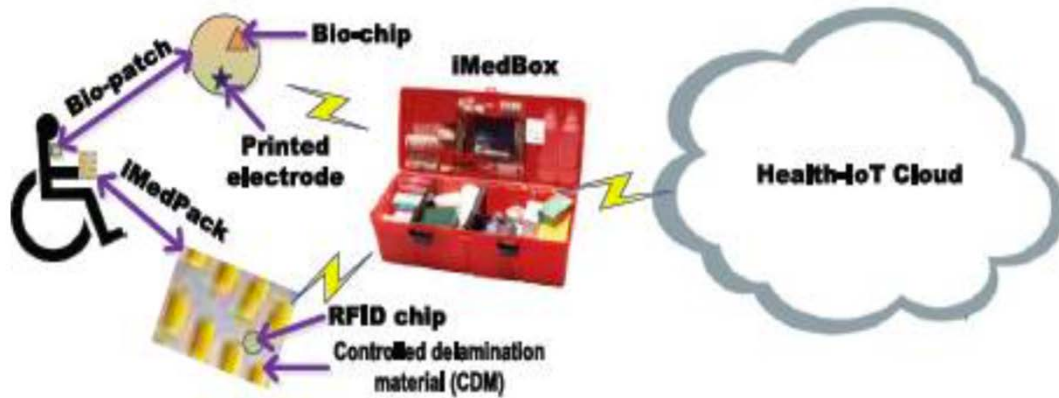
Επιπλέον, η τοπολογία περιλαμβάνει μια απαιτούμενη δομή δικτύου για την υποστήριξη της ροής των ιατρικών βίντεο. Για παράδειγμα, η τοπολογία στην Εικόνα 14 υποστηρίζει τη ροή βίντεο με υπερήχους μέσω ενός διασυνδεδεμένου δικτύου με παγκόσμια διαλειτουργικότητα για πρόσβαση σε μικροκύματα (WiMAX), ενός δικτύου πρωτοκόλλου Internet (IP) και ενός παγκόσμιου συστήματος για ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας (GSM) ως συνήθως πύλες και δίκτυα υπηρεσιών πρόσβασης (Mainetti et al., 2011; Jara et al., 2013).



Εικόνα 14: Απομακρυσμένη παρακολούθηση σε φορητές συσκευές και εξατομικευμένη φροντίδα υγείας (Garchipetal, 2016).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Η Εικόνα 15 παρουσιάζει την τοπολογία IoThNet που δείχνει το ρόλο μιας πύλης. Εδώ η έξυπνη φαρμακευτική συσκευασία (iMedPack) δεν είναι παρά μια συσκευή IoT που διαχειρίζεται το πρόβλημα της κακής χρήσης φαρμάκων, εξασφαλίζοντας έτσι φαρμακευτική συμμόρφωση.



Εικόνα 15: Μια τοπολογία του IoThNet με μια έξυπνη πύλη υγειονομικής περίθαλψης (Garchur et al., 2016).

Η iMedBox θεωρείται πύλη της υγειονομικής περίθαλψης με μια σειρά από διάφορους απαιτούμενους αισθητήρες και διεπαφές πολλών ασύρματων προτύπων. Διάφοροι αισθητήρες που φοριούνται και συσκευές IoT συνδέονται ασύρματα με τις πύλες υγειονομικής περίθαλψης που συνδέουν το περιβάλλον του ασθενούς με το cloud υγείας-IoT, ένα ετερογενές δίκτυο (HetNet) που επιτρέπει την κλινική διάγνωση και άλλες αναλύσεις. Η ίδια η πύλη μπορεί να διερευνήσει, να αποθηκεύσει και να εμφανίσει όλα τα δεδομένα που συλλέγονται (Garchur et al., 2016).

Υπάρχουν διάφορα συστήματα IoT για την παρακολούθηση ασθενών όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 (Sreekanth & Nitha, 2016).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Πίνακας 2: Οι παρεχόμενες υπηρεσίες και οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε κάθε σύστημα IoT για την παρακολούθηση των ασθενών (Sreekanth & Nitha, 2016).

Προσέγγιση	Αισθητήρες	Υπηρεσίες και τεχνολογίες
Μια αρχιτεκτονική IoT-Aware για συστήματα έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης	Αισθητήρας θερμοκρασίας, βαρομετρική πίεση, φως περιβάλλοντος, επιτάχυνση 3 αξόνων και αισθητήρας ΗΚΓ.	Απομακρυσμένη παρακολούθηση, διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης
Ιατρική Παρακολούθηση και Διαχείριση Εφαρμογής της Υπηρεσίας Πληροφόρησης Σύστημα Cloud βασισμένο στο IoT	Αισθητήρας σώματος, αισθητήρας περιβάλλοντος και αισθητήρας δραστηριότητας	Ιατρική παρακολούθηση και διαχείριση σε νοσοκομειακά συστήματα, αλγόριθμος PSOSAA για ιατρική παρακολούθηση
Εφαρμογή του IoT για εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη σε Smart Homes	Αισθητήρας θερμοκρασίας χώρου, ελεγκτής θερμοκρασίας χώρου, αισθητήρα θερμοκρασίας σώματος και αισθητήρας φωτός	Σύστημα IoT για έξυπνες κατοικίες, πολυεπίπεδη προσέγγιση
Πλαίσιο ευφυούς πορτοφολιού για την υγειονομική περίθαλψη	Αισθητήρες κίνησης, αισθητήρες περιβάλλοντος	Ευφύες πορτοφόλι για εποπτευόμενη παρακολούθηση ατόμων, πολυεπίπεδη προσέγγιση
Εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης του IoT: Μια αναθεώρηση	Φωτογραφική μηχανής χαπιών, ζώνη καρπών, παρακολούθησης της φυσικής κατάστασης	Κλινική φροντίδα, τηλε-παρακολούθηση
AMON: Ένα φορητό σύστημα παρακολούθησης και συναγερμού πολλαπλών παραμέτρων	Αισθητήρας SPO, αισθητήρας ΗΚΓ, αισθητήρας πίεσης αίματος, αισθητήρας επιτάχυνσης και αισθητήρας θερμοκρασίας	Ιατρική συσκευή στον καρπό, σύστημα παρακολούθησης και προειδοποίησης για καρδιακούς /αναπνευστικούς ασθενείς.
Γύρω από το ρολόι εξατομικευμένη παρακολούθηση της καρδιάς χρησιμοποιώντας Smart Phones	Ηλεκτροκαρδιογράφημα, οξύμετρο, οθόνη πίεσης αίματος και GPS	Συναγερμοί και προειδοποιήσεις για καρδιακούς ασθενείς υψηλού κινδύνου
Δίκτυα αισθητήρων σώματος για την παρακολούθηση της υγείας μέσω κινητού τηλεφώνου	ΗΚΓ, επιταχυνσιόμετρο, οθόνη πίεσης αίματος, παλμικό οξύμετρο, κλίμακα βάρους και GPS	Παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού, καρδιακή αποκατάσταση, προβλήματα κατάθλιψης, παρακολούθηση ασθενών

Σύστημα παρακολούθησης νοσοκομειακής περίθαλψης χρησιμοποιώντας ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	Αισθητήρας πίεσης αίματος, όργανο παρακολούθησης καρδιακού ρυθμού.	Αυξάνει την κάλυψη των υπηρεσιών, μειώνει την καθυστερημένη λήξη
Η συσκευή που διαχέει το IoT στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης	Ετικέτες RFID	Ιατρικά προϊόντα με epc ετικέτες, με ετικέτα ασθενείς

4.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τις εκθέσεις που υποβλήθηκαν από την P&S Market Research, θα υπάρξει σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (CAGR) 37,6% στη βιομηχανία IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μεταξύ των ετών 2015 και 2020. Ισχυρίζονται ότι η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην ανώτερη χειρός απομακρυσμένης παρακολούθησης των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που μπορούν να εντοπίσουν χρόνιες ασθένειες που απειλούν τη ζωή (Garchup et al., 2016).

Ως εκ τούτου, μπορούμε να υποθέσουμε ότι το IoT έχει πάρει τα ηνία και οι άνθρωποι μπορούν να απολαμβάνουν εξατομικευμένη προσοχή για τις ανάγκες τους στην υγεία. να συντονίσουν τις συσκευές τους για να τους υπενθυμίσουν τα ραντεβού τους, τον αριθμό των θερμίδων, τον έλεγχο άσκησης, τις διακυμάνσεις της πίεσης του αίματος και πολλά άλλα. Οι εφαρμογές της IoT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης είναι πολλές. Κάποια παραδείγματα περιλαμβάνουν (Garchup et al., 2016):

α) Υπηρεσίες εντοπισμού πραγματικού χρόνου

Μέσω του IoT, οι γιατροί μπορούν να χρησιμοποιούν υπηρεσίες εντοπισμού πραγματικού χρόνου και να παρακολουθούν τις συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία ασθενών. Οι ιατρικές συσκευές όπως οι αναπηρικές καρέκλες, οι ζυγοί, οι απινιδωτές, οι νεφροποιητές, οι αντλίες ή ο εξοπλισμός παρακολούθησης μπορούν να επισημανθούν με αισθητήρες και να τοποθετηθούν εύκολα με το IoT. Εκτός από

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

τις υπηρεσίες εντοπισμού πραγματικού χρόνου, υπάρχουν συσκευές IoT που βοηθούν στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος (για παράδειγμα, έλεγχος της θερμοκρασίας του ψυγείου).

