

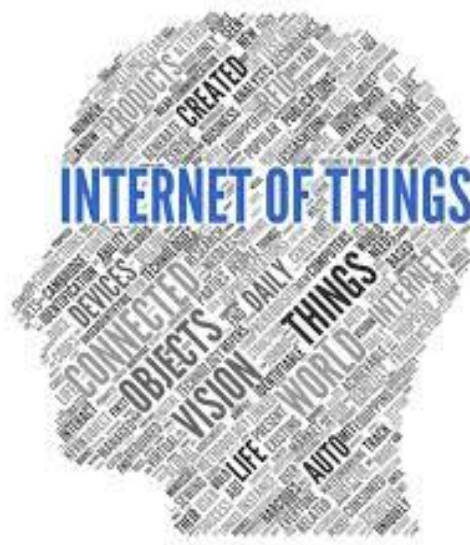
Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Internet of Things»

**Μούρτου Αλεξία
Κυράνας Αναστάσιος**

Εισηγητής: Δρ. Γιαννακόπουλος Παναγιώτης



ΑΘΗΝΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2016

INTERNET OF THINGS

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

INTERNET OF THINGS

**Μούρτου Αλεξία Α.Μ.:38203
Κυράνας Αναστάσιος Α.Μ. 38461**

Εισηγητής:

Δρ. Παναγιώτης Γιαννακόπουλος, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Ημερομηνία εξέτασης:

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η
του, με αριθμό μητρώου
φοιτητής/τρια 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 απόφαση 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.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον σύζυγό μου, τους γονείς μου και τους καθηγητές μου που με βοήθησαν να καταλάβω πόσο σημαντικό ήταν να σπουδάσω και ήταν αρωγοί μου στην προσπάθεια αυτή μέχρι το τέλος. Αφιερώνω αυτή την πτυχιακή εργασία στον συμφοιτητή και φίλο μου Αναστάση, γιατί υπήρξε ο δάσκαλος του πιο σπουδαίου μαθήματος της ζωής μου και γιατί δεν βρήκα ποτέ το κουράγιο να σβήσω το όνομά του από αυτές τις σελίδες.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Φαίνεται να διανύουμε μία νέα εποχή στην τεχνολογία των υπολογιστών που πολλοί αποκαλούν το Διαδίκτυο των πραγμάτων (the Internet of Things (IoT)). Μηχανή με μηχανή, μηχανή στην υποδομή, μηχανή στο περιβάλλον, το Διαδίκτυο των πάντων, το Διαδίκτυο των ευφυών πραγμάτων, ευφυών συστημάτων, όπως κι αν το αποκαλέσουμε συμβαίνει και οι δυνατότητές του είναι τεράστιες και αξεπέραστες.

Μπορούμε να δούμε το IoT σαν δισεκατομμύρια από έξυπνα, συνδεδεμένα «πράγματα» (ένα είδος νευρωνικού παγκόσμιου δικτύου) που θα περικλείσει κάθε πλευρά της ζωής μας αφού η θεμελίωσή του αποτελεί την ευφυΐα την οποία παρέχει η ενσωματωμένη επεξεργασία. Το IoT αποτελείται από έξυπνες συσκευές οι οποίες επιδρούν και επικοινωνούν με άλλες συσκευές, αντικείμενα, περιβάλλοντα και υποδομές. Σαν αποτέλεσμα, τεράστιος όγκος δεδομένων παράγεται τα οποία παρέχουν χρήσιμες λειτουργίες που μπορούν να "διατάξουν" και να ελέγξουν αντικείμενα προκειμένου να κάνουν τη ζωή μας ευκολότερη και ασφαλέστερη, όπως επίσης να μειώσουν την επίδραση μας στο περιβάλλον. Η δημιουργία αυτής της καινούριας εποχής είναι απεριόριστη με απίστευτες δυνατότητες βελτίωσης της ζωής μας. Στην παρακάτω πτυχιακή εργασία γίνεται μία εκτενής αναφορά στις δυνατότητες, τη χρησιμότητα, τις εφαρμογές αλλά και την εξελικτική πορεία του Internet of Things.

ABSTRACT

We're entering a new era of computing technology that many are calling the Internet of Things (IoT). Machine to machine, machine to infrastructure, machine to environment, the Internet of Everything, the Internet of Intelligent Things, intelligent systems—call it what you want, but it's happening, and its potential is huge.

We see the IoT as billions of smart, connected "things" (a sort of "universal global neural network" in the cloud) that will encompass every aspect of our lives, and its foundation is the intelligence that embedded processing provides. The IoT is comprised of smart machines interacting and communicating with other machines,

objects, environments and infrastructures. As a result, huge volumes of data are being generated, and that data is being processed into useful actions that can “command and control” things to make our lives much easier and safer—and to reduce our impact on the environment. The creativity of this new era is boundless, with amazing potential to improve our lives. The following thesis is an extensive reference to the possibilities, utility, applications and the evolution of the Internet of Things.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Διαδίκτυο, Interconnection, Ηλεκτρονικά Κυκλώματα
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: IoT, αισθητήρες, έξυπνο σπίτι, ασφάλεια,

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1. Ορισμός του IoT.....	13
1.2. Το IoT στη ζωή μας	14
1.3. Κύρια χαρακτηριστικά του IoT.....	15
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	19
2.1. Πρώτη κατηγορία εφαρμογών	19
2.2. Δεύτερη κατηγορία εφαρμογών	19
2.3. Παραδείγματα εφαρμογών	20
2.3.1. Το έξυπνο σπίτι.....	20
2.3.2. Έξυπνες πόλεις.....	21
2.3.3. Έξυπνη βιομηχανία	22
2.3.4. Έξυπνο περιβάλλον.....	23
2.3.5. Μεταφορές/Εφοδιασμός.....	24
2.3.6. Λιανική Πώληση.....	25
2.3.7. Ιατρική Παρακολούθηση Εξ' αποστάσεως.....	26
2.3.8. Έξυπνη Ενέργεια	27
2.3.9. Έξυπνη Κτηνοτροφία	28
2.3.10. Έξυπνη Μέτρηση.....	28
2.3.11. Έξυπνη Γεωργία	29
IoT ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	31
3.1. Αυτονομία.....	31
3.2. Ιδιότητες των αυτόνομων IoT συστημάτων	32
3.2.1. Αυτο-προσαρμογή (Self-adaptation).....	32
3.2.2. Αυτο-οργάνωση (Self-organization)	32
3.2.3. Αυτο-βελτιστοποίηση (Self-optimization)	33
3.2.4. Αυτο-ρύθμιση (Self-configuration)	33
3.2.5. Αυτο-προστασία (Self-protection).....	33
3.2.6. Αυτο-ίαση (Self-healing)	33
3.2.7. Αυτο-περιγραφή (Self-description)	34
3.2.8. Αυτο-ανακάλυψη (Self-discovery).....	34
3.2.9. Αυτο-προμήθεια ενέργειας (Self-energy-supplying).....	34

ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	35
4.1. Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών με χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων.....	35
4.2. Έξυπνο σχέδιο πόλης στη Σερβία για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος.....	38
4.3. Έργο EkoBus	39
Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΙΟΤ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ARM.....	45
5.1. Γενική διαδικασία	48
5.2. Οφέλη από τη χρήση του ARM.....	49
5.2.1. Γνωστική ενίσχυση.....	49
5.2.2. Μοντέλο αναφοράς ΙΟΤ-Α σαν κοινή βάση	50
5.2.3. Δημιουργία αρχιτεκτονικών	50
5.3. Αναγνωρίζοντας τις διαφορές	50
5.4. Συγκριτική αξιολόγηση	51
5.5. Προστατευόμενα στοιχεία.....	51
5.6. Συσκευές και δυνατότητες συσκευών.....	53
5.7. Πηγές κινδύνου.....	54
5.8. Κριτικές και αμφισβητήσεις	56
5.8.1. Ιδιωτικότητα – Αυτονομία - Έλεγχος	56
5.8.2. Ασφάλεια	57
5.8.3. Σχεδιασμός.....	57
5.8.4. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	57
5.9. Πόσο κοντά είναι το ΙοΤ.....	59
ΠΗΓΕΣ	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ορισμός του IoT

Το Internet of Things (IoT) είναι ένα δίκτυο φυσικών αντικειμένων, συσκευών, οχημάτων, κτιρίων αλλά και άλλων αντικειμένων τα οποία περιέχουν ενσωματωμένα ηλεκτρονικά συστήματα, λογισμικά, αισθητήρες και διαδικτυακή δυνατότητα σύνδεσης – κάτι που επιτρέπει σε αυτά τα αντικείμενα να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Το IoT δίνει την δυνατότητα στα αντικείμενα αυτά να ελέγχονται απομακρυσμένα μέσω της υπάρχουσας δικτυακής υποδομής δημιουργώντας ευκαιρίες άμεσης ενσωμάτωσης του φυσικού κόσμου με τα υπολογιστικά συστήματα έχοντας ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ακρίβειας αλλά και τη μείωση του κόστους. Από την στιγμή μάλιστα που το IoT εξοπλίζεται με αισθητήρες και ενεργοποιητές αποτελεί μέρος έξυπνων συστημάτων της καθημερινότητας όπως είναι τα έξυπνα σπίτια, οχήματα και πόλεις. Κάθε αντικείμενο αναγνωρίζεται μοναδικά από το ενσωματωμένο υπολογιστικό σύστημα και μπορεί να λειτουργεί τόσο αυτόνομα όσο και σε συνεργασία με την υπόλοιπη διαδικτυακή υποδομή.

Ο όρος Internet of Things προτάθηκε από τον Kevin Ashton το 1999 αν και ήταν υπό συζήτηση τουλάχιστον από το 1991. Η ιδέα του Internet of Things αρχικά έγινε δημοφιλής μέσω του Auto-ID Center στο MIT αλλά και μέσω σχετικών δημοσιεύσεων ανάλυσης της αγοράς. Εκείνες τις ημέρες η ταυτοποίηση ραδιοσυχνοτήτων (RFID) θεωρήθηκε ως προϋπόθεση για το Internet of Things, αφού αν όλα τα αντικείμενα και οι άνθρωποι ήταν εξοπλισμένοι στην καθημερινότητα με αναγνωριστικά, θα μπορούσαν να διαχειρίζονται και να απογράφονται από υπολογιστές. Εκτός από την χρήση RFID, η σήμανση των πραγμάτων μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τεχνολογίες όπως η κοντινού τύπου επικοινωνία, οι κώδικες QR, τα barcodes και η ψηφιακή υδατογράφηση.

Πριν αρχίσουμε να κατανοούμε τη σημασία του IoT είναι πρώτα απαραίτητο να καταλάβουμε τις διαφορές μεταξύ του Διαδικτύου (Internet) και του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web) όροι που συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά.

Το Διαδίκτυο είναι το φυσικό επίπεδο που αποτελείται από μεταγωγείς, δρομολογητές και άλλες συσκευές. Η κύρια λειτουργία του είναι να μεταφέρει

πληροφορίες από το ένα σημείο στο άλλο γρήγορα, αξιόπιστα και με ασφάλεια. Ο Παγκόσμιος Ιστός από την άλλη πλευρά, είναι ένα επίπεδο εφαρμογών που λειτουργεί πάνω από το Διαδίκτυο. Ο κύριος ρόλος του είναι να παρέχει μία διεπαφή που καθιστά τις πληροφορίες που ρέουν σε όλο το Διαδίκτυο χρησιμοποιήσιμες.

1.2. Το IoT στη ζωή μας

Σήμερα ο όρος Internet of Things (το Διαδίκτυο των Πραγμάτων) χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει την προηγμένη συνδεσιμότητα συσκευών, συστημάτων και υπηρεσιών πέρα από τη μηχανή με μηχανή επικοινωνία αφού καλύπτει μία ποικιλία από πρωτόκολλα, τομείς και εφαρμογές.

Σύμφωνα με το Gartner, θα υπάρχουν σχεδόν 26 δισεκατομμύρια συσκευές στο Internet of Things μέχρι το 2020. Σύμφωνα με το ABI Research, πάνω από 30 δισεκατομμύρια συσκευές θα συνδέονται ασύρματα από το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Διαδίκτυο των πάντων) μέχρι το 2020.

Η Cisco δημιούργησε έναν δυναμικό "μετρητή συνδέσεων" προκειμένου να παρακολουθεί τον εκτιμώμενο αριθμό συνδεδεμένων αντικειμένων από τον Ιούλιο του 2013 μέχρι τον Ιούλιο του 2020. Η ιδέα αυτή, όπου οι συσκευές συνδέονται στο Διαδίκτυο/Παγκόσμιο Ιστό μέσω χαμηλής ισχύος ραδιοσήματα, είναι η πιο ενεργή περιοχή έρευνας στο IoT. Τα ραδιοσήματα χαμηλής ισχύος δεν χρειάζεται να χρησιμοποιούν Wi-Fi ή Bluetooth. Χαμηλότερης ενέργειας και χαμηλότερου κόστους εναλλακτικές διερευνώνται υπό την κατηγορία του Chirp Networks.

Βρίσκεται υπό σκέψη μια εκδοχή που θέλει όλες τις συσκευές να χρησιμοποιούν μία διεύθυνση IP ως ένα μοναδικό αναγνωριστικό. Για κόμβους, γέφυρες και άλλες συσκευές τύπου δρομολόγησης αυτό φαίνεται να είναι περιττό.

Σύμφωνα με μία έρευνα και μελέτη που διεξήχθη από το Pew Research Internet Project, μία μεγάλη πλειοψηφία των ειδικών της τεχνολογίας και των χρηστών του Internet που εμπλέκονταν οι οποίοι ανταποκρίθηκαν (περίπου το 83%) συμφώνησαν με την ιδέα ότι το Διαδίκτυο των πραγμάτων και των ενσωματωμένων υπολογιστών θα έχει διαδεδομένα και ευεργετικά αποτελέσματα έως το 2025. Φαίνεται ότι η επόμενη εξέλιξη του Διαδικτύου αλλάζει τα πάντα. Το Internet of Things (IoT), κάποιες φορές αναφέρεται ως το Διαδίκτυο των αντικειμένων και υπόσχεται να αλλάξει τα πάντα συμπεριλαμβανομένων και εμάς τους ίδιους. Αυτό μπορεί να μοιάζει σαν μία τολμηρή δήλωση αλλά λαμβάνοντας

υπόψη τον αντίκτυπο που έχει στην εκπαίδευση, την επικοινωνία, τις επιχειρήσεις, την επιστήμη αλλά και την ανθρωπότητα, αναμφισβήτητα το Διαδίκτυο είναι ένα από τα πιο σημαντικά και ισχυρά δημιουργήματα σε όλη την ανθρώπινη ιστορία.

Έτσι, θεωρώντας ότι το IoT αντιπροσωπεύει την επόμενη εξέλιξη του Διαδικτύου, κάνει ένα τεράστιο άλμα στην ικανότητά του να συγκεντρώνει, να αναλύει και να διανέμει δεδομένα που μπορούμε να μετατρέψουμε σε πληροφορίες, γνώσεις και τελικά σοφία. Στο πλαίσιο αυτό το IoT γίνεται ιδιαίτερα σημαντικό και χρήσιμο.

Ήδη, οι εργασίες του IoT βρίσκονται σε εξέλιξη και υπόσχονται να κλείσουν το χάσμα μεταξύ φτώχειας και πλούτου, βελτιώνοντας την κατανομή των πόρων του κόσμου σε αυτούς που τα χρειάζονται περισσότερο, βοηθώντας μας έτσι να κατανοήσουμε τον πλανήτη μας έτσι ώστε να μπορούμε να είμαστε πιο παραγωγικοί και λιγότερο αντιδραστικοί. Παρόλα αυτά υπάρχουν πολλά εμπόδια που απειλούν να επιβραδύνουν την ανάπτυξη του IoT, συμπεριλαμβανομένης της μετάβασης στο IPv6, έχοντας ένα κοινό σύνολο προτύπων και ανάπτυξης των πηγών ενέργειας για εκατομμύρια, ακόμη και δισεκατομμύρια μικροσκοπικούς αισθητήρες. Ωστόσο καθώς οι επιχειρήσεις, οι κυβερνήσεις, οι οργανισμοί τυποποίησης και η ακαδημαϊκή κοινότητα λύνουν τις προκλήσεις αυτές, το IoT θα συνεχίσει να προοδεύει.

1.3. Κύρια χαρακτηριστικά του IoT

Από τεχνικής άποψης, το Internet of Things δεν είναι το αποτέλεσμα μιας μόνο πρωτότυπης τεχνολογίας. Σε αντίθεση, διάφορες συμπληρωματικές τεχνικές εξέλιξης παρέχουν δυνατότητες που συνεργάζονται για να βοηθήσουν να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ του εικονικού και του φυσικού κόσμου. Οι δυνατότητες αυτές περιλαμβάνουν:

- **Επικοινωνία και συνεργασία:** Τα αντικείμενα έχουν την δυνατότητα να δικτυώνονται με τους πόρους του Διαδικτύου ή ακόμη και το ένα με το άλλο, να κάνουν χρήση των δεδομένων και των υπηρεσιών και να ενημερώνουν την κατάστασή τους. Οι ασύρματες τεχνολογίες, όπως το GSM και UMTS, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee και διάφορα άλλα ασύρματα πρότυπα δικτύωσης που είναι αυτή τη στιγμή υπό ανάπτυξη, ιδιαίτερα εκείνων που σχετίζονται με τα προσωπικά ασύρματα δίκτυα (WPANs), έχουν πρωταρχική σημασία εδώ.

- Διευθυνσιοδότηση: Σε ένα Internet of Things, τα αντικείμενα μπορούν να τοποθετούνται και να διευθυνσιοδοτούνται μέσω της ανεύρεσης ή το όνομα των υπηρεσιών κι έτσι έχουν την δυνατότητα να επιβεβαιώνονται ή να ρυθμίζονται εξ αποστάσεως.
- Ταυτοποίηση: Τα αντικείμενα είναι μοναδικά αναγνωρίσιμα. Οι τεχνολογίες RFID, NFC (Near Field Communication) και οι οπτικά αναγνώσιμοι κώδικες (bar codes) είναι παραδείγματα τεχνολογιών με τις οποίες μπορούν να εντοπιστούν ακόμη και παθητικά αντικείμενα που δεν έχουν ενσωματωμένους ενεργειακούς πόρους και να αναγνωριστούν με τη βοήθεια ενός 'διαμεσολαβητή' όπως μία συσκευή αναγνώρισης RFID ή ένα κινητό τηλέφωνο. Η ταυτοποίηση επιτρέπει στα αντικείμενα να συνδέονται με πληροφορίες που σχετίζονται με το συγκεκριμένο αντικείμενο και μπορούν να ανακτηθούν από έναν διακομιστή, υπό τον όρο ο μεσολαβητής να είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο.
- Ανίχνευση: Τα αντικείμενα διαθέτουν αισθητήριες με την βοήθεια των οποίων συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον τους, καταγράφοντας, διαβιβάζοντας ή αντιδρώντας άμεσα σε αυτό.
- Ενεργοποίηση: Τα αντικείμενα περιέχουν ενεργοποιητές προκειμένου να χειριστούν το περιβάλλον τους. Για παράδειγμα μετατρέποντας τα ηλεκτρικά σήματα σε μηχανική κίνηση. Τέτοιοι ενεργοποιητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν εξ αποστάσεως διεργασίες στον πραγματικό κόσμο μέσω του Διαδικτύου.
- Ενσωματωμένη επεξεργασία πληροφοριών: Έξυπνα αντικείμενα διαθέτουν έναν επεξεργαστή ή μικροελεγκτή, καθώς και την ικανότητα αποθήκευσης. Αυτοί οι πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παράδειγμα, για να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν πληροφορίες των αισθητήρων ή ακόμη και να παρέχουν στα προϊόντα μία μνήμη για το πως έχουν χρησιμοποιηθεί.
- Εντοπισμός: Τα έξυπνα αντικείμενα έχουν επίγνωση της φυσικής τους θέσης ή μπορούν να εντοπίζονται. Το GPS ή το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας είναι κατάλληλες τεχνολογίες για την επίτευξη αυτού του στόχου, καθώς και οι ραδιοφάροι (π.χ. γειτονικοί WLAN σταθμοί βάσεις ή αναγνώστες RFID με γνωστές συντεταγμένες) όπως επίσης και οι οπτικές ίνες.

- Διεπαφές χρήστη: Τα έξυπνα αντικείμενα μπορούν να επικοινωνούν με τους ανθρώπους με κατάλληλο τρόπο (είτε άμεσα είτε έμμεσα, για παράδειγμα μέσω ενός smart phone). Καινοτόμα παραδείγματα αλληλεπίδρασης είναι: χειροπιαστές διεπαφές χρήστη, ευέλικτες πολυμερείς βάσεις εικόνας και φωνής ή μέθοδοι αναγνώρισης χειρονομιών.

Οι περισσότερες ειδικές εφαρμογές χρειάζονται μόνο ένα υποσύνολο αυτών των δυνατοτήτων, ιδιαίτερα μετά την εφαρμογή όλων αυτών είναι συχνά δαπανηρό και απαιτεί σημαντική τεχνική προσπάθεια. Οι εφαρμογές Logistics για παράδειγμα, αυτή τη στιγμή επικεντρώνονται στην προσέγγιση εντοπισμού (δηλ. τη θέση του τελευταίου σημείου ανάγνωσης) και στην σχετικά χαμηλού κόστους αναγνώριση των αντικειμένων που χρησιμοποιούν RFID ή bar codes. Αισθητήρες δεδομένων ή ενσωματωμένοι επεξεργαστές είναι περιορισμένοι σε τέτοιες εφαρμογές εφοδιασμού όπου οι πληροφορίες είναι απαραίτητες και ουσιαστικής σημασίας, όπως η θερμοκρασία που πρέπει να ελέγχεται κατά τη μεταφορά εμβολίων. Οι προάγγελοι της επικοινωνίας σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης έχουν κάνει ήδη την εμφάνισή τους, ιδιαίτερα σε σχέση με το RFID, για παράδειγμα, η επικοινωνία μικρής εμβέλειας όπως η χρήση έξυπνων κλειδιών-καρτών από τις πόρτες των δωματίων ενός ξενοδοχείου ή αντίστοιχα εισιτήρια για σκι που επικοινωνούν με τα lift. Περισσότερο φουτουριστικά σενάρια περιλαμβάνουν ένα έξυπνο τραπέζι παιχνιδιόχαρτων, όπου η πορεία του παιχνιδιού βιντεοσκοπείται χρησιμοποιώντας τραπουλόχαρτα εξοπλισμένα με RFID. Παρόλα αυτά όλες αυτές οι εφαρμογές εξακολουθούν να περιλαμβάνουν ειδικά συστήματα σε τοπική ανάπτυξη, επομένως δεν μιλάμε για ένα 'Διαδίκτυο' με την έννοια ενός ανοικτού, επεκτάσιμου και τυποποιημένου συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Παρακάτω θα ρίξουμε μια ματιά σε μερικές κατηγορίες σχετικές με IoT εφαρμογές. Ενώ υπάρχουν κυριολεκτικά εκατοντάδες εφαρμογές που αναγνωρίζονται από διάφορες βιομηχανίες, είναι εφικτό να ταξινομηθούν με έναν απλό, λογικό τρόπο.

2.1. Πρώτη κατηγορία εφαρμογών

Η πρώτη κατηγορία περικλείει την ιδέα εκατομμυρίων ετερογενών έξυπνων και διασυνδεδεμένων συσκευών με μοναδικά αναγνωριστικά ID τα οποία αλληλεπιδρούν με άλλα μηχανήματα/αντικείμενα, υποδομές και το φυσικό περιβάλλον. Στην κατηγορία αυτή, το IoT παίζει σε μεγάλο βαθμό τον ρόλο της διοίκησης, του ελέγχου και της διαδρομής. Όπως συμβαίνει με όλες τις πτυχές του IoT, η ασφάλεια και η προστασία είναι υψίστης σημασίας.

Οι εφαρμογές αυτές δεν αποσκοπούν στην εξόρυξη των δεδομένων από τις συμπεριφορές των ανθρώπων αλλά κυρίως στην επέκταση του αυτοματισμού και της μηχανής προς μηχανή, μηχανής προς υποδομή, μηχανής προς φύση και γενικότερα επικοινωνιών που μπορούν να συνεισφέρουν και να βοηθήσουν στην απλοποίηση της ζωής των ανθρώπων.

2.2. Δεύτερη κατηγορία εφαρμογών

Η δεύτερη κατηγορία σχετίζεται με την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέγονται από τους τελικούς κόμβους (έξυπνες συσκευές με αισθητήρες και δυνατότητα σύνδεσης) και την εύρεση των δεδομένων για τις τάσεις και τις συμπεριφορές που μπορούν να παράγουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικές με το marketing προκειμένου να δημιουργηθεί επιπλέον εμπόριο.

Οι εταιρείες πιστωτικών καρτών αλλά και οι κάρτες των μελών των καταστημάτων ήδη παρακολουθούν και χρησιμοποιούν την συμπεριφορά των ανθρώπων προκειμένου να καταλήξουν σε προσφορές που μπορούν να προωθήσουν αυξημένες πωλήσεις. Τώρα, το ερώτημα είναι πόσο μακριά θα καταφέρει να πάει αυτή η εκμετάλλευση των δεδομένων. Περιπτώσεις χρήσης θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των καταστημάτων που έχουμε επισκεφθεί, τους διαδρόμους που περιηγηθήκαμε και τον χρόνο που

ξοδέψαμε κατά την διάρκεια των αγορών μας, ακόμα και το είδος των αντικειμένων που κρατήσαμε και πλοηγηθήκαμε. Τέτοια σενάρια είναι εύκολα εφικτά με τη χρήση ενός κινητού τηλεφώνου με GPS ,RFID και έξυπνες/ασύρματες ετικέτες στα καταστήματα. Το αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι τόσο απλό όσο η παροχή e-mail προσφορών ή οι υπηρεσίες push στα σημεία πώλησης.

Έτσι, μπορούμε να δούμε πως σε αυτή την κατηγορία το IoT μπορεί να επιτρέψει τη συλλογή δεδομένων σε κάθε πτυχή της καθημερινής ζωής του ανθρώπου με ευχάριστες ή δυσάρεστες συνέπειες. Αυτή η δεύτερη κατηγορία, κυρίως οι συζητήσεις γύρω από την ιδιωτική ζωή, την ασφάλεια και την κοινωνική ευθύνη που πάει μαζί με την αυτοεπίγνωση, συνέδεσε τον κόσμο.

2.3. Παραδείγματα εφαρμογών

Όταν περάσαμε το κατώφλι του να συνδέουμε τελικά περισσότερα αντικείμενα απ' ό,τι ανθρώπους στο Διαδίκτυο, ένα τεράστιο παράθυρο άνοιξε που μας έδωσε την ευκαιρία να δημιουργήσουμε εφαρμογές σε τομείς όπως ο αυτοματισμός και η μηχανή προς μηχανή επικοινωνία. Στην πραγματικότητα οι δυνατότητες είναι σχεδόν ατελείωτες.

Τομείς των εφαρμογών περιλαμβάνουν: την πολεοδομία, τη διαχείριση αποβλήτων, το περιβάλλον, την κοινωνική αλληλεπίδραση, την αντιμετώπιση των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, τις έξυπνες αγορές, τις συσκευές οικιακού αυτοματισμού, τους έξυπνους μετρητές και πολλά άλλα. Τα ακόλουθα παραδείγματα τονίζουν μερικούς από τους τρόπους που το IoT αλλάζει τη ζωή των ανθρώπων προς το καλύτερο.

2.3.1. Το έξυπνο σπίτι

Τα μελλοντικά έξυπνα σπίτια θα έχουν “συνείδηση” για το τι συμβαίνει μέσα σε ένα κτίριο, κυρίως επηρεαζόμενα από τρεις πτυχές: τη χρήση των πόρων, την ασφάλεια και την άνεση. Στόχος είναι να επιτευχθούν καλύτερα επίπεδα άνεσης όπως επίσης και μείωση των συνολικών δαπανών.

Επιπλέον, τα έξυπνα σπίτια θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν επαρκώς τα θέματα ασφαλείας μέσω πολύπλοκων συστημάτων ασφαλείας για την ανίχνευση πυρκαγιάς, κλοπής ή παράνομης εισόδου. Οι φορείς που εμπλέκονται σ' αυτό το σενάριο αποτελούν μία πολύ ετερογενή ομάδα.

Διάφοροι φορείς θα συνεργάζονται στο σπίτι του κάθε χρήστη, όπως εταιρίες του Διαδικτύου, κατασκευαστές συσκευών, φορείς εκμετάλλευσης τηλεπικοινωνιών, πάροχοι υπηρεσιών οπτικοακουστικών μέσων, εταιρείες προστασίας, εταιρείες κοινής ωφελείας ηλεκτρικής ενέργειας κ.α.

- **Χρήση ενέργειας και νερού**

Η κατανάλωση ενέργειας και νερού παρακολουθείται ώστε να ληφθούν οι κατάλληλες συμβουλές για τη μείωση των πόρων και του κόστους.

- **Απομακρυσμένες συσκευές ελέγχου**

Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση συσκευών εξ' αποστάσεως για την αποφυγή ατυχημάτων και εξοικονόμηση της ενέργειας.

- **Συστήματα ανίχνευσης εισβολής**

Ανίχνευση των παραθύρων και των θυρών ώστε να γίνονται αντιληπτές οι παραβιάσεις και να αποτρέπουν τους εισβολείς.

- **Περιμετρικός έλεγχος πρόσβασης**

Έλεγχος πρόσβασης σε ζώνες περιορισμένης πρόσβασης και εντοπισμός των ατόμων σε μη εγκεκριμένες περιοχές.