β) Η πρόβλεψη της κράτησης των ασθενών στην μονάδα φροντίδας μετά από αναισθησία

Με την παρέμβαση του IoT, οι κλινικοί γιατροί μπορούν να προβλέψουν την άφιξη των ασθενών που αναρρώνουν στη μονάδα φροντίδας μετά την αναισθησία. Μπορούν επίσης να παρακολουθούν την κατάσταση των ασθενών σε πραγματικό χρόνο.

γ) Συμμόρφωση με την υγιεινή των χεριών

Υπάρχουν συστήματα παρακολούθησης της υγιεινής των χεριών που ανιχνεύουν τον βαθμό καθαριότητας ενός εργαζομένου στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Σύμφωνα με το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες, περίπου ένας ασθενής από τους 20 πάσχει από λοιμώξεις λόγω έλλειψης της σωστής υγιεινής των χεριών στα νοσοκομεία. Πολλοί ασθενείς χάνουν τη ζωή τους ως αποτέλεσμα των νοσοκομειακών λοιμώξεων.

Οι αλληλεπιδράσεις στα συστήματα παρακολούθησης της υγιεινής των χεριών γίνονται σε πραγματικό χρόνο και εάν ένας κλινικός ιατρός πλησιάσει στο κρεβάτι ενός ασθενούς χωρίς να έχει πλύνει τα χέρια του, η συσκευή θα αρχίσει να τρέμει. Ακόμη, οι πληροφορίες σχετικά με τον εργαζόμενο στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, το αναγνωριστικό του, ο χρόνος και η θέση του θα διατεθούν σε μια βάση δεδομένων και οι πληροφορίες αυτές διαβιβάζονται στις αρμόδιες αρχές.

δ) Προϋπολογισμός

Ο κλάδος της υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να παρακολουθεί προσεκτικά τον προϋπολογισμό και ταυτόχρονα να διαθέτει ενημερωμένη υποδομή για την καλύτερη εμπειρία του ασθενούς. Χάρη στην απρόσκοπτη σύνδεση μεταξύ των συσκευών που κατέστησε εφικτή η χρήση του IoT, είναι πλέον δυνατό το ιατρικό προσωπικό να αποκτά πρόσβαση στις πληροφορίες ασθενούς από το cloud, εφόσον αποθηκεύονται εκεί.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Ο στόχος είναι η παροχή ποιοτικής ιατρικής περίθαλψης στους ασθενείς και η δαπάνη μικρής ποσότητας για υποδομή πληροφορικής, ώστε τα νοσοκομεία να μπορούν να παρέχουν καλή φροντίδα στους ασθενείς σε προσιτές τιμές. Το IoT στοχεύει να προσφέρει καλύτερη περίθαλψη στους ασθενείς με:

- ✓ Φωτισμό του χώρου μέσω προσωπικού ελέγχου
- ✓ Επικοινωνία με την οικογένεια και τους φίλους μέσω υπηρεσιών ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- ✓ Άμεση προσοχή στις ανάγκες των ασθενών

ε) Απομακρυσμένη παρακολούθηση

Η απομακρυσμένη παρακολούθηση της υγείας είναι μια σημαντική εφαρμογή του IoT. Μέσα από την παρακολούθηση, μπορεί να δοθεί επαρκή υγειονομική περίθαλψη σε άτομα που έχουν μεγάλη ανάγκη. Κάθε μέρα, πολλοί άνθρωποι πεθαίνουν επειδή δεν λαμβάνουν έγκαιρη και άμεση ιατρική φροντίδα. Με το IoT, οι συσκευές που διαθέτουν αισθητήρες ενημερώνουν τους ενδιαφερόμενους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης όταν υπάρχει κάποια αλλαγή στις ζωτικές λειτουργίες ενός ατόμου.

Αυτές οι συσκευές είναι ικανές να εφαρμόζουν σύνθετους αλγορίθμους και να τους αναλύουν, ώστε ο ασθενής να λαμβάνει την κατάλληλη προσοχή και ιατρική περίθαλψη. Οι συλλεχθείσες πληροφορίες του ασθενούς αποθηκεύονται στο cloud. Μέσω απομακρυσμένης παρακολούθησης, τέλος, οι ασθενείς μπορούν να μειώσουν σημαντικά τη διάρκεια της παραμονής στο νοσοκομείο και ίσως ακόμη και την επανεισαγωγή τους σε αυτό.

στ) Εστίαση στην ερευνητική πλευρά της υγειονομικής περίθαλψης

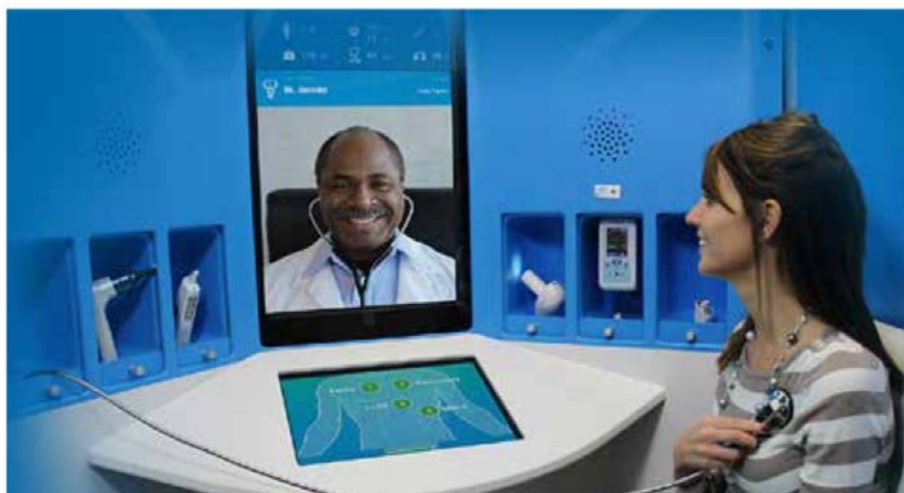
Η έρευνα όσον αφορά τις πρωτεΐνες και την ανάλυση σύνθεσης επωφελούνται από το IoT. Μέσω του IoT, οι ερευνητές είναι σε θέση να αναλύσουν την ακρίβεια του εξοπλισμού ενώ περιορίζεται η ροή εργασίας τους μέσω της ποσοτικής και επαναλαμβανόμενης ανάλυσης πρωτεϊνών.

Όταν συνδέεται μια άπειρη σειρά συσκευών, ο κλάδος της υγειονομικής περίθαλψης είναι σε θέση να προσφέρει κλιμακούμενες λύσεις στους ασθενείς του. Ένας αριθμός

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

εφαρμογών υγειονομικής περίθαλψης που παρέχουν εξατομικευμένες λύσεις αιχμής είναι:

- Συσκευή διανομής φαρμάκων από τη Philips όπου οι ασθενείς δεν χάνουν μια δόση. Ιδανικό για ηλικιωμένους ασθενείς.
- Niox Mino από Aerocrine για μετρήσεις ρουτίνας νιτρικού οξέος στην αναπνοή ασθενούς.
- UroSense by Future Path Medical που ελέγχουν τη βασική θερμοκρασία σώματος και την παραγωγή ούρων σε καθετηριασμένους ασθενείς.
- GPS SmartSole που αποτελεί μια φορητή συσκευή εντοπισμού παπουτσιών για ασθενείς με άνοια που έχουν τη συνήθεια να ξεχνούν πράγματα.
- Τηλεϊατρική όπως είναι το HealthSpot που παρέχει και υποστηρίζει ανεξάρτητους ιατρικούς σταθμούς που σχεδιάζονται για χώρους λιανικής πώλησης, χώρους εργασίας και, ειδικότερα, φαρμακεία.
- Video Doc για παρακολούθηση στο σπίτι από το Health Net Connect που δίνει τη δυνατότητα σε επαγγελματίες του τομέα υγειονομικής περίθαλψης να διεξάγουν εξαιρετικά οικονομικά αποτελεσματικές, εικονικές οικιακές κλήσεις για τον έλεγχο των ασθενών (Intel Corporation, 2014).



Εικόνα16: Ιατρικός σταθμός HealthSpot (Intel Corporation, 2014).



Εικόνα 17: Παρακολούθηση στο σπίτι από το Health Net Connect's VideoDoc (IntelCorporation, 2014).