2.3.2. Έξυπνες πόλεις

Παρά το γεγονός ότι ο όρος έξυπνη πόλη εξακολουθεί να είναι μία ασαφής έννοια, υπάρχει μία γενική συμφωνία ότι είναι μία αστική περιοχή που δημιουργεί βιώσιμη ανάπτυξη και υψηλή ποιότητα ζωής. Το μοντέλο αποσαφηνίζει τα χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης, περιλαμβάνοντας την οικονομία, τους ανθρώπους, τη διακυβέρνηση, την κινητικότητα, το περιβάλλον και τη διαβίωση. Ξεπερνώντας αυτούς τους βασικούς τομείς η υλοποίηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ισχυρής δύναμης του ανθρώπου ή του κοινωνικού κεφαλαίου και των υποδομών. Για το τελευταίο μία πρώτη ανάλυση των επιχειρήσεων καταλήγει στο συμπέρασμα ότι πολλοί τομείς και κλάδοι θα επωφεληθούν από πιο ψηφιοποιημένες και έξυπνες πόλεις.

- **Μελέτη κατάστασης**

Παρακολούθηση των δονήσεων και των υλικών συνθηκών σε κτίρια, γέφυρες και ιστορικά μνημεία.

- **Χάρτες αστικού θορύβου**

Παρακολούθηση ήχου σε περιοχές που υπάρχουν μπαρ και σε κεντρικές ζώνες σε πραγματικό χρόνο.

- **Ανίχνευση Smartphone**

Εντοπισμός συσκευών iPhone και Android και γενικά οποιασδήποτε συσκευής λειτουργεί με WiFi ή Bluetooth διεπαφές.

- **Έξυπνος φωτισμός**

Ευφυής και προσαρμόσιμος φωτισμός με βάση τις καιρικές συνθήκες στα φώτα του δρόμου.

- **Διαχείριση απορριμμάτων**

Ανίχνευση των επιπέδων των σκουπιδιών για τη βελτιστοποίηση των δρομολογίων συλλογής απορριμμάτων.

- **Έξυπνοι δρόμοι**

Ευφυείς αυτοκινητόδρομοι με προειδοποιητικά μηνύματα και εκτροπές ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και απροσδόκητα γεγονότα όπως ατυχήματα ή κυκλοφοριακή συμφόρηση.

2.3.3. Έξυπνη βιομηχανία

Σε μία παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού, οι εταιρείες θα είναι σε θέση να παρακολουθούν όλα τα προϊόντα τους μέσω ετικετών αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες θα μειώσουν τα λειτουργικά τους έξοδα και θα βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους. Επίσης, η συντήρηση των μηχανημάτων θα διευκολυνθεί από τους συνδεδεμένους αισθητήρες, επιτρέποντας την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, της καλής λειτουργίας και της απόδοσης του εξοπλισμού του εργοστασίου.

Σε γενικές γραμμές, το IoT θα παρέχει αυτόματες διαδικασίες που συνεπάγονται τη δραστική μείωση του αριθμού των εργαζομένων που χρειάζονται. Οι εργαζόμενοι θα αντικατασταθούν με bar code scanners, αναγνώστες, αισθητήρες και ενεργοποιητές, και τελικά από πολύπλοκα ρομπότ τόσο αποτελεσματικά όσο ένα ανθρώπινο ον.

Χωρίς καμία αμφιβολία, οι τεχνολογίες αυτές θα φέρουν ευκαιρίες για τους εργαζόμενους σε νέες υπαλληλικές θέσεις κι ένας μεγάλος αριθμός τεχνικών θα είναι απαραίτητος για τον προγραμματισμό και την επισκευή αυτών των μηχανημάτων. Αυτό είναι συνώνυμο με την ανάγκη δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας κυρίως στον τομέα της συντήρησης αλλά αποτελεί επίσης μία νέα

πρόκληση προκειμένου να προχωρήσουμε και να εξελίξουμε τέτοια είδη εργασίας για την αποφυγή της ανεργίας.

- **Ποιότητα εσωτερικού αέρα**

Παρακολούθηση τοξικών επιπέδων φυσικού αερίου και οξυγόνου μέσα στους χώρους εργασίας για την εξασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων και των εμπορευμάτων.

- **Παρακολούθηση θερμοκρασίας**

Έλεγχος της θερμοκρασίας στο εσωτερικό των βιομηχανιών και σε ψυγεία που περιέχουν ευαίσθητα εμπορεύματα.

- **Παρουσία του όζοντος**

Παρακολούθηση των επιπέδων του όζοντος κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ζήρανσης του κρέατος σε εργοστάσια τροφίμων.

- **Παρακολούθηση εσωτερικού χώρου**

Αξιολόγηση εσωτερικού χώρου με χρήση ενεργού ZigBee και παθητικών ετικετών (RFID/NFC).

2.3.4. Έξυπνο περιβάλλον

Η έννοια του έξυπνου περιβάλλοντος προωθεί την ιδέα ενός φυσικού κόσμου που είναι πλούσιος και ορατά συνυφασμένος με αισθητήρες, ενεργοποιητές, οθόνες και υπολογιστικά στοιχεία, που είναι ενταγμένα αρμονικά στα καθημερινά αντικείμενα της ζωής μας και συνδέονται μέσω ενός συνεχούς δικτύου. Έχουν περιγραφεί ως το υποπροϊόν των υπολογιστικών συστημάτων καθιστώντας την ανθρώπινη αλληλεπίδραση με το σύστημα μία ευχάριστη εμπειρία.

- **Πυρανίχνευση δασικών περιοχών**

Παρακολούθηση των αερίων καύσης και των συνθηκών που ευνοούν μία ενδεχόμενη πυρκαγιά προκειμένου να οριστούν οι επικίνδυνες ζώνες.

- **Ατμοσφαιρική ρύπανση**

Έλεγχος των εκπομπών CO₂ της ρύπανσης των εργοστασίων που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα και των τοξικών αερίων που παράγονται σε αγροκτήματα.

- **Παρακολούθηση επιπέδων χιονιού**

Μέτρηση της στάθμης του χιονιού και ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο για την ποιότητα του χιονιού στις πίστες του σκι και τον κίνδυνο χιονοστιβάδων.

- **Πρόληψη κατολίσθησης και χιονοστιβάδων**
Παρακολούθηση της υγρασίας του εδάφους, των δονήσεων και της πυκνότητας της γης για την ανίχνευση επικίνδυνων φαινομένων.
- **Πρώιμη ανίχνευση σεισμών**
Κατανεμημένος έλεγχος σε συγκεκριμένες περιοχές δονήσεων.

2.3.5. Μεταφορές/Εφοδιασμός

Στις μεταφορές του εφοδιασμού, το IoT δεν βελτιώνει μόνο τα συστήματα ροής υλικών αλλά και το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού στίγματος και αυτόματης αναγνώρισης των εμπορευμάτων. Επίσης, αυξάνει την ενεργειακή απόδοση και κατά συνέπεια μειώνει την κατανάλωση ενέργειας.

Έτσι, το IoT αναμένεται να επιφέρει βαθιές αλλαγές στην παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού, μέσω της ‘έξυπνης’ μετακίνησης φορτίου. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω του συνεχούς συγχρονισμού των πληροφοριών της εφοδιαστικής αλυσίδας και της απρόσκοπτης παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Θα καταστήσει την αλυσίδα εφοδιασμού διαφανή, ορατή και ελεγχόμενη, επιτρέποντας την έξυπνη επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων και των φορτίων/εμπορευμάτων.

- **Κυκλοφοριακή Συμφόρηση**
Παρακολούθηση των οχημάτων αλλά και των πεζών για την βελτιστοποίηση της οδήγησης και της κίνησης των φαναριών.
- **Έξυπνη Στάθμευση**
Παρακολούθηση των χώρων στάθμευσης για την διαθεσιμότητα των ελεύθερων θέσεων στην πόλη.
- **Ποιότητα των συνθηκών φόρτωσης**
Παρακολούθηση των δονήσεων, χτυπημάτων και έλεγχος των δεμάτων προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι παραμένουν κλειστά καθ’ όλη τη διάρκεια του ταξιδιού.
- **Θέση αντικειμένων**
Αναζήτηση μεμονωμένων αντικειμένων σε αποθήκες ή λιμάνια.

- **Αποθήκευση/Ασυμβατότητα/Ανίχνευση**

Προειδοποίηση εκπομπών σε μεταφορές εύφλεκτων εμπορευμάτων και απομόνωση αυτών που περιέχουν εκρηκτικά υλικά.

- **Παρακολούθηση Προϊόντων**

Έλεγχος των διαδρομών που ακολουθούν ευαίσθητα προϊόντα όπως φάρμακα, κοσμήματα ή επικίνδυνα εμπορεύματα.

2.3.6. Λιανική Πώληση

Το IoT αντιλαμβάνεται τόσο τις ανάγκες των πελατών όσο και τις ανάγκες των επιχειρήσεων: συγκρίνει την τιμή ενός προϊόντος σε σχέση με άλλα προϊόντα της ίδιας ποιότητας με χαμηλότερη τιμή και δίνει πληροφορίες όχι μόνο στους πελάτες αλλά και στα καταστήματα και επιχειρήσεις. Έχοντας αυτές τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο βοηθά τις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τις αγορές τους και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των πελατών.

Προφανώς, μεγάλες αλυσίδες λιανικής πώλησης θα εκμεταλλευτούν τη δεσπόζουσα θέση τους για να ενδυναμώσουν και να επιβάλλουν τη μελλοντική IoT αγορά λιανικής πώλησης. Ειδικότερα, οι εταιρείες με θέσεις ελέγχου θα είναι ικανές να ωθήσουν την υιοθέτηση της τεχνολογίας IoT λόγω των τεράστιων μεριδίων των αγορών τους.

- **Έλεγχος Προμηθειών**

Παρακολούθηση των συνθηκών αποθήκευσης και παρακολούθηση προϊόντων.

- **Πληρωμή NFC**

Επεξεργασία των πληρωμών με βάση την περιοχή ή την διάρκεια της δραστηριότητας για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, τα γυμναστήρια, τα θεματικά πάρκα κ.α.

- **Εφαρμογές Έξυπνης Αγοράς**

Παροχή συμβουλών στο σημείο πώλησης σύμφωνα με τις συνήθειες των πελατών, τις προτιμήσεις και ενημέρωση για αλλεργικά συστατικά ή ημερομηνίες λήξης.

- **Έξυπνη Διαχείριση Προϊόντων**

Έλεγχος των προϊόντων στα ράφια και στις αποθήκες για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών εμπλουτισμού του αποθέματος.

2.3.7. Ιατρική Παρακολούθηση Εξ' αποστάσεως

Ο έλεγχος και η πρόληψη είναι δύο από τους βασικούς στόχους της διατήρησης της υγείας. Ήδη σήμερα, οι άνθρωποι έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούνται και να ελέγχονται από τους ειδικούς ακόμα και στην περίπτωση που βρίσκονται σε διαφορετικό μέρος. Η παρακολούθηση του ιστορικού της υγείας των ανθρώπων είναι μία άλλη πτυχή του IoT στην οποία δείχνει μεγάλη ευελιξία. Επιχειρηματικές εφαρμογές θα μπορούσαν να προσφέρουν την δυνατότητα ιατρικών υπηρεσιών όχι μόνο στους ασθενείς αλλά και στους ειδικούς, οι οποίοι χρειάζονται πληροφορίες για να προχωρήσουν στην ιατρική αξιολόγησή τους. Στον τομέα αυτό, το IoT καθιστά την ανθρώπινη αλληλεπίδραση πολύ πιο αποτελεσματική αφού επιτρέπει όχι μόνο τον εντοπισμό αλλά και την παρακολούθηση των ασθενών. Η παροχή πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση του ασθενή καθιστά την όλη διαδικασία πιο αποτελεσματική και επίσης αφήνει τους ανθρώπους πολύ πιο ικανοποιημένους.

Οι πιο σημαντικοί παράγοντες σε αυτό το σενάριο θα είναι τα δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία και τα ιδρύματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι φορείς εκμετάλλευσης τηλεπικοινωνιών είναι αρκετά ενεργοί στην ηλεκτρονική υγεία.

- **Ανίχνευση Πτώσης**

Βοήθεια για ηλικιωμένους και άτομα με ειδικές ανάγκες που ζουν ανεξάρτητοι.

- **Ιατρικά Ψυγεία**

Έλεγχος των συνθηκών μέσα σε καταψύκτες αποθήκευσης εμβολίων, φαρμάκων και οργανικών στοιχείων.

- **Φροντίδα Αθλητών**

Σημεία ελέγχου σε κέντρα υψηλής απόδοσης.

- **Επιτήρηση Ασθενών**

Παρακολούθηση των ασθενών μέσα στα νοσοκομεία αλλά και τα γηροκομεία.

- **Υπεριώδης Ακτινοβολία**

Μέτρηση της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου UV προκειμένου να προειδοποιηθεί ο κόσμος ώστε να αποφεύγεται η έκθεση στον ήλιο συγκεκριμένες ώρες.

- **Καλύτερη ποιότητα ζωής για τους ηλικιωμένους**

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται. Στην πραγματικότητα, περίπου 1 δισεκατομμύριο άτομα ηλικίας 65 ετών και άνω θα πρέπει να ταξινομούνται ενώ

έχουν φθάσει σε «μη εργάσιμη ηλικία» από τα μέσα του αιώνα. Το IoT μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα ζωής για τον αυξανόμενο αριθμό των ηλικιωμένων. Για παράδειγμα, φανταστείτε μία μικρή φορητή συσκευή προσαρμοσμένη πάνω μας που μπορεί να ανιχνεύσει τα ζωτικά σημεία ενός ατόμου και να στείλει μια προειδοποίηση σε έναν επαγγελματία του τομέα της υγείας, όταν έχει επιτευχθεί ένα ορισμένο όριο, ή την αίσθηση όταν ένα άτομο έχει πέσει κάτω και δεν μπορεί να σηκωθεί.

2.3.8. Έξυπνη Ενέργεια

Το πεδίο αυτό έχει πολλές συσχετίσεις με άλλα σενάρια, όπως το έξυπνο σπίτι και την έξυπνη πόλη. Το βασικό ζήτημα σε αυτά τα σενάρια είναι να εντοπίσει τρόπους για την εξοικονόμηση ενέργειας. Ουσιαστικά αναφερόμαστε σε αυτό που είναι γνωστό ως ένα έξυπνο δίκτυο. Σε αυτόν τον τομέα εφαρμογής, τις πρωτοβουλίες που συνεπάγεται μια πιο κατανεμημένη παραγωγή ενέργειας θα πρέπει να επισημανθεί, όπως πολλά σπίτια σήμερα έχουν ένα ηλιακό πάνελ, για παράδειγμα. Ως ζωτικής σημασίας συστατικό, οι έξυπνοι μετρητές θεωρούνται απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση της έξυπνης παρακολούθησης, τον έλεγχο και την επικοινωνία σε εφαρμογές πλέγματος.

Έτσι, συνδυάζοντας την ανάλυση της προσφοράς και της ζήτησης, οι επιχειρήσεις ενέργειας θα είναι σε θέση να παρέχουν πιο αποτελεσματική διαμόρφωση της ζήτησης. Δεν θα παρέχουν μόνο κίνητρα για τους καταναλωτές, αλλά στην πραγματικότητα θα απενεργοποιήσουν συσκευές που δεν χρειάζονται. Επιπλέον, οι ενέργειες αυτές πρέπει να πραγματοποιηθούν αυτόματα. Εδώ, αντιμετωπίζουμε και πάλι ένα ετερογενές σενάριο με τη συμμετοχή διάφορων ενδιαφερόμενων. Οι κύριοι παράγοντες είναι φυσικά οι εταιρείες κοινής ωφέλειας της ενέργειας, αλλά και οι δημόσιοι φορείς θα είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες.

- **Έξυπνοι Θερμοστάτες**
- **Ελεγκτές φόρτωσης**
- **Plug-in ηλεκτρικά οχήματα**
- **Έξυπνες συσκευές**
- **Επεκτάσεις εύρους**
- **Ενεργειακές Υπηρεσίες Διασύνδεσης**
- **Μετατροπείς**

2.3.9. Έξυπνη Κτηνοτροφία

Στον κόσμο του Ίντερνετ των πραγμάτων, ακόμα και οι αγελάδες θα πρέπει να είναι συνδεδεμένες. Μια ειδική έκθεση του Economist με τίτλο «επταυξημένη Επιχειρηματικότητα» περιγράφει το πώς θα πρέπει να παρακολουθούνται οι αγελάδες. Έτσι, μια ολλανδική νεοσύστατη εταιρεία τοποθέτησε εμφυτεύματα αισθητήρες στα αυτιά των βοοειδών. Αυτό επιτρέπει στους αγρότες να παρακολουθούν την υγεία των αγελάδων και τις κινήσεις τους, εξασφαλίζοντας μία υγιή, πιο άφθονη προμήθεια κρέατος για τους ανθρώπους να καταναλώνουν. Κατά μέσο όρο, κάθε αγελάδα παράγει περίπου 200 MB ενημέρωσης κατ' έτος.

- **Υδροπονία**

Έλεγχος των συνθηκών των φυτών που αναπτύσσονται στο νερό προκειμένου να παρθεί η μέγιστη απόδοση των καλλιεργειών.

- **Φροντίδα απογόνων**

Έλεγχος των συνθηκών καλλιέργειας των απογόνων σε φάρμες ζώων για να διασφαλιστεί η επιβίωση και η υγεία τους.

- **Παρακολούθηση ζώων**

Εντοπισμός και αναγνώριση των ζώων που βόσκουν στα λιβάδια ή σε μεγάλους στάβλους.

- **Μελέτη επιπέδου τοξικού αερίου**

Μελέτη αερισμού και ποιότητα του αέρα σε αγροκτήματα για την ανίχνευση των επιβλαβών αερίων από περιπτώματα.

2.3.10. Έξυπνη Μέτρηση

Έξυπνες εφαρμογές μέτρησης προσφέρουν τα οφέλη της βελτιωμένης αξιοπιστίας και ακρίβειας, την ευκολία της βαθμονόμησης, της ασφάλειας και προηγμένα χαρακτηριστικά χρέωσης όπως επίσης την ευκαιρία για καλύτερη διαχείριση της χρήσης της ενέργειας.

- **Έξυπνη Παρακολούθηση**

Παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και της διαχείρισης.

- **Παρακολούθηση επιπέδου στάθμης**

Παρακολούθηση της στάθμης του νερού, πετρελαίου και φυσικού αερίου σε δεξαμενές αποθήκευσης και βυτία.

- **Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις**

Παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της απόδοσης στον τομέα της ηλιακής ενέργειας.

- **Ροή νερού**

Μέτρηση της πίεσης του νερού σε συστήματα μεταφοράς νερού.

- **Μέτρηση του υλικού**

Μέτρηση του επιπέδου κενού και του βάρους του εμπορεύματος.

2.3.11. Έξυπνη Γεωργία

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα της γεωργίας που βασίζεται σε διάφορες πρακτικές και εφαρμογές που έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν την παραγωγή τροφίμων και την ικανότητα προσαρμογής του συστήματος παραγωγής τροφίμων, καθώς και τη μείωση των εκπομπών όπως επίσης και να ενισχύσουν την αποθήκευση του άνθρακα στα γεωργικά εδάφη και τη βιομάζα.

- **Βελτίωση της ποιότητας κρασιού**

Παρακολούθηση της υγρασίας του εδάφους και της διαμέτρου του κορμού σε αμπελώνες προκειμένου να πραγματοποιηθεί έλεγχος στην ποσότητα της ζάχαρης στα σταφύλια και της υγείας του αμπελιού.

- **Θερμοκήπια**

Έλεγχος συνθηκών μικροκλίματος για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής φρούτων και λαχανικών και την ποιότητά τους.

- **Γήπεδα του γκολφ**

Επιλεκτική άρδευση στις ξηρές ζώνες για τη μείωση των υδάτινων πόρων που απαιτούνται στο πράσινο.

- **Μετεωρολογικοί σταθμοί**

Μελέτη των καιρικών συνθηκών σε τομείς προκειμένου να προβλεφθούν οι αλλαγές στον σχηματισμό πάγου, στη βροχή, στην ξηρασία, στο χιόνι ή στον άνεμο.

- **Κοπρόχωμα**

Έλεγχος της υγρασίας και της θερμοκρασίας στα επίπεδα των αλφάφα (superfood σαν το τριφύλλι), σανό, άχυρο, κλπ. για την πρόληψη μυκήτων και άλλων μικροβιακών ρύπων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΙΟΤ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Το 2010 η SRA έχει αναγνωρίσει τη σημασία των σημασιολογικών τεχνολογιών για την ανακάλυψη συσκευών, καθώς και για την επίτευξη σημασιολογικής διαλειτουργικότητας. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού έχουν αποδείξει την ικανότητά τους να συνδέσουν δεδομένα που σχετίζονται με (web-of-data concept), ενώ σχετικά εργαλεία και τεχνικές έχουν μόλις προκύψει. Μελλοντική έρευνα σχετικά με το IoT είναι πιθανό να αγκαλιάσει την ιδέα του Linked Open Data. Αυτό θα μπορούσε να βασιστεί στην προγενέστερη ενσωμάτωση των τεχνολογιών (π.χ., τεχνολογίες αισθητήρων) σε IoT υποδομές και εφαρμογές.

Οι σημασιολογικές τεχνολογίες θα παίξουν επίσης σημαντικό ρόλο στη διευκόλυνση καταμερισμού και της επαναχρησιμοποίησης των ιδεατών αντικειμένων ως υπηρεσία μέσω του cloud. Με τον σημασιολογικό εμπλουτισμό των εικονικών αντικειμένων θα αντιληφθούμε πως ο σημασιολογικός σχολιασμός ιστοσελίδων έχει επιτραπεί στον σημασιολογικό ιστό. Η ιδέα του να υπάρχει μία σημασιολογική βάση θα βοηθήσει τους χρήστες του IoT να βρίσκουν ανεξάρτητα τα εικονικά αντικείμενα προκειμένου να βελτιώσουν την απόδοση αλλά και την αποδοτικότητα των IoT εφαρμογών που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν.

3.1. Αυτονομία

Θεαματικές εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν εισαγάγει όλο και πιο πολύπλοκους και μεγάλης κλίμακας ηλεκτρονικούς υπολογιστές αλλά και συστήματα επικοινωνίας. Αυτό που αποκαλούμε αυτόνομο computing, εμπνευσμένο από τα βιολογικά συστήματα, έχει προταθεί ως μια μεγάλη πρόκληση που θα επιτρέψει στα συστήματα να αυτο-διαχειρίζονται αυτή την πολυπλοκότητα, τη χρήση, τους στόχους και τις πολιτικές που ορίζονται από τον άνθρωπο. Ο στόχος είναι να παρέχει κάποιες x ιδιότητες στο σύστημα, όπου το x μπορεί να είναι η προσαρμογή, η οργάνωση, η βελτιστοποίηση, η διαμόρφωση, η προστασία, η θεραπεία, η ανακάλυψη, η περιγραφή, κ.λπ.

Το IoT θα αυξήσει εκθετικά την κλίμακα και την πολυπλοκότητα των υφιστάμενων συστημάτων πληροφορικής και επικοινωνιών. Η Αυτονομία είναι συνεπώς, επιτακτική ανάγκη για την ιδιοκτησία των συστημάτων IoT να έχουν.

Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη της έρευνας σχετικά με το πώς μπορούν να προσαρμοστούν τα υφιστάμενα στοιχεία έρευνας σχετικά με το αυτόνομο computing με τα ειδικά χαρακτηριστικά του IoT, όπως η υψηλή δυναμική και η διανομή, σε πραγματικό χρόνο, των περιορισμένων πόρων και με απώλειες σε περιβάλλοντα.

3.2. Ιδιότητες των αυτόνομων IoT συστημάτων

3.2.1. Αυτο-προσαρμογή (Self-adaptation)

Στο πολύ δυναμικό πλαίσιο του IoT, από το φυσικό μέχρι το επίπεδο εφαρμογών, η αυτο-προσαρμογή αποτελεί βασική ιδιότητα που επιτρέπει την επικοινωνία των κόμβων, καθώς και τις υπηρεσίες που τους χρησιμοποιούν, προκειμένου να αντιδράσει έγκαιρα στο συνεχώς μεταβαλλόμενο πλαίσιο, σύμφωνα με, για παράδειγμα, τις πολιτικές επιχείρησης ή τους στόχους απόδοσης που ορίζονται από τον άνθρωπο.

Τα συστήματα IoT θα πρέπει να είναι σε θέση να αιτιολογήσουν αυτόνομα και να δώσουν αυτό-προσαρμοζόμενες αποφάσεις. Τα πρωτόκολλα αυτο-οργάνωσης δικτύου, η αυτόματη ανακάλυψη υπηρεσιών και οι δεσμοί σε επίπεδο εφαρμογών είναι σημαντικοί μοχλοί για την αυτο-προσαρμογή του IoT.

3.2.2. Αυτο-οργάνωση (Self-organization)

Στα συστήματα IoT και ειδικά σε WS & ANS είναι πολύ κοινό να υπάρχουν κόμβοι που συνδέονται και αποσυνδέονται από το δίκτυο αυθόρμητα. Το δίκτυο θα πρέπει να είναι σε θέση να επαναοργανώνεται εναντίον αυτής της εξελικτικής τοπολογίας. Η αυτο-οργάνωση, παρέχει ενεργειακά αποδοτικά πρωτόκολλα δρομολόγησης τα οποία έχουν μεγάλη σημασία στις εφαρμογές IoT προκειμένου να παρέχουν απρόσκοπτη ανταλλαγή δεδομένων σε όλα τα εξαιρετικά ετερογενή δίκτυα. Λόγω του μεγάλου αριθμού των κόμβων, είναι προτιμότερο να εξετάζονται λύσεις χωρίς ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, όπως για παράδειγμα προσεγγίσεις ομαδοποίησης. Εργαζόμενοι επάνω στην αυτο-οργάνωση, είναι επίσης πολύ σημαντικό να εξετάσουμε την κατανάλωση ενέργειας των κόμβων και να καταλήξουμε σε λύσεις που μεγιστοποιούν τη διάρκεια ζωής του συστήματος IoT και την αποτελεσματικότητα της επικοινωνίας εντός του συστήματος.

3.2.3. Αυτο-βελτιστοποίηση (Self-optimization)

Η βέλτιστη χρήση των περιορισμένων πόρων (όπως η μνήμη, το εύρος ζώνης, η επεξεργασία και το σημαντικότερο, η δύναμη) των συσκευών IoT είναι απαραίτητη για τη βιώσιμη και μεγάλη διάρκεια ζωής αλλά και την ανάπτυξη του IoT. Λαμβάνοντας υπόψη κάποια βελτιστοποίηση των στόχων υψηλού επιπέδου όσον αφορά τις επιδόσεις, την κατανάλωση ή την ποιότητα των υπηρεσιών ενέργειας, το ίδιο το σύστημα θα πρέπει να κάνει τις απαραίτητες ενέργειες για την επίτευξη των στόχων της.

3.2.4. Αυτο-ρύθμιση (Self-configuration)

Τα συστήματα IoT δημιουργούνται δυναμικά από χιλιάδες κόμβους και συσκευές όπως αισθητήρες και ενεργοποιητές. Ως εκ τούτου, η διαμόρφωση του συστήματος είναι πολύ περίπλοκο και δύσκολο να πραγματοποιηθεί με το χέρι. Το IoT σύστημα θα πρέπει να παρέχει διαμόρφωση απομακρυσμένων εγκαταστάσεων έτσι ώστε οι αιτήσεις αυτοδιαχείρισης να μπορούν να διαμορφώσουν αυτόματα τις απαραίτητες παραμέτρους με βάση τις ανάγκες των εφαρμογών και των χρηστών. Αυτό αποτελείται από τη ρύθμιση της συσκευής για παράδειγμα και του δικτύου με παραμέτρους την εγκατάσταση / απεγκατάσταση / αναβάθμιση του λογισμικού, ή τη ρύθμιση παραμέτρων απόδοσης.

3.2.5. Αυτο-προστασία (Self-protection)

Λόγω της ασύρματης και πανταχού παρούσας φύσης του, το IoT θα είναι ευάλωτο σε πολλές κακόβουλες επιθέσεις. Λόγω του ότι το IoT είναι στενά συνδεδεμένο με τον φυσικό κόσμο, οι επιθέσεις θα στοχεύουν, για παράδειγμα, στον έλεγχο των φυσικών στοιχείων του περιβάλλοντος ή την απόκτηση ιδιωτικών δεδομένων. Το Ίντερνετ των πραγμάτων πρέπει αυτόνομα να είναι σε θέση να προστατεύει διαφορετικά επίπεδα ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής, χωρίς ταυτόχρονα να επηρεάζει την ποιότητα των υπηρεσιών και την ποιότητα της προσφοράς του.

3.2.6. Αυτο-ίαση (Self-healing)

Ο στόχος αυτής της κατηγορίας είναι η ανίχνευση και διάγνωση των προβλημάτων που προκύπτουν και η προσπάθεια άμεσης διόρθωσης με αυτόνομο τρόπο. Τα συστήματα IoT πρέπει να παρακολουθούν συνεχώς την

κατάσταση των διαφόρων κόμβων τους και να εντοπίζουν κάθε φορά που συμπεριφέρονται διαφορετικά από ό,τι αναμενόταν. Στη συνέχεια, μπορούν να εκτελέσουν ενέργειες για να διορθώσουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν. Συναντήσεις βελτίωσης θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν παραμέτρους νέας διαμόρφωσης ή την εγκατάσταση μιας ενημέρωσης λογισμικού.