4.3 ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Τα κυριότερα οφέλη του IoT στους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνουν τα εξής (Garchup et al., 2016):

1. Μειωμένες δαπάνες: Όταν οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης επωφεληθούν από τη συνδεσιμότητα των λύσεων υγειονομικής περίθαλψης, η παρακολούθηση των ασθενών μπορεί να γίνει σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας έτσι σημαντικά τις περιττές επισκέψεις των γιατρών. Ειδικότερα, οι εγκαταστάσεις φροντίδας κατ'οίκον θα μειώσουν εγγυημένα τις διαμονές και τις επανεισαγωγές στο νοσοκομείο.
2. Βελτιωμένα αποτελέσματα της θεραπείας: Η συνδεσιμότητα των λύσεων υγειονομικής περίθαλψης μέσω του cloud computing ή άλλης εικονικής υποδομής παρέχει στους φροντιστές την δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο που τους επιτρέπουν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις καθώς και να προσφέρουν θεραπεία η οποία βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. Αυτό εξασφαλίζει ότι η παροχή υγειονομικής περίθαλψης είναι έγκαιρη και βελτιώνονται τα αποτελέσματα της θεραπείας.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

3. Βελτιωμένη διαχείριση ασθενειών: Όταν οι ασθενείς παρακολουθούνται συνεχώς και οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης έχουν πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, οι ασθένειες αντιμετωπίζονται πριν χειροτερέψουν.
4. Μειωμένα σφάλματα: Η ακριβής συλλογή δεδομένων, οι αυτοματοποιημένες ροές εργασίας σε συνδυασμό με τις αποφάσεις που βασίζονται σε δεδομένα είναι ένας εξαιρετικός τρόπος μείωσης των σπαταλών, μείωσης του κόστους συστήματος και, κυρίως, ελαχιστοποίησης των σφαλμάτων.
5. Ενισχυμένη εμπειρία ασθενούς: Η συνδεσιμότητα του συστήματος υγείας μέσω του IoT, δίνει έμφαση στις ανάγκες του ασθενούς. Δηλαδή, οι προληπτικές θεραπείες, η βελτιωμένη ακρίβεια όσον αφορά τη διάγνωση, η έγκαιρη παρέμβαση από τους γιατρούς και τα βελτιωμένα αποτελέσματα της θεραπείας οδηγούν σε υπεύθυνη φροντίδα που είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη στους ασθενείς.
6. Ενισχυμένη διαχείριση των φαρμάκων: Η δημιουργία και η διαχείριση των φαρμάκων αποτελούν σημαντικό κόστος για τη βιομηχανία υγειονομικής περίθαλψης. Ακόμα και τότε, με διαδικασίες και συσκευές IoT, είναι δυνατόν να διαχειριστούμε καλύτερα αυτά τα κόστη.

Η ομάδα πληροφορικής των επιχειρήσεων IoT αντιμετωπίζει ορισμένα ζητήματα όσον αφορά την ασφαλή και αποτελεσματική υλοποίηση σύνδεσης των συσκευών. Συνεπώς εκτός από τις προκλήσεις που αναφέραμε στην ενότητα 3.3 κάποιιοι κίνδυνοι αφορούν (ISACA, 2013):

- τη διαχείριση ταυτότητας και πρόσβασης
- την ιδιοκτησία της τεχνολογίας και / ή των δεδομένων από ενδιαφερόμενα μέρη εκτός του τομέα πληροφορικής (π.χ. εμπορία ή HR)
- τα αιτήματα για ανταλλαγή δεδομένων με εξουσιοδοτημένα τρίτα μέρη (π.χ. κυβέρνηση)
- το άγνωστο κόστος χειρισμού και αποθήκευσης αυξανόμενων όγκων δεδομένων και διατήρηση των δεδομένων του δικτύου των συσκευών
- την ανάγκη για νέες ή βελτιωμένες ικανότητες στο προσωπικό
- την κανονιστική συμμόρφωση
- την ασφάλεια.

Πάντως, σε όλες τις αγορές που εξετάστηκαν, η μεγάλη πλειοψηφία των καταναλωτών ανησυχούν ότι οι πληροφορίες τους θα κλαπούν (ΗΠΑ: 90%, Μεξικό:

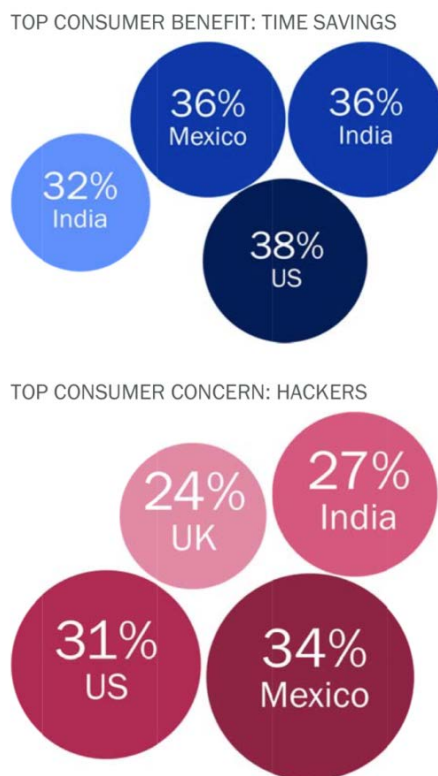
Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

91%, Ινδία: 88%, Ηνωμένο Βασίλειο: 86%) αν και πολλοί εξακολουθούν να διεξάγουν επικίνδυνες συμπεριφορές, όπως η χρήση των ίδιων δύο έως τριών κωδικών πρόσβασης σε πολλούς λογαριασμούς και ισότοπους (ΗΠΑ: 51%, Μεξικό: 47%, Ινδία: 50%, Ηνωμένο Βασίλειο: 50%) ή αντιγράφοντας κάπου τους κωδικούς πρόσβασης για να τους θυμούνται (ΗΠΑ: 40%, Μεξικό: 29%, Ινδία: 41%, Ηνωμένο Βασίλειο 22%) (ISACA, 2013).

Αυτή η σύγκρουση μεταξύ ανησυχιών για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την ασφάλεια και την φαινομενική επιθυμία για ευκολία θα καταστεί σημαντική καθώς οι συνδεδεμένες συσκευές εξαπλώνονται περαιτέρω, δεδομένου ότι οι καταναλωτές θα πρέπει να διαχειριστούν ένα αυξανόμενο σύμπαν διασύνδεσης και ανταλλαγής πληροφοριών στο Διαδίκτυο.

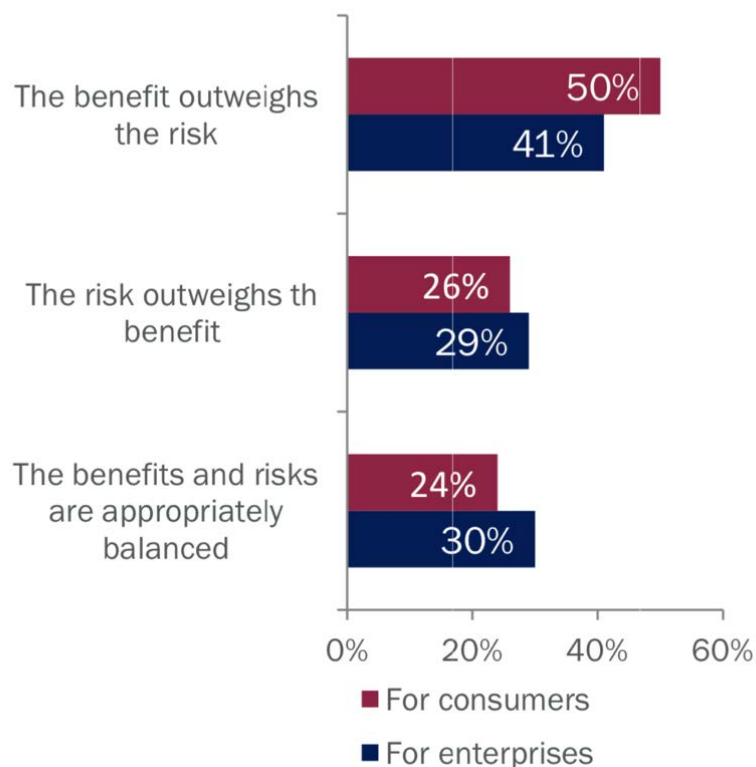
Γενικά, όμως, σε όλες τις αγορές, η εξοικονόμηση χρόνου θεωρείται ως ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη από τη χρήση συνδεδεμένων συσκευών (ΗΠΑ: 38%, Μεξικό: 36%, Ινδία: 32%, Ηνωμένο Βασίλειο: 36%). Από την άλλη, η κυβερνο-επίθεση στη συσκευή βρίσκεται μεταξύ των κορυφαίων ανησυχιών στις αγορές (ΗΠΑ: 31%, Μεξικό: 34%, Ινδία: 27%, ΗΒ: 24%) (ISACA, 2013).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας



Εικόνα 18: Το μέγιστο όφελος και ο μέγιστος κίνδυνος της χρήσης IoT σύμφωνα με τους καταναλωτές (ISACA, 2013)

Τελικά, σε μία έρευνα διαπιστώθηκε ότι ενώ οι επαγγελματίες της πληροφορικής αναγνωρίζουν τα θέματα διακυβέρνησης που θέτει το Διαδίκτυο των πραγμάτων, αναγνωρίζουν επίσης τα οφέλη. Ως εκ τούτου, παρά τα αντιληπτά κυβερνητικά ζητήματα, οι μισοί επαγγελματίες του κλάδου (50%) πιστεύουν ότι το όφελος του Διαδικτύου των πραγμάτων υπερτερεί του κινδύνου για τους μέσους καταναλωτές, ενώ το 41% πιστεύει το ίδιο και για τις επιχειρήσεις (έναντι του 29% που λέει ότι ο κίνδυνος υπερβαίνει του οφέλους για τις επιχειρήσεις) (ISACA, 2013).



Εικόνα 19: Η αναλογία οφέλους/κινδύνου σύμφωνα με τους επαγγελματίες πληροφορικής (ISACA, 2013).

4.4 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Ένα από τα προβλέψιμα πεδία μάχης σε οποιαδήποτε νέα αγορά τεχνολογίας πληροφοριών σχετίζεται με τα πρότυπα που θα ακολουθηθούν για να επιτρέψουν τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων προϊόντων. Εκτός από τα πρότυπα που εξελίσσονται από τον ανταγωνισμό στην αγορά και την ενδεχόμενη κυριαρχία από έναν ή περισσότερους ισχυρούς προμηθευτές, επιβάλλονται πρόσθετοι περιορισμοί στο σχεδιασμό και στην απόδοση των προϊόντων με κυβερνητικούς κανονισμούς (Bloede et al., 2015).

Υπάρχουν τουλάχιστον επτά διαφορετικές βιομηχανικές ομάδες που εργάζονται σε πρότυπα και το πιο αισιόδοξο χρονοδιάγραμμα για ένα «πρότυπο» IoT είναι το τέλος

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

του 2017. Μερικές από τις πιο σημαντικές προσπάθειες για τη δημιουργία ενός προτύπου IoT περιγράφονται παρακάτω (Bloede et al., 2015):

1. Συμμαχία AllJoyn / AllSeen: αναπτύχθηκε το 2011 από την Qualcomm με στοχευόμενες εφαρμογές τις συνδεδεμένες στο σπίτι, τις έξυπνες τηλεοράσεις, ήχο και πύλες, αυτοκίνητα. Οι υποστηριζόμενες πλατφόρμες είναι Android, iOS, Linux, OpenWRT Windows και OS X και έχει περίπου 100 επιχειρήσεις-μέλη.
2. Ανοικτή κοινοπραξία διασύνδεσης / IoTivity (OIC): προωθείται από την Intel, την Broadcom και τη Samsung και άλλους αρχικούς υποστηρικτές που συμπεριλαμβάνουν την Atmel, την Dell, και τον Wind River, κάτω από το μαρκάρισμα «IoTivity». Αποτελείται από περίπου 30 μέλη.
3. Κοινοπραξία Βιομηχανικού Διαδικτύου: Ιδρύθηκε από την Intel, τη Cisco, την AT & T, τη GE και την IBM τον Μάρτιο του 2014 και αποτελείται από περίπου 100 μέλη, συμπεριλαμβανομένων των πανεπιστημίων.
4. Ομάδα Thread: οδηγήθηκε από την Google / Nest, τη Samsung, το ARM, το Freescale, τα εργαστήρια πυριτίου, τους Big Ass Fan και τα Yale Locks και είναι σχεδιασμένο για να υποστηρίζει μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων για το σπίτι, συμπεριλαμβανομένων των συσκευών, του ελέγχου πρόσβασης, του ελέγχου κλίματος, της διαχείρισης ενέργειας, του φωτισμού, της ασφάλειας κτλ. Αποτελείται από περίπου 50 μέλη.
5. Apple: Ίσως δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η Apple επέλεξε μια ελαφρώς διαφορετική πορεία, προτείνοντας το δικό της πρότυπο HomeKit τον Σεπτέμβριο του 2014.

Το IoT θα επηρεάσει τους πολίτες και τις οικονομίες πολύ πιο βαθιά από ό, τι ακόμη και το ίδιο το Διαδίκτυο, και οι νομοθέτες και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής αρχίζουν να το λαμβάνουν σοβαρά υπόψη. Στις 13 Ιανουαρίου 2015, το Αμερικανικό Κογκρέσο δημιούργησε ένα Συνέδριο του Κογκρέσου για το IoT. Η IoT Caucus επιδιώκει να παρακολουθήσει τις ανησυχίες της IoT σχετικά με τη δημόσια πολιτική, συμπεριλαμβανομένης της επίδρασης της ηλεκτρονικής συνδετικότητας σε άτομα, καθώς και των επιχειρήσεων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και των μεταφορών.

Επίσης, το 2015, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Εμπορίου (FTC) δημοσίευσε μια έκθεση που περιγράφει συστάσεις που βοηθούν την προστασία των καταναλωτών καθώς

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

αγοράζουν και χρησιμοποιούν συσκευές IoT. Η ασφάλεια ήταν ένα από τα κύρια θέματα και η έκθεση περιλαμβάνει τις ακόλουθες συστάσεις για εταιρείες που αναπτύσσουν συσκευές IoT (Bloede et al., 2015):

- Κατασκευή της ασφάλειας στις συσκευές από την αρχή, και όχι σαν μια δεύτερη σκέψη στη διαδικασία σχεδιασμού
- Εκπαίδευση υπαλλήλων σχετικά με τη σημασία της ασφάλειας και διασφάλιση της διαχείρισης της ασφάλειας σε κατάλληλο επίπεδο στον οργανισμό
- Διασφάλιση της εύλογης ασφάλειας και λογικής εποπτείας στους παρόχους υπηρεσιών, όταν προσλαμβάνονται εξωτερικοί φορείς παροχής υπηρεσιών
- Όταν εντοπιστεί κίνδυνος ασφαλείας, εξέταση μιας στρατηγικής «άμυνας σε βάθος», βάσει της οποίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλαπλά επίπεδα ασφαλείας για την υπεράσπιση ενός συγκεκριμένου κινδύνου
- Εξέταση των μέτρων για τη διατήρηση πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων χρηστών στη συσκευή, στα δεδομένα ή στις προσωπικές πληροφορίες του καταναλωτή που είναι αποθηκευμένες στο δίκτυο
- Παρακολούθηση των συνδεδεμένων συσκευών καθ' όλη τη διάρκεια του αναμενόμενου κύκλου ζωής τους και όπου είναι εφικτό, παρέχοντας ενημερωμένες επιδιορθώσεις για την κάλυψη των γνωστών κινδύνων

Η FTC συνέστησε επίσης στις εταιρείες να εξετάσουν την ελαχιστοποίηση των δεδομένων, δηλαδή να περιορίσουν τη συλλογή των δεδομένων των καταναλωτών και να διατηρήσουν αυτές τις πληροφορίες μόνο για ορισμένο χρονικό διάστημα και όχι επ' αόριστον. Η έκθεση επισημαίνει ότι η ελαχιστοποίηση των δεδομένων αντιμετωπίζει δύο βασικούς κινδύνους για την προστασία της ιδιωτικής ζωής: (i) μια εταιρεία με μεγάλο κατάστημα δεδομένων για τους καταναλωτές θα γίνει ένας πιο δελεαστικός στόχος για κλέφτες δεδομένων ή χάκερ και, δεύτερον, (ii) τα δεδομένα για τους καταναλωτές θα χρησιμοποιηθούν κατά τρόπο αντίθετο προς τις προσδοκίες των καταναλωτών (Bloede et al., 2015).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

Σύμφωνα με την Field Fisher, μια πολυεθνική εταιρία νομικών με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ευρωπαϊκή Ένωση και το Ηνωμένο Βασίλειο σκοπεύουν να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα που αφορούν το IoT ως εξής: το IoT μπορεί να αποκαλύψει «στενές λεπτομέρειες». «Τα δεδομένα των αισθητήρων είναι μεγάλα σε ποσότητα, ποιότητα και ευαισθησία» και τα συμπεράσματα που μπορούν να αντληθούν είναι «πολύ μεγαλύτερα και ευαίσθητα» ειδικά όταν τα βλέπουμε παράλληλα με το cloud computing και τις μεγάλες αναλύσεις δεδομένων (Bloede et al., 2015).