3.2.7. Αυτο-περιγραφή (Self-description)

Τα πράγματα και οι πόροι (αισθητήρες και ενεργοποιητές) πρέπει να είναι σε θέση να περιγράψουν τα χαρακτηριστικά και τις ικανότητές τους με έναν εκφραστικό τρόπο έτσι ώστε να επιτρέπουν σε άλλους την επικοινωνία με αντικείμενα προκειμένου να αλληλεπιδράσουν μαζί τους. Επαρκής μορφές συσκευών και υπηρεσιών όπως επίσης και περιγραφή στις γλώσσες θα πρέπει να εξειδικευτούν, πιθανόν σε σημασιολογικό επίπεδο. Οι υπάρχουσες γλώσσες θα πρέπει να επανεξεταστούν και να προσαρμοστούν, ώστε να βρεθεί μια ισορροπία μεταξύ της εκφραστικότητας, της συμμόρφωσης και του μεγέθους των περιγραφών. Η Αυτο-περιγραφή είναι μια θεμελιώδης ιδιότητα για την εφαρμογή σύνδεσης και αλληλεπίδρασης στους πόρους και τις συσκευές.

3.2.8. Αυτο-ανακάλυψη (Self-discovery)

Μαζί με την αυτο-περιγραφή, το χαρακτηριστικό της αυτο-ανακάλυψης διαδραματίζει έναν ουσιαστικό ρόλο για την επιτυχή ανάπτυξη του IoT. Συσκευές IoT και υπηρεσίες θα πρέπει να βρίσκονται δυναμικά και να χρησιμοποιούνται από τους άλλους με έναν ενιαίο και διαφανή τρόπο. Μόνο ισχυρές συσκευές και υπηρεσίες αλλά και πρωτόκολλα υπηρεσιών ανακάλυψης (μαζί με τα πρωτόκολλα περιγραφών) θα επιτρέψουν σε ένα σύστημα IoT να είναι πλήρως δυναμικό.

3.2.9. Αυτο-προμήθεια ενέργειας (Self-energy-supplying)

Και τέλος, η αυτο-προμήθεια ενέργειας είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό (και πολύ συγκεκριμένο IoT) χαρακτηριστικό για να συνειδητοποιήσουμε και να αναπτύξουμε βιώσιμες λύσεις IoT. Οι τεχνικές συγκομιδής ενέργειας (ηλιακά, θερμικά, δόνησης, κ.λπ.) θα πρέπει να προτιμώνται ως κύρια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, σε αντίθεση με τις μπαταρίες που πρέπει να αντικαθίστανται τακτικά, και επιπλέον έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

4.1. Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών με χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων

Το καλοκαίρι του 2007, περισσότεροι από 80 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους στην Ελλάδα και 670.000 στρέμματα (2.711 km²) κήκαν εξαιτίας των πυρκαγιών. Την ίδια χρονιά στην Καλιφόρνια, 500.000 στρέμματα (2.027 km²) έχουν καταστραφεί από τις φλόγες, προκαλώντας τουλάχιστον 14 θανάτους. Εκτός από τα προληπτικά μέτρα, η έγκαιρη ανίχνευση των πυρκαγιών είναι ο μόνος τρόπος για την ελαχιστοποίηση των ζημιών και απωλειών. Το DIMAP-FactorLink, το οποίο κάτω από την επωνυμία της SALVIA Vigilancia y Seguimiento Ambiental εκμεταλλεύεται εμπορικά έργα για την προστασία του περιβάλλοντος, έχει αναπτύξει και ενσωματώσει ένα σύστημα ανίχνευσης δασικών πυρκαγιών.

Η καλυπτόμενη περιοχή είναι περίπου 210 στρέμματα στην περιοχή της Βόρειας Ισπανίας, η οποία περιλαμβάνει τις Κοινότητες της Αστουρίας και της Γαλικίας. Ο στόχος ήταν να δοθεί σε διαφορετικούς οργανισμούς μιας υποδομής παρακολούθησης του περιβάλλοντος, με δυνατότητα άμεσης διαχείρισης και προειδοποίησης έγκαιρων συναγεμμένων.

Η Λύση

Μπορούμε να επισημάνουμε 3 κύρια μέρη του συστήματος Waspmote:

- Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων
- Το δίκτυο επικοινωνιών
- Το κέντρο υποδοχής

90 Waspmotes αναπτύχθηκαν σε στρατηγικά σημεία.

Οι 4 παράμετροι που μετρήθηκαν κάθε 5 λεπτά:

- Θερμοκρασία
- Σχετική υγρασία
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)



Αυτοί οι 4 αισθητήρες συνδέονται με Waspmote μέσω του Gases Board το οποίο περιέχει τα ηλεκτρονικά συστήματα που απαιτούνται για την εφαρμογή μιας εύκολης ενσωμάτωσης υλικού από πολλούς διαφορετικούς αισθητήρες αερίων:

- Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)
- Διοξειδίο του άνθρακα (CO₂)
- Μοριακό οξυγόνο (O₂)
- Μεθάνιο (CH₄)
- Μοριακό υδρογόνο (H₂)
- Αμμωνία (NH₃)
- Ισοβουτάνιο (C₄H₁₀)
- Αιθανόλη (CH₃CH₂OH)
- Τολουόλιο (C₆H₅CH₃)
- Θειούχο υδρόθειο (H₂S)
- Διοξειδίο του αζώτου (NO₂)
- Ατμοσφαιρική πίεση

Το στάδιο ενίσχυσης του κάθε αισθητήρα είναι ρυθμιζόμενο για να επιτρέψει μια καλύτερη ένταξη του συγκεκριμένου αισθητήρα. Επιπλέον, αυτό το χαρακτηριστικό μας επιτρέπει να εστιάσουμε στην ακρίβεια του Waspmote σε μια περιοχή ενδιαφέροντος. Εκτός αυτού, είναι δυνατόν να ελέγχεται η ισχύς του κάθε αισθητήρα χωριστά, αφού οι γραμμές παροχής ισχύος τους είναι ανεξάρτητες και μπορούν να ελέγχονται από το Waspmote σε πραγματικό χρόνο.

Οι περισσότεροι από τους αισθητήρες επηρεάζονται από 3 παραμέτρους: σχετική υγρασία, ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία.

Αν κάποια από αυτές τις μετρούμενες παραμέτρους πηγαίνει πάνω από το ρυθμισμένο όριο, τότε το σύστημα αναλύει τις πληροφορίες και αντιδρά στέλνοντας μια ειδοποίηση για τους πυροσβέστες. Με αυτό τον τρόπο θα γνωρίζουν αμέσως ότι υπάρχει φωτιά και που είναι με ακρίβεια, επειδή κάθε Waspmote μπορεί να ενσωματώσει ένα GPS, που παρέχει ακριβείς πληροφορίες θέσης και χρόνου. Οι πυροσβέστες θα είναι σε θέση να γνωρίζουν πού η φωτιά εξαπλώνεται με πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, το οποίο είναι πολύ σημαντικό προκειμένου να καταλάβουν με ποιο τρόπο συμπεριφέρεται η φωτιά. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του Waspmote είναι η χαμηλή κατανάλωση ισχύος:

- 9 mA, ON mode

- 62 μ A, sleep mode
- 0,7 μ A, hibernate mode

Το Waspmote βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, προκειμένου να σώσει την μπαταρία. Μετά από ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα (προγραμματιζόμενο από τον χρήστη), το Waspmote επαναφέρει την κατάστασή του σε ενεργή και διαβάζει από τους αισθητήρες, υλοποιεί την ασύρματη επικοινωνία και επιστρέφει στην κατάσταση αναμονής. Κάθε συσκευή τροφοδοτείται με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και ένα ηλιακό πάνελ, καθιστώντας το σύστημα εντελώς αυτόνομο. Γι' αυτό και μπορεί να φτάσει μέχρι 40 χιλιόμετρα με Οπτική επαφή (LOS) χρησιμοποιώντας το module 868MHz. Η υψηλή απόδοση των Waspmote κάνει τις αναγνώσεις πραγματικά ακριβείς και η μετάδοση είναι πολύ αξιόπιστη και ευέλικτη, τοποθετώντας τους κόμβους σε ένα μέσο διαχωρισμού των 1,5 χιλιομέτρων.

Είναι επίσης δυνατό να διαβιβαστούν τα δεδομένα μέσω GPRS, ως δευτερεύουσα μονάδα για καλύτερη διαθεσιμότητα και εφεδρεία σε καταστάσεις όπου είναι κρίσιμο να διασφαλιστεί η λήψη του μηνύματος, όπως οι πιθανοί συναγερμοί πυρκαγιάς. Η μονάδα GPRS είναι Quadband (υποστηρίζει κάθε πάροχο κινητής σύνδεσης), καθιστώντας την ικανή να λειτουργήσει σε όλο τον κόσμο, ως εκ τούτου, το έργο αυτό που θα περιγραφεί είναι κατάλληλο για κάθε χώρα.

Για να βοηθήσει στη μετάδοση των δεδομένων, 2 Meshliums εγκαταστάθηκαν επίσης, προκειμένου να συγκεντρώσουν τις πληροφορίες και να εξασφαλίσουν την αποστολή τους μέσω WiFi.

Το Meshlium είναι ο μόνος πολλαπλών πρωτοκόλλων δρομολογητής στον κόσμο, ικανός για διασύνδεση έως 6 τεχνολογίες:

- WSN: 802.15.4 / ZigBee
- WiFi: 2.4GHz or 5GHz σε χαμηλή ή υψηλή ισχύ
- GPRS: quadband
- Bluetooth: επικοινωνία με κινητά τηλέφωνα ή PDAs
- GPS
- Ethernet

Το Meshlium εφαρμόζει μια εύκολη σύνδεση μεταξύ αυτών των 6 πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Στην περίπτωση αυτή, συγκεντρώνει τις πληροφορίες του ασύρματου δικτύου Waspmote ZigBee και το στέλνει στο Κέντρο Ελέγχου μέσω WiFi.

Μια άλλη εφαρμογή του Meshlium χρησιμοποιείται για την παροχή σύνδεσης από ένα σκληρό περιβάλλον για ολόκληρες πόλεις. Το Meshlium προστατεύεται με περίβλημα IP65 που του επιτρέπει να λειτουργεί σε συνθήκες εξωτερικού χώρου. Αναφορικά με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, μπορεί να είναι συνδεδεμένο με ένα ηλιακό πάνελ σε έναν αναπτήρα ενός αυτοκινήτου, έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα στα δάση.

Όταν τα πλαίσια για να φθάσουν στο Meshlium, αναλύονται διαιρώντας όλα τα δεδομένα σε μικρά κομμάτια ή μεταβλητές που είναι αποθηκευμένα σε μια βάση δεδομένων MySQL Server.

Μόλις τα δεδομένα έχουν αποθηκευτεί στη Βάση Δεδομένων, τότε είναι δυνατό να διαχειριστούν με τον τρόπο που πρέπει. Η SISVIA δημιούργησε έναν πίνακα ελέγχου για να δείξει όλες τις πληροφορίες σε ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας. Η λύση ενσωματώθηκε σε ένα GIS (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών), τοποθετώντας τα δεδομένα σε χρήσιμους και βολικούς 2D ή 3D χάρτες.

4.2. Έξυπνο σχέδιο πόλης στη Σερβία για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος

12 Ιανουαρίου, 2012 - Alberto Bielsa

Η καθαρή παροχή αέρα είναι απαραίτητη τόσο για την υγεία μας όσο και για το ίδιο το περιβάλλον. Ωστόσο από τη βιομηχανική επανάσταση, η ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε έχει επιδεινωθεί σημαντικά - κυρίως ως αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Το θέμα της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα εξακολουθεί να είναι μια σημαντική ανησυχία για πολλούς Ευρωπαίους πολίτες. Είναι επίσης ένας από τους τομείς στους οποίους η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υπάρξει αρκετά ενεργή.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, η ΕΕ εργάζεται για να βελτιώσει την ποιότητα του αέρα από τον έλεγχο των εκπομπών βλαβερών ουσιών στην ατμόσφαιρα, τη βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων, καθώς και από την ενσωμάτωση των απαιτήσεων προστασίας του περιβάλλοντος στους τομείς των

μεταφορών και της ενέργειας. Το Waspmote έχει χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των μέσων μαζικής μεταφοράς και την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων σε διάφορες πόλεις της Σερβίας.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ορίζει ότι «το περιβάλλον είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της υγείας ενώ εκτιμάται ότι ευθύνεται για σχεδόν το 20% όλων των θανάτων στην ευρωπαϊκή περιφέρεια του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας». Διαφορετικές αναλύσεις και εκθέσεις έχουν αποκαλύψει ότι: Φαίνεται ότι 40 εκατομμύρια άνθρωποι στις 115 μεγαλύτερες πόλεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) εκτίθενται στον αέρα που υπερβαίνει τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας με κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας για τουλάχιστον ένα ρύπο. Τα παιδιά που ζουν κοντά σε δρόμους με έκθεση στην κυκλοφορία βαρέων επαγγελματικών οχημάτων έχουν διπλάσιο κίνδυνο αναπνευστικών προβλημάτων σε σχέση με αυτά που ζουν κοντά σε δρόμους με λιγότερη συμφόρηση.

Έμμεσες επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, όπως η κλιματική αλλαγή, γίνονται όλο και πιο εμφανείς. Οι μεταφορές είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη πηγή εκπομπών ορυκτών καυσίμων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), ο μεγαλύτερος συνεισφέρων στην αλλαγή του κλίματος.

Όπως μπορεί να συναχθεί από τις διάφορες εκθέσεις και αναλύσεις, η ποιότητα του αέρα βελτιώνεται αν και σε ορισμένες περιοχές είναι ακόμα μακριά από μια υγιή σχέση. Για το λόγο αυτό, η παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων είναι ζωτικής σημασίας να κατανοήσουμε, που εκτιμώνται τα κύρια σημεία ρύπανσης και να προσπαθήσουμε να καταλήξουμε σε μια κατάλληλη τιμή σε κάθε πόλη.

4.3. Έργο EkoBus

Το σύστημα EkoBus έχει αναπτυχθεί σε συνεργασία με την Ericsson, η οποία έχει αναπτυχθεί στις πόλεις του Βελιγραδίου και του Πάντσεβο. Το σύστημα χρησιμοποιεί οχήματα μαζικής μεταφοράς για να παρακολουθεί μια σειρά περιβαλλοντικών παραμέτρων σε μια μεγάλη περιοχή, καθώς και για την παροχή πρόσθετων πληροφοριών για τον τελικό χρήστη, όπως η τοποθεσία των λεωφορείων και η εκτιμώμενη ώρα άφιξης στον προορισμό σε στάσεις λεωφορείων.

Το EkoBus πλαισιώνεται εντός του σχεδίου SmartSantander. Προτείνει μια μοναδική στον κόσμο πόλη-κλίμακα με πειραματική έρευνα εγκατάστασης για την υποστήριξη των τυπικών εφαρμογών και υπηρεσιών για μία έξυπνη πόλη. Το έργο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του προγράμματος που αφορά την έρευνα του μελλοντικού Ίντερνετ και τον πειραματισμό (FIRE). Η κοινοπραξία του συγκεκριμένου έργου αποτελείται από διαφορετικές εταιρείες και Πανεπιστήμια όπως: Telefonica, Alcatel-Lucent, Ericsson, Πανεπιστήμιο της Καντάμπρια ή Πανεπιστήμιο του Surrey.

Αυτή η μοναδική πειραματική εγκατάσταση θα είναι αρκετά μεγάλη, ανοιχτή και ευέλικτη για να επιτρέπει την οριζόντια και την κάθετη επικοινωνία με άλλες πειραματικές εγκαταστάσεις και να διεγείρει την ανάπτυξη των νέων εφαρμογών από τους χρήστες των διαφόρων τύπων, συμπεριλαμβανομένων της προηγμένης πειραματικής έρευνας σε τεχνολογίες IoT και της ρεαλιστικής αξιολόγησης των δοκιμών αποδοχής χρηστών. Το έργο προβλέπει την εγκατάσταση 20.000 αισθητήρων σε διάφορες ευρωπαϊκές πόλεις όπως το Βελιγράδι και το Πάντσεβο (Σερβία).

Η Λύση

65 Waspmotes αναπτύχθηκαν σε δύο διαφορετικές περιοχές μετρώντας 6 παραμέτρους:

- Θερμοκρασία
 - Σχετική υγρασία
 - Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
 - Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
 - Διοξείδιο του αζώτου (NO₂)
- Θέση GPS

Αυτοί οι 5 αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι με το Waspmote μέσω του Gases Sensor Board, το οποίο περιέχει τα ηλεκτρονικά συστήματα που απαιτούνται για την εφαρμογή μιας εύκολης ενσωμάτωσης του υλικού αυτών των αισθητήρων.

Το στάδιο ενίσχυσης του κάθε αισθητήρα είναι αποξέσιμο, προκειμένου να καταστεί δυνατή η καλύτερη ενσωμάτωση των ειδικών αισθητήρων, καθώς μπορεί να υπάρχουν διαφοροποιήσεις από έναν αισθητήρα σε έναν άλλο του ίδιου μοντέλου. Επιπλέον, αυτό το χαρακτηριστικό μας επιτρέπει να εστιάσουμε με την ακρίβεια του Waspmote σε μια περιοχή ενδιαφέροντος. Εκτός αυτού, είναι δυνατή



η εναλλαγή κάθε αισθητήρα χωριστά, αφού οι γραμμές παροχής ισχύος τους είναι ανεξάρτητες και μπορούν να ελέγχονται από το Waspmote σε πραγματικό χρόνο. Προκειμένου να ξέρουμε πού βρίσκεται αυτός ο αισθητήρας, κάθε Waspmote μπορεί να ενσωματώσει ένα GPS που παρέχει ακριβείς πληροφορίες θέσης και χρόνου. Η υψηλή απόδοση των Waspmote κάνει τις αναγνώσεις πραγματικά ακριβείς και η μετάδοση είναι πολύ αξιόπιστη και ευέλικτη.

Είναι επίσης δυνατό να διαβιβάζουν τα δεδομένα μέσω GPRS, ως δευτερεύουσα ράδιο-ενότητα για την καλύτερη διαθεσιμότητα και εφεδρεία σε καταστάσεις που είναι κρίσιμο να εξασφαλιστεί η λήψη του μηνύματος. Η μονάδα GPRS είναι quad-band (μπορεί να λειτουργήσει σε 4 διαφορετικές ζώνες, έτσι ώστε να υποστηρίζει κάθε πάροχο κινητής σύνδεσης), καθιστώντας την ικανή να λειτουργήσει σε όλο τον κόσμο, ως εκ τούτου, το έργο αυτό που περιγράφουμε είναι κατάλληλο για κάθε χώρα. Τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω GPRS σε αυτό το έργο καθώς τα λεωφορεία κινούνται σε όλη την πόλη.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του Waspmote είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας:

- 9mA - ON λειτουργία
- 62uA – λειτουργία ύπνου
- 0,7uA – κατάσταση αδρανοποίησης

Το Waspmote βρίσκεται σε κατάσταση ύπνου τις περισσότερες φορές, προκειμένου να σώσει την μπαταρία. Μετά από μερικά λεπτά (προγραμματιζόμενο από τον χρήστη), το Waspmote επανέρχεται σε κατάσταση λειτουργίας, διαβάζει από τους αισθητήρες, υλοποιεί την ασύρματη επικοινωνία και γυρίζει ξανά σε κατάσταση ύπνου. Κάθε συσκευή μπορεί να τροφοδοτείται με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και ένα ηλιακό πάνελ, καθιστώντας το σύστημα ιδιαίτερα αυτόνομο.

Διαδικασία ανάπτυξης

Τυπικά, η βαθμονόμηση εκτελείται σε πιστοποιημένα εργαστήρια και είναι μια περίπλοκη και δαπανηρή διαδικασία. Ως εκ τούτου, δεν εφαρμόζεται σε σενάρια με εκατοντάδες και χιλιάδες αισθητήρες, οι οποίοι θα μπορούσαν επίσης να έχουν ήδη αναπτυχθεί σε διαφορετικούς τόπους. Ως σημείο εκκίνησης για τη

βαθμονόμηση των αισθητήρων στο σύστημα, ορισμένοι αισθητήρες έχουν βαθμονομηθεί με μεγάλη ακρίβεια. Η βαθμονόμηση τους γίνεται σε ένα εργαστήριο, και όλοι οι άλλοι αισθητήρες βαθμονομούνται σε σύγκριση με τους αισθητήρες αναφοράς.

Συσκευές Waspmote, Αισθητήρες, GPRS και GPS τοποθετήθηκαν μέσα σε ένα περίβλημα ώστε να είναι σε θέση να εφαρμοστούν στην οροφή των λεωφορείων. Σε μια τέτοια θέση, η συνεχής ανάγνωση αυτών των παραμέτρων εκτελούνται κάθε φορά που το όχημα βρίσκεται σε κίνηση και με τον τρόπο αυτό, τα δεδομένα συλλέγονται από διάφορες τοποθεσίες. Με τη βοήθεια της επικοινωνίας δεδομένων GPRS, όλες οι μετρήσεις παραδίδονται στον server όπου υποβάλλεται σε επεξεργασία και αποθηκεύονται. Οι αισθητήρες και οι μονάδες GPS στη συσκευή παρέχουν πληροφορίες που είχαν διαβάσει σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, και την τρέχουσα θέση του οχήματος όπως επίσης την ταχύτητα των κινήσεων του.

Μόλις οι κόμβοι των αισθητήρων επικυρωθούν από έναν μεγάλο αριθμό δοκιμών, που αναπτύχθηκαν σε δύο πόλεις της Σερβίας, χωρίζονται σε δύο ομάδες των 60 και 5 αισθητήρων το καθένα.

Οι κόμβοι των αισθητήρων παίρνουν μετρήσεις και περιοδικά στέλνουν τα αποτελέσματα στην εφαρμογή διακομιστή για περαιτέρω ανάλυση και αποθήκευση δεδομένων. Το Web και η εφαρμογή Android συλλέγουν πληροφορίες από τους κόμβους και εκτελούν την οπτικοποίηση τους (θέση των οχημάτων και ατμοσφαιρικές μετρήσεις).

Είναι επίσης δυνατό να ζητήσουν πληροφορίες σχετικά με την ώρα άφιξης του επόμενου λεωφορείου σε ορισμένη γραμμή σε μια ορισμένη στάση λεωφορείου μέσω SMS ή USSD και να λάβουν τις πληροφορίες μέσω SMS. Η μονάδα GPRS είναι υπεύθυνη για αυτό το χαρακτηριστικό.

Η ανάλυση των αποθηκευμένων δεδομένων χρησιμοποιείται για διάφορους υπολογισμούς της κυκλοφορίας όπως επίσης και για πρόβλεψη. Κατά συνέπεια, οι πρόσθετες πληροφορίες που είναι διαθέσιμες είναι:

- Στατικά δεδομένα: οι γεωλογικές θέσεις και τα ονόματα των σταθμών, οι θέσεις σηματοφόρων στη διαδρομή του λεωφορείου, δρομολόγια λεωφορείων, IMEI από τις ενότητες GPRS που είναι τοποθετημένα στα λεωφορεία, ο μέσος χρόνος που το λεωφορείο περνά στο συγκεκριμένο

σταθμό, ο αρχικός μέσος χρόνος του ταξιδιού με το λεωφορείο μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών.

- Δυναμικά δεδομένα: υπολογίζεται ο μέσος χρόνος του ταξιδιού με λεωφορείο μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών για διαφορετικό μέρος της ημέρας και της εβδομάδας.

Αυτοί οι κόμβοι τροφοδοτούνται από μια εξωτερική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος που συνδέεται με την μπαταρία του λεωφορείου. Εκμεταλλευόμενοι τα Waspmote χαρακτηριστικά εξοικονόμησης ενέργειας, η παροχή ρεύματος σε αυτές τις σημειώσεις είναι αυτόνομες.

Ως αποτέλεσμα αυτού του προγράμματος, οι περιβαλλοντικές παράμετροι μπορούν να παρακολουθούνται για περαιτέρω μελέτη, καθώς και οι πολίτες μπορούν να επωφεληθούν από τα λεωφορεία τοποθεσίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΙΟΤ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ARM

Μετά από πολλή συζήτηση αρκετών χρόνων σχετικά με τις βασικές έννοιες του ΙοΤ, το 2009, μια ομάδα ερευνητών από περισσότερες από 20 μεγάλες βιομηχανικές εταιρείες και ερευνητικά ιδρύματα ένωσαν τις δυνάμεις τους για να τεθούν τα θεμέλια για το τόσο αναγκαίο κοινό έδαφος ή μια κοινή «αρχιτεκτονική» για το Ίντερνετ των πραγμάτων: το έργο ΙοΤ-Α γεννήθηκε. Το ΙοΤ-Α έχει γίνει εμβληματικό έργο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στο έβδομο πρόγραμμα-πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Έρευνα και την Ανάπτυξη με σκοπό την ίδρυση μιας αρχιτεκτονικής για το Ίντερνετ των πραγμάτων.

Αφήνοντας κατά μέρος τις εκτιμήσεις των επιχειρήσεων, και λαμβάνοντας υπόψη μόνο την τεχνική άποψη, ήταν σαφές για τους εταίρους του έργου ότι οι υπάρχουσες λύσεις δεν καλύπτουν τις απαιτήσεις κλιμάκωσης ενός μελλοντικού ΙοΤ, τόσο από την άποψη της επικοινωνίας μεταξύ των έξυπνων συσκευών και όσο και από την ενορχήστρωση και τη διαχείριση των σύνθετων υπηρεσιών. Επιπλέον, ο τομέας ΙοΤ περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά μοντέλα διακυβέρνησης, τα οποία είναι συχνά ασύμβατα. Αυτό οδηγεί σε μια κατάσταση όπου η προστασία της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας αντιμετωπίζονται σε μια αγορά και με βάση την κάθε σχετική νομοθεσία, μετασκευάζονται λύσεις στα υπάρχοντα σχέδια - κάτι το οποίο δυσχεραίνει σοβαρά τη δυνατότητα μεταφοράς, τη διαλειτουργικότητα και την ανάπτυξη.

Φυσικά, η εξάπλωση του τομέα ΙοΤ είναι τόσο μεγάλη που θα ήταν αφελές να εξεταστεί ένα πρωτόκολλο "ενός μεγέθους που θα ταιριάζει σε όλους", όπως το IP, ή ακόμα και ένα ενιαίο στρώμα όπου η διαλειτουργικότητα μεταξύ όλων των ειδών επικοινωνίας της έξυπνης συσκευής μπορεί να λαμβάνει χώρα.

Ωστόσο, σύντομα έγινε σαφές ότι σε αυτόν τον τομέα, υπήρχε η ανάγκη για ένα κοινό έδαφος σε ένα πιο αφηρημένο στρώμα.

Η κεντρική απόφαση του έργου ΙοΤ-Α ήταν να στηρίξει το έργο της σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση, αντί να εφαρμοστεί μια καθαρή προσέγγιση. Ως αποτέλεσμα, κοινά χαρακτηριστικά έχουν προκύψει για να σχηματίσουν τη γραμμή βάσης του ΙοΤ Αρχιτεκτονικού Μοντέλου Αναφοράς (ARM). Αυτό έχει το

μεγάλο πλεονέκτημα της εξασφάλισης ότι το μοντέλο είναι συμβατό προς τα πίσω, καθώς και η υιοθέτηση των καθιερωμένων είναι λύσεις που εργάζονται για διάφορες πτυχές του IoT.

Δεν είναι πλέον δυνατό να αξιοποιηθούν αρχιτεκτονικές στο εργαστήριο ή χωρίς να υπάρξει εισόδος στον πραγματικό κόσμο. Το IoT-A αναγνώρισε αυτή τη νέα πραγματικότητα, όπου οι γραμμές μεταξύ E & A, η καινοτομία και οι αναδυόμενες τεχνολογίες είναι θολές, σε πολύ πρώιμο στάδιο. Με τη βοήθεια των τελικών χρηστών, που διοργανώθηκε στην ομάδα ενδιαφερόμενων μερών IoT-A, οι νέες απαιτήσεις για το IoT έχουν συλληχθεί προκειμένου να εισαχθούν στην κύρια διαδικασία του μοντέλου οικοδόμησης.

Αυτή η ομάδα ενδιαφερομένων ήταν μία από τις πιο σημαντικές πηγές για την απόκτηση εξωτερικής εισόδου, καθώς και την ενημέρωση σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση των εργασιών του έργου. Μέχρι στιγμής, οι συνεισφορές των ενδιαφερομένων έχουν ένα κύριο χαρακτηριστικό του έργου, καθώς οι απαιτήσεις των ενδιαφερομένων φορέων που συλλέγονται σε ένα αρχικό εργαστήριο αποτέλεσε τη βάση για το αρχικό σχέδιο της ARM, ιδιαίτερα στο μοντέλο τομέα και τη λειτουργική αποσύνθεση.

Κάθε δομικό στοιχείο της ARM στη συνέχεια αναπτύχθηκε για να ικανοποιήσει όλες τις απαιτήσεις και να ενεργοποιήσει το Ίντερνετ των πραγμάτων, με μια ολιστική προσέγγιση. Οι περαιτέρω εργασίες των ενδιαφερομένων και τα ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται για να επανεξετάσουν την πρόοδο της ανάπτυξης του ARM και να τελειοποιήσουν τις έννοιες και τα μοντέλα.

Επί του παρόντος, ο τομέας της επικρατούσας πρακτικής για την εμπλοκή των ενδιαφερόμενων μερών σε μεγάλο βαθμό χαρακτηρίζεται από περίπλοκα και δυναμικά περιβάλλοντα που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων, από την μη φιλική προς τη διαλλακτική και από την αποφρακτική στη συνεργατική.

Αυτό είναι ένας ικανός χαρακτηρισμός του Ίντερνετ των πραγμάτων: πολύπλοκα και δυναμικά περιβάλλοντα που περιέχουν ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων. Ως εκ τούτου, είναι μια ανοικτή και συνεχής οικολογία των περιβαλλόντων, που χαρακτηρίζεται από την αλλαγή και την συνδυαστική καινοτομία σε πραγματικό χρόνο.

Για όλα τα διαφορετικά υπόβαθρα τους - την αυτοκινητοβιομηχανία, την υγεία, την εφοδιαστική, το λιανικό εμπόριο οι ενδιαφερόμενοι ήρθαν αντιμέτωποι

με μία έκπληξη αφού διαπίστωσαν ότι οι απαιτήσεις τους ήταν συχνά πολύ παρόμοιες.