Επίσης, το 2015, η ρυθμιστική αρχή Επικοινωνιών του Ηνωμένου Βασιλείου, Ofcom, εντόπισε αρκετούς τομείς προτεραιότητας στους οποίους πρέπει να επικεντρωθεί για να υποστηρίξει την ανάπτυξη του IoT, μεταξύ των οποίων (Bloede et al., 2015):

1. Απόρρητο: Η Ofcom καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ένα «κοινό πλαίσιο που επιτρέπει στους καταναλωτές να επιτρέπουν οι ίδιοι εύκολα και με διαφάνεια την έγκριση των συνθηκών υπό τις οποίες τα δεδομένα που συλλέγονται από τις συσκευές τους χρησιμοποιούνται και μοιράζονται από άλλους θα είναι καθοριστικής σημασίας για τη μελλοντική ανάπτυξη του IoT».
2. Ασφάλεια και ανθεκτικότητα δικτύων: Η Ofcom υποστηρίζει ότι «... θα υπάρξουν αυξανόμενες απαιτήσεις τόσο όσον αφορά την ανθεκτικότητα των δικτύων που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση δεδομένων IoT όσο και τις προσεγγίσεις για την ασφαλή αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων που συλλέγονται από συσκευές IoT».
3. Διαθεσιμότητα φάσματος: Η Ofcom καταλήγει στο συμπέρασμα ότι «οι υπάρχουσες πρωτοβουλίες θα συμβάλουν στην κάλυψη μιας μεγάλης ζήτησης βραχυπρόθεσμης έως μεσοπρόθεσμης ραδιοηλεκτρονικής μετάδοσης για το IoT, αλλά αναγνωρίζει ότι, καθώς αυξάνεται ο αριθμός των IoT και ο τομέας, ενδέχεται να υπάρξει νέα ανάγκη απελευθέρωσης περισσότερου ραδιοφάσματος μακροπρόθεσμα».

Συνολικά, φαίνεται ότι θα υπάρξει ανταγωνιστική ένταση μεταξύ των εταιρειών που τονίζουν την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των εταιρειών των οποίων η στρατηγική έχει ως άμεσο στόχο τη συλλογή πληροφοριών και τη δημιουργία εσόδων μέσω διαφημίσεων και άλλων μέσων. Το βαρύ χέρι της ρύθμισης θα είναι σίγουρα

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

ένας παράγοντας για την ανάπτυξη επιχειρηματικών μοντέλων στην IoT και θα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος κάθε επιτυχημένης στρατηγικής IoT.

Η πρόσφατη εμπειρία σε παραβιάσεις δεδομένων μεγάλης κλίμακας (Target Corporation, Sony Pictures) έχει βεβαίως αυξήσει την επίγνωση των ζητημάτων ασφάλειας της πληροφορίας, αλλά γενικά η πλειονότητα των παραβιάσεων της ασφάλειας παραμένει αδήλωτη και απαρατήρητη και ο βαθμός ευπάθειας ολόκληρης της οικονομίας σε κακόβουλο λογισμικό και ηλεκτρονική κατασκοπεία αυξάνεται γεωμετρικά καθώς συνδέεται όλο και περισσότερο η υποδομή με μεγάλα δημόσια δίκτυα.

Είναι επίσης σημαντικό να εξεταστεί η χρήση και η κατάχρηση των πληροφοριών. Ακόμη και εκτός του πλαισίου των παραβιάσεων της ασφάλειας, οι μεγάλες ποσότητες δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που συλλέγονται από φορητές συσκευές παρακολούθησης της υγείας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από ασφαλιστικές εταιρείες με διακρίσεις χωρίς κατάλληλη ρύθμιση, οδηγώντας για παράδειγμα σε άρνηση κάλυψης ορισμένων ατόμων ή ολόκληρων κατηγοριών ατόμων βάσει των δεδομένων που συλλέχθηκαν από φορητές συσκευές (Bloede et al., 2015).

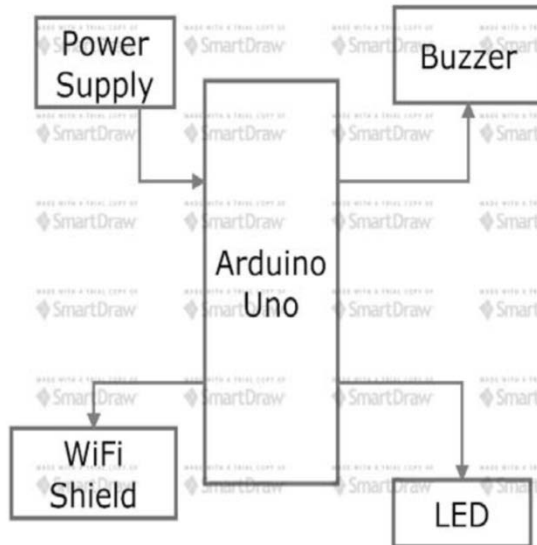
5 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Όπως είναι γνωστό, οι άνθρωποι συχνά ξεχνούν να παίρνουν τα φάρμακά τους την κατάλληλη στιγμή, ιδίως οι ηλικιωμένοι. Σε μια έρευνα σχεδίασαν ένα σύστημά που ονομάζεται Medbox και περιλαμβάνει ένα ειδικό κιβώτιο φαρμάκων το οποίο συνδέεται ασύρματα με τη νοσοκομειακή διοίκηση για την παρακολούθηση της ορθής χρήσης των φαρμάκων (Gipsa et al., 2016).

Η νοσοκομειακή διοίκηση παρακολουθεί τις λεπτομέρειες ρουτίνας μέσω μιας ιστοσελίδας που διαχειρίζεται η πλευρά του νοσοκομείου. Μια εφαρμογή Android εγκαθίσταται στο smartphone των ασθενών καθώς και στο smartphone του γιατρού. Μέσω της εφαρμογής, οι ασθενείς μπορούν να δουν τις συνταγές τους, να κλείσουν ραντεβού και να λάβουν σημειώσεις σχετικά με την πρόσληψη φαρμάκων. Οι γιατροί μπορούν να δουν τις λεπτομέρειες των ασθενών τους και να δηλώσουν την αίτηση για άδεια (Gipsa et al., 2016).

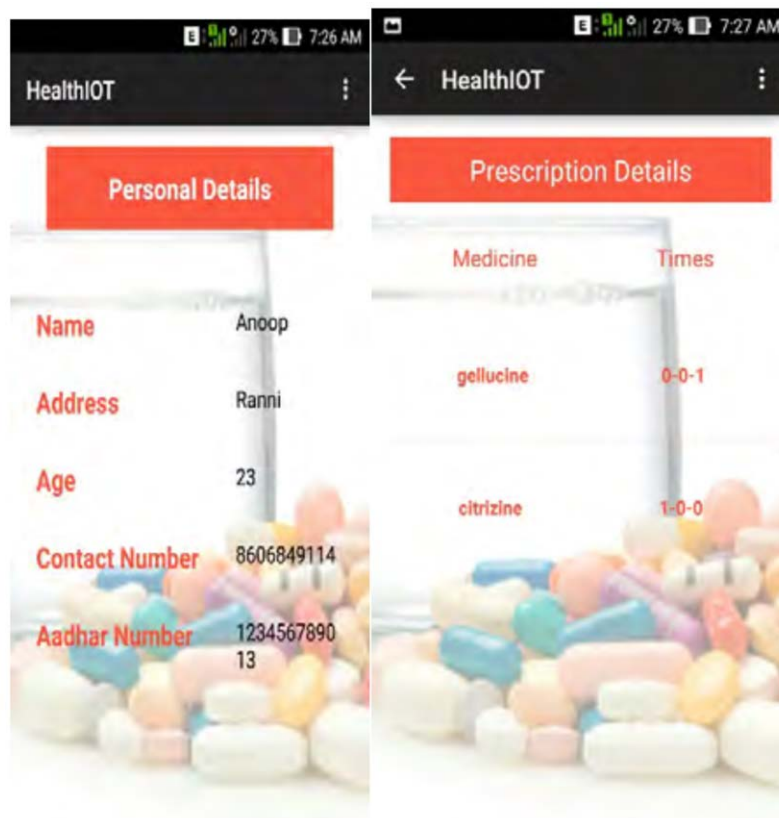
Συγκεκριμένα, η ομάδα αυτή σχεδίασε ένα ιατρικό κουτί με τρία διαμερίσματα. Στη συνέχεια, συνέδεσε μια ενδεικτική λυχνία LED με κάθε διαμέρισμα. Έτσι, όταν φτάνει η ώρα ο ασθενής να πάρει το φάρμακο, το LED από το σωστό διαμέρισμα ανάβει. Εάν ο ασθενής ανοίξει το λάθος διαμέρισμα, τότε θα ενεργοποιηθεί ο βομβητής. Μια θωράκιση wifi επισυνάπτεται στον πίνακα arduino, ο οποίος ενημερώνει αυτόματα την ιστοσελίδα του νοσοκομείου. Το Medbox ενσωματώνει επίσης αισθητήρες όπως έναν αισθητήρα θερμοκρασίας που διαβάζει την τιμή της θερμοκρασίας των ασθενών και ειδοποιεί εάν υπερβαίνει ένα όριο (Gipsa et al., 2016).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας



Εικόνα 20: Η αρχιτεκτονική του συστήματος Medbox (Gipsaetal, 2016)

Στη συνέχεια, η ομάδα σχεδίασε μια εφαρμογή Android Health Care που αναπτύσσεται και εγκαθίσταται τόσο στα smartphone των ασθενών όσο και των γιατρών. Και οι δύο εφαρμογές έχουν μικρή διαφορά στα χαρακτηριστικά τους. Οι ασθενείς μπορούν να δουν τα προσωπικά τους στοιχεία, τις ιατρικές τους λεπτομέρειες, να κλείσουν ραντεβού με τον γιατρό και να συνομιλήσουν μαζί του. Ταυτόχρονα, ο γιατρός μπορεί να δει τις λεπτομέρειες των ασθενών του, τα ραντεβού του, να υποβάλει αίτηση για άδεια και να συνομιλήσει με τους ασθενείς. Και οι δύο εφαρμογές χρειάζονται τα στοιχεία του χρήστη για να συνδεθούν. Το αναγνωριστικό σύνδεσης και ο κωδικός πρόσβασης είναι τα ίδια με αυτά που δόθηκαν κατά την εγγραφή στο νοσοκομείο. Επίσης, η εφαρμογή παρέχει τη δυνατότητα κοινοποίησης τη στιγμή της φαρμακευτικής αγωγής. Έτσι, οι ασθενείς και ο γιατρός καταχωρούνται στο νοσοκομείο. Ο νοσοκομειακός διακομιστής θα περιέχει όλα τα αρχεία του ασθενούς και του γιατρού. Θα αποθηκεύσει τις φαρμακευτικές λεπτομέρειες, τις λεπτομέρειες της συνταγής και το ιστορικό των φαρμάκων που συλλέγονται από κάθε ασθενή. Οι τιμές από τον αισθητήρα θερμοκρασίας καταγράφονται επίσης στο νοσοκομειακό διακομιστή. Έτσι, εάν η θερμοκρασία υπερβεί τις οριακές ειδοποιήσεις θα αποστέλλεται ένα SMS στο ενδιαφερόμενο άτομο. Αυτό βοηθά να ληφθούν τα απαιτούμενα μέτρα σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης (Gipsa et al., 2016).



Εικόνα 21: Η εφαρμογή Android Health Care του ασθενούς (Gipsaetal, 2016).

Όσον αφορά το νοσοκομείο, η διοίκηση μπορεί να δει και να ελέγξει τα αρχεία του ασθενούς ανά πάσα στιγμή. Ο κύριος στόχος του Medbox είναι η ρύθμιση και η βελτιστοποίηση της προσβασιμότητας των φαρμάκων και η εφαρμογή της συνταγής με απλούστερο και φιλικότερο προς τον χρήστη τρόπο. Ως εκ τούτου, οι βασικές λειτουργίες περιλαμβάνουν (Gipsa et al., 2016):

α) Νοσοκομειακός διακομιστής:

Οι ασθενείς καταχωρούνται στο νοσοκομείο δίνοντας τις απαιτούμενες λεπτομέρειες. Αποθηκεύονται στο διακομιστή.

Οι γιατροί που αντιστοιχούν σε κάθε ασθενή θα καταχωρηθούν στο χώρο του νοσοκομείου. Ο γιατρός μπορεί να έχει λεπτομερείς πληροφορίες για τον ασθενή του. Ο διαχειριστής διαχειρίζεται τις λεπτομέρειες της συνταγής και τις λεπτομέρειες της συνάντησης. Όταν υπάρχει αλλαγή στη δοσολογία των φαρμάκων, θα ειδοποιηθεί ο διακομιστής και οι ειδοποιήσεις θα ενημερώνουν την εφαρμογή του ασθενούς.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

β) Εφαρμογή και ειδοποίηση Android:

Ο ασθενής και ο γιατρός πρέπει να εγκαταστήσουν μια εφαρμογή Android, Health-IoT. Τα στοιχεία σύνδεσης παρέχονται τη στιγμή της εγγραφής. Τόσο ο ασθενής όσο και ο γιατρός μπορούν εύκολα να δουν τις λεπτομέρειες. Μπορούν να δουν τα προσωπικά τους στοιχεία και τις λεπτομέρειες ασθενών των αντίστοιχων γιατρών. Ο ασθενής μπορεί να επιλέξει μια ημερομηνία για το ραντεβού ενώ ο γιατρός μπορεί να υποβάλει αίτηση για άδεια. Οι έλεγχοι του διαχειριστή γι' αυτές τις λεπτομέρειες επιβεβαιώνουν το ραντεβού. Μια άλλη ενδιαφέρουσα λειτουργικότητα είναι η εφαρμογή συνομιλίας που βοηθά στην επικοινωνία μεταξύ του γιατρού και του ασθενούς. Όταν υπάρχει αλλαγή στη δοσολογία του φαρμάκου, ο ασθενής θα ενημερωθεί μέσω της εφαρμογής. Η εφαρμογή παρέχει επίσης ειδοποιήσεις όταν περνάει χρόνος που ο ασθενής δεν έχει πάρει το φάρμακο.

γ) Μονάδα υλικού:

Η μονάδα υλικού αποτελείται από τρία διαμερίσματα, το καθένα από τα οποία φέρουν μια ενδεικτική λυχνία για να υποδείξουν το κουτί που πρόκειται να ληφθεί. Κάθε κουτί διαθέτει διακόπτη και μαγνήτη για να επιβεβαιώνεται ότι είναι κλειστό ή ανοικτό. Υπάρχει πίνακας arduino με θωράκιση Ethernet. Ένας βομβητής ενεργοποιείται κάθε φορά που ανοίγει ένα λανθασμένο διαμέρισμα. Οι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν στο κουτί για να σημειωθούν τα ζωτικά σημάδια του ασθενούς.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ενώ η έννοια του συνδυασμού υπολογιστών, αισθητήρων και δικτύων για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συσκευών έχει θεμελιωθεί εδώ και δεκαετίες, η πρόσφατη συρροή των βασικών τεχνολογιών και τάσεων της αγοράς οδηγεί σε μια νέα πραγματικότητα, το «Διαδίκτυο των πραγμάτων». Το IoT υπόσχεται να δημιουργήσει έναν επαναστατικό, πλήρως διασυνδεδεμένο, «έξυπνο» κόσμο, όπου οι σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων και του περιβάλλοντος καθώς και των αντικειμένων και των ανθρώπων θα γίνονται όλο και πιο στενά συνδεδεμένες. Η προοπτική του IoT, όπως μια πανταχού παρούσα σειρά συσκευών που συνδέονται με το Ίντερνετ, μπορεί να αλλάξει θεμελιωδώς τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι σκέφτονται τι σημαίνει να είναι «σε απευθείας σύνδεση».

Αυτό το επίπεδο διασύνδεσης θα αποτελέσει ένα όφελος για την υγειονομική περίθαλψη, όπου οι παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά του ανθρώπινου σώματος μπορούν να αναλυθούν με βάση διάφορα μοντέλα. Αυτοί οι παράγοντες μαζί με τις εξελίξεις στη γενετική θα καταστήσουν δυνατή την πρόβλεψη των τάσεων της υγείας και των αλλεργιών του ατόμου προσφέροντας εξατομικευμένες συστάσεις για κατάλληλες σωματικές δραστηριότητες, δίαιτες κλπ. Αυτές οι εφαρμογές βέβαια, δεν προορίζονται να αντικαταστήσουν την εμπειρία των γιατρών αλλά να συνεργαστούν μαζί του. Με αυτή την προσέγγιση, οι νέες τάσεις στο IoT έχουν τη δυνατότητα να μετατρέψουν τον τρόπο παροχής της πρωτοβάθμιας περίθαλψης στους ασθενείς.

Επιπλέον, για τον αναπτυσσόμενο κόσμο, το IoT φέρνει ένα νέο μοντέλο παροχής υγειονομικής περίθαλψης με καλή ποιότητα σε προσιτό επίπεδο. Η χρήση των συσκευών υγειονομικής περίθαλψης του IoT όπως αυτές που παρέχουν εξ αποστάσεως διαβούλευση ή οι διαγνωστικές συσκευές χειρός κτλ θα αυξηθούν σε σύγκριση με την παραδοσιακή υγειονομική περίθαλψη πρωτοβάθμιας περίθαλψης σε συγκεκριμένα μέρη του κόσμου. Είναι προφανές ότι το IoT θα διευκολύνει

Το διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της υγείας

μελλοντικά νέα επιχειρηματικά μοντέλα και νέα μοντέλα παροχής υγειονομικής περίθαλψης τόσο για τους αναπτυσσόμενους όσο και για αναπτυγμένους κόσμους.