Σε πραγματικές περιπτώσεις στον κόσμο, οι ίδιες αρχές και τα ίδια αφηρημένα επίπεδα που "σε αυτό τον IoT κόσμο γίνονται ενεργοί συμμετέχοντες", ο στόχος είναι μια συνεχής αλυσίδα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και εντοπισμού, στην οποία πρέπει να είναι ισορροπημένη η ελίτ των ακριβών στοιχείων υψηλού επιπέδου που εντοπίζονται και η πληθώρα των ειδών χαμηλού επιπέδου για την αποτελεσματικότητα του κόστους.

Η διαλειτουργικότητα έχει επικυρωθεί από τους ενδιαφερόμενους δημιουργώντας ανεξάρτητες περιπτώσεις χρήσης, όπως η απαίτηση νούμερο ένα.

Το **Μοντέλο Αναφοράς IoT** παρέχει το υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης για τον ορισμό του Αρχιτεκτονικού μοντέλου αναφοράς IoT-A . Προωθεί μια κοινή κατανόηση του τομέα IoT. Η περιγραφή του μοντέλου αναφοράς IoT περιλαμβάνει μια γενική θέση σχετικά με τον τομέα IoT, ένα IoT μοντέλο ως μια περιγραφή υψηλού επιπέδου, ένα IoT Μοντέλο πληροφοριών που εξηγεί πώς οι IoT πληροφορίες πρόκειται να διαμορφωθούν, και ένα IoT μοντέλο επικοινωνίας, προκειμένου να κατανοήσουν λεπτομέρειες σχετικά με την επικοινωνία μεταξύ πολλών ετερογενών συσκευών IoT και το Διαδίκτυο ως σύνολο. Ο ορισμός του μοντέλου αναφοράς IoT είναι σύμφωνα με τον ορισμό μοντέλο αναφοράς OASIS.

Η **Αρχιτεκτονική Αναφοράς IoT** είναι το σημείο αναφοράς για την οικοδόμηση απόλυτα συμβατό με αρχιτεκτονικές IoT. Ως εκ τούτου, παρέχει απόψεις και προοπτικές σε διαφορετικές αρχιτεκτονικές πτυχές που απασχολούν τους ενδιαφερόμενους του IoT. Οι όροι και οι προοπτικές χρησιμοποιούνται σύμφωνα με την γενική βιβλιογραφία και τα πρότυπα. Η δημιουργία της Αρχιτεκτονικής Αναφοράς IoT επικεντρώνεται σε αφηρημένα σύνολα των μηχανισμών και όχι σε συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές εφαρμογών. Σε οργανισμούς, μια σημαντική πτυχή είναι η τήρηση των τεχνολογιών τους με τα πρότυπα και τις βέλτιστες πρακτικές, ώστε να είναι εξασφαλισμένη η διαλειτουργικότητα μεταξύ των οργανώσεων. Αν δοθεί αυτή η συμμόρφωση, μία μορφή οικοσυστήματος θα προκύψει, στην οποία κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να δημιουργήσει νέες επιχειρήσεις που «συνεργάζονται» με τις ήδη υπάρχουσες επιχειρήσεις. Το IoT-A ARM παρέχει τις βέλτιστες πρακτικές στους οργανισμούς, έτσι ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν συμβατές αρχιτεκτονικές IoT σε διαφορετικά πεδία εφαρμογής. Αυτές οι αρχιτεκτονικές IoT είναι στιγμιότυπα από

τις αρχιτεκτονικές αναφορές με ορισμένες αρχιτεκτονικές επιλογές (που ονομάστηκαν αργότερα σχεδιαστικές επιλογές), θεωρώντας ισχυρό σε πραγματικό χρόνο ή επιλέγοντας ισχυρά χαρακτηριστικά ασφαλείας, κλπ. Αποτελούν, συνεπώς ειδικές "γεύσεις" της Αρχιτεκτονικής Αναφοράς IoT. Σε περιπτώσεις που τα πεδία εφαρμογής είναι επικαλυπτόμενα, η συμμόρφωση προς την Αρχιτεκτονική Αναφοράς IoT διασφαλίζει τη διαλειτουργικότητα των λύσεων και επιτρέπει το σχηματισμό νέων συνεργειών μεταξύ αυτών των τομέων.

5.1. Γενική διαδικασία

Η διαδικασία ανάπτυξης του ARM αποτελείται από μία κύρια διαδικασία, η οποία είναι η αρχή του ARM. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας δύο ενέργειες είναι που αξίζει να αναφερθούν, η μοντελοποίηση τομέα, η οποία έχει ως αποτέλεσμα το IoT Μοντέλο Αναφοράς, και η λειτουργική μοντελοποίηση, η οποία αποτελεί τον κύριο συντελεστή στην Αρχιτεκτονική Αναφοράς IoT. Αυτή η διαδικασία λαμβάνει είσοδο από τη διαδικασία απαίτησης συλλογής, η οποία με τη σειρά της δέχεται είσοδο από εξωτερικά ενδιαφερόμενα μέρη και σύγχρονες έρευνες που διενεργήθηκαν κατά τα πρώτα στάδια του IoT-A. Το έργο κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας παρουσιάζεται ως ένα σχέδιο ARM. Το αρχικό σχέδιο ARM v0.9 παρουσιάστηκε στο παραδοτέο D1.2.

Το σχέδιο ARM καθοδηγεί την έναρξη της δημόσιας χρήσης περιπτώσεων των εκθέσεων, όπως επίσης και το έργο των τεχνικών πακέτων εργασίας στο πλαίσιο IoT-A («τεχνική ανάλυση»). Το σχέδιο ARM αναθεωρείται από εξωτερικούς φορείς του έργου, τις δραστηριότητες επίδειξης, καθώς και τα τεχνικά πακέτα εργασίας. Η αναθεώρηση αυτή χρησιμεύει ως πρώτη ύλη για την αναθεώρηση της ARM. Με άλλα λόγια, το έργο IoT-A ακολουθεί το καθιερωμένο μοντέλο σχεδιασμού σπирάλ και πρωτοτύπων. Το αποτέλεσμα από την πρώτη επανάληψη αυτού του κύκλου ανάπτυξης είναι το τρέχον έγγραφο, δηλαδή η ARM έκδοση v1.5.

Πριν από την τελική ευθεία προγραμματίστηκαν πολλές επαναλήψεις με αποτέλεσμα τα v1.6 και v1.7, αντίστοιχα. Πέρα από την ανάλυση της αρχιτεκτονικής και τον τομέα της ανάλυσης παρέχουμε επίσης στον χρήστη της ARM βέλτιστες πρακτικές για την εξαγωγή χρήσης-περίπτωσης και την εφαρμογή ειδικών αρχιτεκτονικών. Πέραν του ότι είναι προς όφελος για τον χρήστη της ARM, η διαδικασία αυτή έχει το δευτερεύον όφελος της παροχής πολύτιμων

πληροφοριών για την ίδια την ARM αρχή. Κατά την εκπόνηση των κατευθυντήριων γραμμών για τη μετάφραση της ARM σε μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική, πιθανά κενά και ασυνέπειες αποκαλύφθηκαν. Επίσης, η άσκηση βέλτιστων πρακτικών εμβαθύνει την κατανόησή μας για τον τομέα IoT, και παρέχει πρόσθετη καθοδήγηση σχετικά με το ποιες πτυχές της ARM χρειάζονται περαιτέρω ενίσχυση. Τελευταίο αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, μελετώντας τη μετάφραση της ARM σε συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές και αντίστροφα παρέχει μια συναρπαστική επικύρωση της χρησιμότητας της ARM.

Η προσέγγιση του σπειροειδούς μοντέλου είναι συνυφασμένη με την αναπτυξιακή διαδικασία ARM η οποία επιλέχθηκε για τους εξής λόγους. Πρώτον, κάθε νέα επανάληψη της διαδικασίας αυξάνει την σταθερότητα του βραχίονα. Δεύτερον, λόγω της πολύ-βηματικής της φύσης, η διάδοση των (εμβρυϊκών) ARM ξεκινά νωρίς στο πλαίσιο του έργου. Χάρη στην έγκαιρη δημοσίευση διορθωτικών ερεθισμάτων από τους χρήστες και τους εξωτερικούς φορείς λαμβάνονται έγκαιρα στη διαδικασία ανάπτυξης και μπορεί ως εκ τούτου να επηρεάσει θετικά τόσο την εφαρμογή της ARM, όσο και την αποδοχή της. Τρίτον, η προσέγγιση αυτή επισημοποιεί και συντονίζει την αλληλεπίδραση της δραστηριότητας αρχιτεκτονικής μέσα στο IoT-A με εκείνη των άλλων δραστηριοτήτων (τεχνική ανάλυση και επίδειξης που έχει συσταθεί), η οποία αναμένεται να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα της εν λόγω ανταλλαγής.

5.2. Οφέλη από τη χρήση του ARM

Η χρήση του IoT-A ARM έχει πολλά πλεονεκτήματα. Παραθέτουμε τα σημαντικότερα παρακάτω:

5.2.1. Γνωστική ενίσχυση

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης προϊόντος η αναφορά σε κάποιο αρχιτεκτονικό μοντέλο έχει τετραπλή σημασία. Πρώτα από όλα με τη χρήση του μοντέλου όσοι εμπλέκονται στην ανάπτυξη μπορούν να συνεννοούνται αφού υπάρχει κοινή γλώσσα επικοινωνίας.

Κατά δεύτερο η υψηλή επιπέδου άποψη ενός τέτοιου μοντέλου έχει μεγάλη εκπαιδευτική αξία από τη στιγμή που παρέχει ένα περίγραμμα αλλά και συνολική εικόνα του τομέα. Κατ' αυτόν το τρόπο κάποιος που θέλει να ασχοληθεί με το

συγκεκριμένο πεδίο μπορεί να βοηθηθεί στη κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων και πολυπλοκοτήτων του IoT.

Τρίτον, το αρχιτεκτονικό μοντέλο αναφοράς μπορεί να βοηθήσει τους επικεφαλής ενός IoT project να οργανώσουν τις εργασίες και τις ομάδες που θα συμμετέχουν στο έργο.

Τέταρτον το αρχιτεκτονικό μοντέλο αναφοράς αποσκοπεί στην αναγνώριση των ανεξάρτητων κομματιών (blocks) ενός IoT συστήματος. Αυτό παρέχει πολύ σημαντικές πληροφορίες που απαντούν σε ερωτήσεις που έχουν να κάνουν για παράδειγμα με τα συστατικά του συστήματος, με την αρχιτεκτονική του επεξεργαστή, επαναχρησιμοποίηση ήδη ανεπτυγμένων εξαρτημάτων κ.α.

5.2.2. Μοντέλο αναφοράς IOT-A σαν κοινή βάση

Η καθιέρωση μιας κοινής βάσης για ένα συγκεκριμένο πεδίο δεν είναι κάτι απλό. Για να είναι αποτελεσματικό αυτό θα πρέπει η κοινή βάση να παρέχει όσο το δυνατόν περισσότερα πλεονεκτήματα μπορεί. Η καθιέρωση κοινής βάσης περιλαμβάνει τον ορισμό των IOT οντοτήτων και περιγράφει την αλληλεπίδραση και τις σχέσεις μεταξύ των. Το αρχιτεκτονικό μοντέλο αναφοράς παρέχει ακριβώς αυτή τη κοινή βάση για το πεδίο IOT. Οποιαδήποτε ομάδα οραματίζεται να αναπτύξει ένα IoT σύστημα συμβατό με το IoT-A πρέπει να ακολουθεί τους κανόνες που ορίζονται από το μοντέλο αναφοράς.

5.2.3. Δημιουργία αρχιτεκτονικών

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η χρήση του IoT-A ARM για τη δημιουργία παρόμοιων αρχιτεκτονικών για εξειδικευμένα συστήματα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη δυνατότητα υποστήριξης εργαλείων. Το πλεονέκτημα της δημιουργίας ενός τέτοιου σχήματος για αρχιτεκτονικές δεν είναι μόνο η αυτοματοποίηση της διαδικασίας αλλά το γεγονός ότι η δημιουργηθείσα αρχιτεκτονική θα παρέχει ουσιαστικά διαλειτουργικότητα στα συμπληρωματικά IoT συστήματα.

5.3. Αναγνωρίζοντας τις διαφορές

Όταν χρησιμοποιούνται τα προαναφερθέντα εργαλεία συστήματος, τα οποία στηρίζονται στο IoT-ARM, τυχόν διαφορές στις παραγόμενες αρχιτεκτονικές αποδίδονται στις ιδιαιτερότητες της περίπτωσης. Όταν εφαρμόζεται το IOT-A ARM

προβλέψεις της πολυπλοκότητας του συστήματος είναι δυνατόν να γίνουν. Αυτό διευκολύνει πολύ στη επίλυση προβλημάτων που δεν έχουν καταγραφεί κατά την δημιουργία του πλάνου του project. Η συνολική προσπάθεια υλοποίησης είναι σίγουρα μικρότερη από την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής χωρίς τη βοήθεια ενός αρχιτεκτονικού μοντέλου αναφοράς.

5.4. Συγκριτική αξιολόγηση

Κάτι εξίσου σημαντικό είναι η συγκριτική αξιολόγηση. Για παράδειγμα η NASA χρησιμοποίησε ένα μοντέλο αναφοράς για την συγκριτική αξιολόγηση προσφορών που επρόκειτο να λάβει κατά τη διάρκεια μια δημόσιας προσφοράς, για το καινούριο όχημα εξερεύνησης. Ενώ το μοντέλο αναφοράς καθορίζει τη γλώσσα που θα χρησιμοποιηθεί στα συστήματα / αρχιτεκτονικές, η αρχιτεκτονική αναφοράς δηλώνει τις ελάχιστες (λειτουργικές) απαιτήσεις για τα συστήματα / αρχιτεκτονικές. Με την τυποποίηση της περιγραφής και επίσης της παραγγελίας και της οριοθέτησης των στοιχείων που αποτελούν το σύστημα, παρέχεται επίσης ένα υψηλό επίπεδο διαφάνειας και συγκρισιμότητας στη διαδικασία της συγκριτικής αξιολόγησης.