Μολονότι όμως, οι δυνητικές συνέπειες είναι σημαντικές, ορισμένες πιθανές προκλήσεις ενδέχεται να παρεμποδίσουν το όραμα αυτό, ιδίως στους τομείς της ασφάλειας, της ιδιωτικότητας, της διαλειτουργικότητας, των πρότυπων και της ένταξης των αναδυόμενων οικονομιών. Το IoT περιλαμβάνει ένα σύνθετο και εξελισσόμενο σύνολο τεχνολογικών, κοινωνικών και πολιτικών προβληματισμών σε ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων. Το IoT συμβαίνει τώρα και υπάρχει ανάγκη να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις του και να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη του, ενώ ταυτόχρονα θα μειωθούν οι κίνδυνοί του.

Η κοινωνία του Διαδικτύου νοιάζεται για το IoT επειδή αντιπροσωπεύει μια αυξανόμενη πτυχή του τρόπου με τον οποίο οι άνθρωποι και τα ιδρύματα είναι πιθανό να αλληλοεπιδράσουν. ενώ επίσης ενσωματώνει το Διαδίκτυο και τη συνδεσιμότητα του δικτύου στην προσωπική, κοινωνική και οικονομική ζωή τους. Οι λύσεις για τη μεγιστοποίηση των οφελών του IoT με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των κινδύνων μπορεί να λάβουν χώρα μόνο με ενημερωμένη δέσμευση, διάλογο και συνεργασία των διάφορων εμπλεκόμενων φορέων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ABI Research (2012), Over 5 Billion Wireless Connectivity Chips Will Ship in 2013, Broadcom and Qualcomm are the Leading Suppliers, London, United Kingdom, <https://www.abiresearch.com/press/over-5-billion-wireless-connectivity-chips-will-sh/>
- Alcaraz, C. Najera, P. Lopez, J. and Roman, R. (2010). Wireless sensor networks and the Internet of Things: Do we need a complete integration? in Proc. 1st Int. Workshop Security Internet Things (SecIoT).
- Application Developers Alliance (2017), Internet of Things: Wearables. <http://www.appdevelopersalliance.org/internet-of-things/wearables/>
- Ashish M. (2016), How Internet of Things will help in weather forecasting, Iot worm, <http://iotworm.com/internet-of-things-technology-weather-forecasting/http://iotworm.com/internet-of-things-technology-weather-forecasting/>
- Ashton K. (2009), <http://kevinjashton.com/2009/06/22/the-internet-of-things/>
- Baguley, R. & McDonald C. (2015), Appliance Science: The Internet of Toasters (and Other Things). CNET, <http://www.cnet.com/news/appliance-science-the-internet-of-toasters-and-other-things/>
- Benioff M. (2015), Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services. http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_IndustrialInternet_Report2015.pdf
- Bhattacharjee D. & Bera R. (2014), Development of smart detachable wireless sensing system for environmental monitoring. International journal on smart sensing and intelligent systems, 7 (3).
- Bloede, K. Mischou, G. Senan, A. Koontz, R. (2015). The Internet of Things. “Smart” Products Demand a Smart Strategy Using M&A for a Competitive Edge. Woodside Capital Partners
- Bradbury, D. (2015), How Can Privacy Survive in the Era of the Internet of Things? The Guardian, Technology. <http://www.theguardian.com/technology/2015/apr/07/how-can-privacy-survive-the-internet-of-things>

- Carnegie Mellon University (2015), The "Only" Coke Machine on the Internet. Carnegie Mellon University Computer Science Department. https://www.cs.cmu.edu/~coke/history_long.txt
- CBS News, (2015), Samsung Smart TV's Voice Recognition Creates Privacy Concerns. CBS This Morning.. <http://www.cbsnews.com/videos/samsung-smart-tvs-voice-recognition-creates-privacy-concerns/>
- Champerlin B. (2016), Healthcare Internet of Things: 18 trends to watch in 2016, IBM Center for Applied Insights
- Chan, M. (2011) The worldwide rise of chronic non communicable diseases: a slow-motion catastrophe. World Health Organization.http://www.who.int/dg/speeches/2011/ministerial_conf_ncd_20110428/en/
- Chatzimilioudis G, et al., (2011), Crowdsourcing with Smartphones. IEEE Internet Computing
- Christin, D. Reinhardt, A. Mogre P. and Steinmed, R. (2009). Wireless Sensor Networks and the Internet of Things: Selected Challenges, in Proceedings of the 8th GI/ITG Ku VS Fachgespräch "Drahtlose Sensornetze, 31-33
- Ciccari, M. (2014), What's Missing from the Industrial Internet of Things Conversation? Software. Wired. <http://www.wired.com/insights/2014/11/industrial-internet-of-things-software/>
- Cisco, (2015), Cloud and Mobile Network Traffic Forecast - Visual Networking Index (VNI). <http://cisco.com/c/en/us/solutions/serviceprovider/visual-networking-index-vni/index.html>
- Computer Information, (2010). A History of the Internet: 1988. Web log post. <http://inthehistory4u.blogspot.com/2010/08/1988.html>
- Curioni, F. Murtas, M. Silari. (2017), Internet of Sensors. World Scientific News, 67 (2), 126-148
- Danova, T. (2013), Morgan Stanley: 75 Billion Devices Will Be Connected To The Internet Of Things By 2020. Business Insider. <http://www.businessinsider.com/75-billion-devices-will-be-connected-to-the-internet-by-2020-2013-10>
- Delphine C, Reinhardt A, Mogre P S, SteinmetzR. (2009), Wireless Sensor Networks and the Internet of Things: Selected Challenges. http://www.ti5.tu-harburg.de/events/fgsn09/proceedings/fgsn_031.pdf

- Djajadi A, (2016), Ambient Environment quality monitoring Using IoT Sensor Network. *Interworking Indonesia Journal*, 8 (1).
- Dlodlo N. (2012), Adopting the internet of things technologies in environmental management in South Africa. *International Conference on Environment Science and Engineering, IPCBEE Vol. 3 2*, IACSIT Press, Singapore.
- Domingo, MC, (2012). An Overview of the Internet of Things for People with Disabilities. *Journal of Network and Computer Applications* 35 (2), 584–96.
- Dragusin M, Stanga D, Gurau D, Ionescu E. (2014), Radiation monitoring under emergency conditions. *Rom. Journal. Phys.* 59, (9-10) 891-903.
- Farheen F. et al., (2015), Internet of things: A Survey on Architecture, Applications, Security, Enabling Technologies, Advantages & Disadvantages. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 4 (12)
- Frazier, MW. (2013). No Country for Old Age. *The NY Times*. <http://www.nytimes.com/2013/02/19/opinion/no-country-for-old-age.html>?
- Gapchup, A. Wani, A. Gapchup, D. Jadhav S. (2016). Health Care Systems Using Internet of Things. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*. 4 (12).
- Gipsa, A. Varghese, B. Jose, JG. Abraham, A. (2016). A Modern Health Care System Using IoT and Android. *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSSE)*, 8 (4), 117-121
- Greenberg, A. (2015), Hackers Remotely Kill a Jeep on the Highway—With Me in It. *WIRED*. <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>
- GrowthEnabler, (2017), Market Pulse Report, (IoT) UK, Discover Key Trends & Insights on Disruptive Technologies & IoT innovations, GrowthEnabler Personalised Intelligence Interface (Pii) platform.
- GSMA (2014), Understanding the Internet of Things (IoT), GSM Association, London
- Huawei Technologies (2015), Global Connectivity Index. Huawei Technologies Co, Ltd.. <http://www.huawei.com/minisite/gci/en/index.html>
- IAEA (2005), Safety Standards for protecting people and environment; Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection; Safety Guide No. RS-G-1.8, IAEA international atomic energy agency. <http://www.ns.iaea.org/standards/feedback.htm>
- IEEE, (2015), IEEE Smart Cities. <http://smartcities.ieee.org/>

- Intel Corporation, (2014). Transforming Healthcare with Telemedicine Solutions based on the Internet of Things (IoT). Intel Internet of Things Solutions Alliance
- Internet Society, (2015), Values and Principles. <http://www.internetsociety.org/who-we-are/mission/values-and-principles>
- Internet Society, (2015a). Values and Principles. Principles. <http://www.internetsociety.org/who-we-are/mission/values-and-principles>
- Internet Society, (2015b). The Internet of Things: An Overview. Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World. <http://www.internetsociety.org>
- Internet Society. (2014). Open Internet: What is it, and how to avoid mistaking it for something else. <https://www.internetsociety.org/doc/open-internet-what-it-and-how-avoid-mistaking-it-something-else>
- IOTDirWiki i (2017), Int Area Wiki - Internet-of-Things Directorate, IETF. <http://trac.tools.ietf.org/area/int/trac/wiki/IOTDirWiki>
- ISACA. (2013). Risks and Rewards of the Internet of Things, ISACA's 2013 IT Risk/Reward Barometer. <https://www.isaca.org/SiteCollectionDocuments/2013-Risk-Reward-Survey/2013-Global-Survey-Report.pdf>
- Islam, S.M.R, Kwak, D, Kabir, H, Hossain, M, And Kwak, K-S, (2015). The Internet of Things for health Care: A Comprehensive Survey. 10.1109/ACCESS.2015.2437951
- Jara, J., Zamora-Izquierdo, M. A and Skarmeta, A. F. (2013). Interconnection framework for mHealth and remote monitoring based on the Internet of Things, IEEE J. Sel. Areas Commun, 31 (9), 47-65.
- Jiang P, XiaH, He Z. and Wang Z. (2009). Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks. Sensors 9, 6411-6434; doi: 10.3390/s90806411
- Kamal Z. Mohammeda A, Sayed E. Ahmedb A. (2017) Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies, WSN 67 (2), 126-148
- Li, C. Raghunathan, A. and Jha, N. (2011). Hijacking an Insulin Pump: Security Attacks and Defenses for a Diabetes Therapy System in IEEE 13th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Columbia, MO, 150-156.
- Living Internet, (2000), The Internet Toaster. http://www.livinginternet.com/i/ia_myths_toast.htm

- Lobaccaro G, Carlucci S. and Löfström E. (2016). A Review of Systems and Technologies for Smart Homes and Smart Grids. www.mdpi.com/journal/energies
- Lopez Research LLC, (2013), An Introduction to the Internet of Things (IoT), Part 1. of The IoT Series
- Mainetti, L. Patrono, L. and Vilei, A. (2011). Evolution of wireless sensor networks towards the Internet of Things: A survey, in Proc. 19th Int. Conf. Softw, Telecommun. Comput. Netw. (SoftCOM), 1-6.
- Manyika, J, Chui M, Bisson P, Woetzel J, Dobbs R, Bughin J, and Aharon D. (2015), The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. McKinsey Global Institute.
- Manyika, J, Chui M, Bisson P, Woetzel J, Dobbs R, Bughin J, and Aharon D. (2015), The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. McKinsey Global Institute,p.3.http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world
- Manyika, J. et. al, (2015). The Internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype. McKinsey Global Institute, 2. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world
- Mendes TD. P. et al., (2015), Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources. Energies
- Miceli R. (2013), Energy Management and Smart Grids. Energies
- Mirzabeiki V. (2010),An Overview of the Freight Intelligent Transportation Systems, BTC,[http://www.bth.se/tek/intelligent_gods.nsf/bilagor/Mirzabeiki,2010,ITS%20World%20Busan_pdf/\\$file/Mirzabeiki,2010,ITS%20World%20Busan.pdf](http://www.bth.se/tek/intelligent_gods.nsf/bilagor/Mirzabeiki,2010,ITS%20World%20Busan_pdf/$file/Mirzabeiki,2010,ITS%20World%20Busan.pdf)
- Mohammed Z.K. A, & Ali Ahmed E. S, (2017), Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies, WSN, 67 (2), 126-148
- Mrsnik, M. Beers, DT. Morozov, I. (2010) Global Aging 2010: An Irreversible Truth. Standard & Poor's, RatingsDirect on the Global Credit Portal.http://www.ebrd.com/downloads/research/news/Session_II_Mrsnik.pdf.

- Murray A, Minevich M. and Abdoullaev A. (2011), Being smart about smart cities. KM World.
- Niewolny D, (2013), How the Internet of Things Is Revolutionizing Healthcare, NXP, White papers
- Niewolny, D. (2013). How the Internet of Things Is Revolutionizing Healthcare. Freescale Semiconductor, Inc, Reg. U.S. Pat. & Tm. Off.
- Nuaimi E.Al et al., (2015), Applications of big data to smart cities. Journal of Internet Services and Applications
- Oxford Dictionaries (2017), Internet of Things. http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/Internet-of-things
- Pande, P. (2014). Internet of Things –A Future of Internet: A Survey International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies, 2 (2)
- Paré G, Moqadem K, Pineau G, St-Hilaire C, (2010), Clinical effects of home telemonitoring in the context of diabetes, asthma, heart failure and hypertension: a systematic review, J Med Internet Research, Available at: <http://www.jmir.org/2010/2/e21/> doi: 10.2196/jmir.1357
- Parks Associates. (2014). More than one-fourth of U.S. broadband households have used some type of online healthcare communications.HIMSS
- Polsonetti, C. (2014), Know the Difference Between IoT and M2M. Automation World, <http://www.automationworld.com/cloud-computing/know-difference-between-iot-and-m2m>
- Postscapes (2015), History of the Internet of Things- Postscapes. <http://postscapes.com/internet-of-things-history>
- Rashed Mohassel R. et al., (2014), A survey on Advanced Metering Infrastructure. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 63, 473-484.
- RFC 7452, (2017), Architectural Considerations in Smart Object Networking, <https://tools.ietf.org/html/rfc7452>
- Rockenbach Tarouco LM, Bertholdo LM, Granville LZ, Ribeiro Arbiza LM, Carbone F, Marotta M, Cardoso de Santanna JJ, (2012), Internet of Things in Healthcare : Interoperability and Security Issues, International Workshop on Mobile Consumer Health Care Networks, Systems and Services, Institute of Informatics Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) Porto Alegre, Brazil

- Rose K, Eldridge S, Chapin L (2015), An Overview Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World, Internet Society.com
- Sajja A, Kharde D. K. Pandey C. (2016), A Survey on efficient way to Live: Smart Home - It's an Internet of Things. ISAR - International Journal of Electronics and Communication Ethics, 1 (1).
- Scheffer, RM. Liu, JX. Kinfuc Y.& Dal Poz, MR. (2008). Forecasting the global shortage of physicians: an economic- and needs-based approach. Bulletin of the World Health Organization, 86,516–523.
- Sermakani V. (2014). Transforming healthcare through Internet of Things. Robert Bosch Engineering and Business Ltd
- Sreekanth, KUPG. & Nitha, KP. (2016). A Study on Health Care in Internet of Things. International Journal on Recent and Innovation Trends in computing and Communication, 4 (2),44-47
- Stafford-Fraser, Q. (1995), The Trojan Room Coffee Pot. [http: //www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html](http://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html)
- Starr, M. (2014). Fridge Caught Sending Spam Emails in Botnet Attack - CNET. CNET. [http: //www.cnet.com/news/fridge-caught-sending-spam-emails-in-botnet-attack/](http://www.cnet.com/news/fridge-caught-sending-spam-emails-in-botnet-attack/)
- Suhonen J. (2013), Experiences and Future Plans for WSN-enabled Service Development in Home Environment. Realin white paper
- Susmitha P, & Sowmyabala G. (2014), Design and Implementation of Weather Monitoring and Controlling System. International Journal of Computer Application, 97 (3)
- Talasila M, Curtmola R, and Borcea C. (n.d), Mobile Crowd Sensing; New Jersey Institute of Technology. [https: //web.njit.edu/~mt57/publications/Chapter4.pdf](https://web.njit.edu/~mt57/publications/Chapter4.pdf)
- Thaler, D, Tschofenig H, and Barnes M. (2015), Architectural Considerations in Smart Object Networking. IETF 92 Technical Plenary - IAB RFC 7452.. Web. [https: //www.ietf.org/proceedings/92/slides/slides-92-iab-techplenary-2.pdf](https://www.ietf.org/proceedings/92/slides/slides-92-iab-techplenary-2.pdf)
- Thierer, A, & Castillo A. (2015), Projecting the Growth and Economic Impact of The Internet of Things. George Mason University, Mercatus Center. [http: //mercatus.org/sites/default/files/IoT-EP-v3.pdf](http://mercatus.org/sites/default/files/IoT-EP-v3.pdf)

- UNDP/ ECHO (2010), Community based best practices for disaster risk reduction, Disaster Preparedness Programme (DIPECHO) <http://www.undp.org/content/dam/mozambique/docs/Community%20based%20BP.pdf>
- Vermesan O. & Friess P. (2014). Internet of Things: From Research and Innovation to Market Deployment - IERC 2014. River Publisher
- Vilamovska, A.M. Hattziandreu, E. Schindler, R. Van Oranje, C. DeVries, H. Krapelse, J. (2009). RFID Application in Healthcare – Scoping and Identifying Areas for RFID Deployment in Healthcare Delivery, RAND, Europe.
- WHO. (2014). Deaths from NCDs. World Health Organization. http://www.who.int/gho/ncd/mortality_morbidity/ncd_total/en/
- Wikipedia (2017), Machine to Machine. Wikipedia, the Free Encyclopedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_to_machine
- Wilton, R. (2014). Position Paper: Four Ethical Issues in Online Trust. Issue brief no. CREDS-PP-2.0. Internet Society. [https://www.internetsociety.org/sites/default/files/Ethical Data-handling - v2.0.pdf](https://www.internetsociety.org/sites/default/files/Ethical%20Data-handling%20-%20v2.0.pdf)