5.5. Προστατευόμενα στοιχεία

Ποια μέρη πρέπει να προστατευθούν εξαρτάται από το σενάριο. Παρόλα αυτά το IoT ARM προέρχεται από τη σύνθεση ενός πλήθους cases, κάτι που κάνει την αναγνώριση των στοιχείων που πρέπει να προστατευθούν ευρεία και πολύπλευρη. Η συγκεκριμένη ανάλυση ασχολείται μόνο με τα γενικά στοιχεία που πρέπει να προστατευθούν και ως εκ τούτου αυτή η μελέτη είναι ένα καλό σημείο για τη μελέτη ενός σεναρίου στο οποίο θα εφαρμοστεί το IoT ARM. Το σενάριο περιλαμβάνει

- Μεταφορές
- Έξυπνο σπίτι
- Έξυπνη πόλη
- Έξυπνο εργοστάσιο
- Λιανική πώληση
- E-υγεία
- Ενέργεια (έξυπνο δίκτυο)

Φυσικό πρόσωπο: Αυτό αντιπροσωπεύει τον χρήστη (άνθρωπο). Οι απειλές-κίνδυνοι που αφορούν τον χρήση συνήθως σχετίζονται με την προστασία και όχι με την ασφάλεια. Τέτοιου είδους απειλή προκύπτει όταν κάποια υπηρεσία εκτρέπεται ή δεν είναι διαθέσιμη από κάποιο τρίτο. Ένα παράδειγμα μπορεί να είναι μια κακόβουλη υπηρεσία η οποία επιστρέφει εσφαλμένες πληροφορίες ή ακόμα και πληροφορίες οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν επικίνδυνες καταστάσεις. Το σενάριο που έχει να κάνει με την υγεία είναι και αυτό με την υψηλότερη επικινδυνότητα από τέτοιου είδους επιθέσεις. Πρέπει βέβαια να σημειώσουμε ότι το επίπεδο του κρίσιμου σημείου εξαρτάται από το βαθμό αυτοματοποίησης. Είναι λογικό ότι οι πιο κρίσιμες αποφάσεις σε ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να απαιτούν την εμπλοκή του ανθρώπινου παράγοντα.

Ιδιωτικότητα: Αυτό το στοιχείο αντιπροσωπεύει όλες τις πληροφορίες που ο χρήστης ή η συσκευή ρητά δε συμφωνούν τα είναι δημοσίως διαθέσιμα ή η διαθεσιμότητά τους εξασφαλίζεται από κάποιον άλλο.

Κανάλι επικοινωνίας: Το κανάλι επικοινωνίας πρέπει να είναι από μόνο του προστατευμένο. Συνήθεις απειλές είναι επιθέσεις στην ακεραιότητα των συναλλασόμενων δεδομένων μέσω του καναλιού. Παράδειγμα τέτοιας επίθεσης είναι η αλλοίωση των δεδομένων ή η επανεκπομπή δεδομένων. Το κανάλι επικοινωνίας πρέπει να προστατεύεται επίσης ενάντια στις επιθέσεις που έχουν να κάνουν με τη λειτουργία δρομολόγησης του βασικού δικτύου.

Συσκευές κλαδιά: Μία τέτοια συσκευή αντιπροσωπεύει το σύνολο των στοιχείων του IoT που είναι συνδεδεμένα σε μια απλή IoT-A υποδομή. Ετικέτες, αναγνώστες, αισθητήρες και ενεργοποιητές είναι μερικά παραδείγματα τέτοιων συσκευών. Πολλά σχέδια προστασίας σχετικά με το αντικείμενο πρέπει να αναπτυχθούν. Αυτά πρέπει να εξασφαλίζουν την ακεραιότητα του λογισμικού, υλικού και την τοποθεσία αυτών των συσκευών.

Ενδιάμεσες συσκευές: Αυτές οι συσκευές παρέχουν υπηρεσίες στις συσκευές κλαδιά και επιπρόσθετα αποκαθιστούν την επικοινωνία. Ένα παράδειγμα τέτοιας συσκευής είναι μια gateway που αλληλοσυνδέει διαφορετικούς τομείς (domains). Απενεργοποιώντας για παράδειγμα μια ενδιάμεση συσκευή μπορεί να περιοριστεί μια επίθεση στην υποδομή. Τέτοιου είδους επιθέσεις είναι στο σκοπό αυτής της ανάλυσης.

Υπηρεσίες backend: Οι υπηρεσίες backend αντιπροσωπεύουν τα εμπλεκόμενα στοιχεία του συστήματος που βρίσκονται στην πλευρά του server.

Υπηρεσίας υποδομής: Οι υπηρεσίες ανακάλυψης, αναζήτησης και ανάλυσης είναι πολύ κρίσιμες υπηρεσίες αφού υποστηρίζουν θεμελιώδεις λειτουργίες στα IoT συστήματα. Κατά παρόμοιο τρόπο οι υπηρεσίες ασφαλείας είναι πολύ σημαντικές για μια ασφαλή αλληλεπίδραση μεταξύ των οντοτήτων.

Γενικές εγκαταστάσεις: Αυτή η τελευταία κατηγορία αντικειμένων σκοπό έχουν την προστασία των υπηρεσιών με ένα καθολικό χαρακτήρα. Για παράδειγμα, μπορεί να υπάρχει κίνδυνος ότι μια επίθεση σε ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να αποτελέσει την απόλυτη διάλυση της υπηρεσίας μέσω της καταστροφής της επικοινωνιακού διαύλου μεταξύ των συσκευών. Οι συνέπειες αυτής της καταστροφής μπορούν να προληφθούν από τις συσκευές αυτής της κατηγορίας.

5.6. Συσκευές και δυνατότητες συσκευών

Σε ένα IoT μοντέλο οι συσκευές είναι τεχνικά αντικείμενα που προορίζονται να παίξουν το ρόλο της διεπαφής μεταξύ ψηφιακού και πραγματικού κόσμου δηλαδή της σύνδεσης μεταξύ των ιδεατών και πραγματικών οντοτήτων. Για αυτό το λόγο οι συσκευές πρέπει να μπορούν να λειτουργούν τόσο στο φυσικό όσο και στο ψηφιακό κόσμο και το IoT μοντέλο επικεντρώνεται στην ικανότητα των συσκευών να παρέχουν παρατήρηση και μεταβολή του φυσικού κόσμου από το ψηφιακό περιβάλλον. Για αυτό το λόγο δε μπορούν να θεωρηθούν σαν ξεχωριστές οντότητες.

Το υλικό (hardware) των συσκευών είναι πολύ σημαντικό και ως εκ τούτου θα πρέπει σε κάποιο βαθμό να έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας, υπολογισμών και αποθήκευσης. Επιπλέον οι πηγές ενέργειας έχουν εξίσου σημαντικό ρόλο μιας και πρέπει να παρέχουν τη δυνατότητα αυτονομίας στις συσκευές. Πολλές τεχνολογίες και προϊόντα είναι διαθέσιμα και οι ικανότητές τους είναι αξιοσημείωτες. Αν και αυτές οι δυνατότητες μπορεί να μην έχουν άμεσο αντίκτυπο στο IoT μοντέλο, είναι πολύ σημαντικές κατμά τη διάρκεια της φάσης σχεδίασης.

Οι δυνατότητες επικοινωνίας εξαρτώνται από το τύπο των δεδομένων που ανταλλάσσονται με τη συσκευή και από τη τοπολογία επικοινωνίας. Όλα τα παραπάνω είναι πολύ σημαντικά για το IoT και έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας, τη συχνότητα συλλογής στοιχείων, και το ποσό των δεδομένων που διαβιβάζονται. Οι δυνατότητες επικοινωνίας έμμεσα επηρεάζουν τη τοποθεσία των πηγών (στις συσκευές ή στο δίκτυο). Επίσης θέματα ασφαλείας

επιηρεάζουν τις δυνατότητες επικοινωνίας αφού συνήθως δημιουργούν μια επιπλέον επιβάρυνση (overhead).

Από την άλλη πλευρά οι υπολογιστικές δυνατότητες επιηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την επιλεγμένη αρχιτεκτονική, τα εφαρμόσιμα χαρακτηριστικά ασφαλείας όπως και τις πηγές ενέργειας των συσκευών. Επίσης, είναι σημαντικές σε ό,τι αφορά τη διαθεσιμότητα των πόρων στη συσκευή και την πολυπλοκότητά τους, αφού οι συσκευές με περιορισμένες δυνατότητες μπορεί να μην έχουν επαρκείς υπολογιστικούς πόρους.

Ο όρος αποθήκευση αναφέρεται συνήθως στην ικανότητα υποστήριξης του firmware / λογισμικού που εκτελείται στη συσκευή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αποθηκεύοντας δεδομένα από τους ενσωματωμένους αισθητήρες ή δεδομένα που συλλέγονται από άλλες υπηρεσίες και απαιτούνται για την υποστήριξη ενός συγκεκριμένου πόρου. Η δυνατότητα αποθήκευσης κυμαίνεται από καθόλου όπως είναι στη τεχνολογία RFID σε KB όπως είναι στη περίπτωση των ενσωματωμένων συσκευών.

5.7. Πηγές κινδύνου

Οι πηγές κινδύνου κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την STRIDE (Microsoft 2003) ταξινόμηση, η οποία είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος κατάταξης των απειλών που σχετίζονται με τα συστήματα πληροφοριών. STRIDE (Spoofing identity, Tampering with data, Repudiation, Information disclosure, Denial of service, and Elevation of privilege) σημαίνει πλαστογράφηση ταυτότητας, η παραποίηση των δεδομένων, αποπομπή, δημοσιοποίηση πληροφοριών, άρνηση παροχής υπηρεσιών, καθώς και ανύψωση δικαιωμάτων. Οι κατηγορίες αυτές συνοψίζονται γρήγορα παρακάτω - πρέπει να λάβουμε υπόψη ωστόσο, ότι στον πραγματικό κόσμο τέτοια περιστατικά συνήθως αποτελούνται από ένα συνδυασμό τέτοιων απειλών.

Πλαστογράφηση ταυτότητας σημαίνει ότι κάποιος χρησιμοποιεί παρανόμως τη ταυτότητα κάποιου άλλου. Η επίθεση πλαστογράφησης μπορεί να συμβεί σε όλα τα είδη στοιχείων, ανεξάρτητα από το αν αντιπροσωπεύουν φυσικό πρόσωπο, συσκευή ή ροή επικοινωνίας.

Παραποίηση δεδομένων σημαίνει ότι κάποιος εισβολέας έχει τη δυνατότητα να αλλάξει το περιεχόμενο των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ δύο ή περισσότερων συμμετεχόντων. Η παραποίηση δεδομένων μπορεί

να περιλαμβάνει πολύ λεπτές επιθέσεις κατά τις οποίες ο εισβολέας είναι ικανός να αλλάξει τη συμπεριφορά των παραληπτών παραποιώντας τελικά τα αρχικά δεδομένα.

Αποκήρυξη εμπλέκεται σε επιθέσεις κατά τις οποίες ο εισβολέας πραγματοποιεί παράνομες ενέργειες και στη συνέχεια αμφισβητεί ότι τις διέπραξε με τέτοιο τρόπο που οι άλλοι κόμβοι δεν μπορούν να αποδείξουν ότι ο εισβολέας ενεργεί κακόβουλα.

Δημοσιοποίηση πληροφοριών σημαίνει ότι οι πληροφορίες αποκαλύπτονται σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Έχει σχέση με την ύπαρξη ενός μοντέλου αδειοδότησης που ορίζει για κάθε στοιχείο πληροφορίας ένα σύνολο ατόμων που είναι εξουσιοδοτημένα να έχουν πρόσβαση, υπό ορισμένες ειδικές συνθήκες.

Άρνηση παροχής υπηρεσιών επιθέσεις σημαίνει απενεργοποίηση των υπηρεσιών που προσφέρονται σε νόμιμους χρήστες (σε αντίθεση, για παράδειγμα, σε συστήματα όπου η επίθεση υπηρεσίας μπορεί να μεταβληθεί, π.χ. κάνοντας μια υπηρεσία αναζήτησης να επιστρέφει λανθασμένα αποτελέσματα, χωρίς οι νόμιμοι χρήστες να είναι σε θέση να το προσέξουν).

Απόδοση δικαιωμάτων μπορεί να συμβεί σε συστήματα που διαθέτουν διαφορετικές κατηγορίες χρηστών, όπου η κάθε κατηγορία έχει ένα συγκεκριμένο σύνολο των δικαιωμάτων. Λανθασμένη απόδοση δικαιωμάτων συμβαίνει όταν ένας εισβολέας καταφέρει να αποκτήσει τα δικαιώματα που θα έπρεπε κανονικά να χορηγείται μόνο σε πιο προνομιούχα κατηγορία. Επικίνδυνη λήψη δικαιωμάτων μπορεί να έχουμε όταν ένας εισβολέας μπορεί να αποκτήσει δικαιώματα διαχείρισης για ολόκληρο το σύστημα, ή μέρος αυτού, το οποίο σημαίνει ότι ο εισβολέας μπορεί να εκτελέσει αυθαίρετες ενέργειες σχετικά με τα στοιχεία που ο εισβολέας έχει πρόσβαση σε αυτά, έτσι είναι σε θέση να καταστρέψει το σύστημα ή εξ ολοκλήρου να αλλάξει τη συμπεριφορά του.

Οι πηγές κινδύνου που εξετάστηκαν εδώ περιορίζονται σύμφωνα με τους παρακάτω κανόνες.

- Δε θεωρούνται οι μη-ανθρώπινες πηγές κινδύνου, είτε γενικές (πλημμύρα, κεραυνό, πυρκαγιά, ηλεκτρικά, θέρμανση) ή τοπικές (ατομική βλάβη της συσκευής) . Μόνο ανθρώπινες πηγές κινδύνου.

- Ανάμεσα στις ανθρώπινες πηγές κινδύνου, μόνο επιθέσεις κλοπής ή απώλειας λαμβάνονται υπόψη. Τεχνικά λάθη ή ατυχήματα δε λαμβάνονται υπόψη. Με άλλα λόγια λαμβάνονται υπόψη μόνο κακόβουλες επιθέσεις και όχι μη σκόπιμες.

5.8. Κριτικές και αμφισβητήσεις

Ενώ οι τεχνολόγοι θεωρούν το IoT σαν ένα βήμα για ένα καλύτερο κόσμο, μελετητές και κοινωνικοί παρατηρητές έχουν κάποιες αμφιβολίες σχετικά με τη παντοκρατορία της υπολογιστικής επανάστασης.

5.8.1. Ιδιωτικότητα – Αυτονομία - Έλεγχος

Ο Peter-Paul Verbeek, καθηγητής φιλοσοφίας της τεχνολογίας στο Πανεπιστήμιο του Τβέντε Ολλανδίας, υποστηρίζει ότι η τεχνολογία ήδη επηρεάζει τις αποφάσεις που παίρνουμε, οι οποίες κατ' επέκταση επηρεάζουν την ανθρώπινη ιδιωτικότητα και αυτονομία. Προειδοποιεί ότι πρέπει να βλέπουμε την Τεχνολογία σαν ανθρώπινο εργαλείο και όχι σαν ενεργό παράγοντα.

Ο Justin Brookman, του κέντρου Δημοκρατίας και Τεχνολογίας, εκφράζει την ανησυχία του σε ό,τι αφορά την επιρροή του IoT στην ιδιωτικότητα του καταναλωτή λέγοντας «υπάρχει κόσμος στον επαγγελματικό χώρο που λέει “ Άαα δεδομένα χρήσιμα, ας τα συλλέξουμε όλα και να τα αποθηκεύσουμε για πάντα και αργότερα θα πληρώσουμε κάποιον να σκεφτεί για την ασφάλειά τους.” Το ερώτημα είναι αν θέλουμε να έχουμε ένα πλαίσιο πολιτικής που να το περιορίζει αυτό».

Η Αμερικανική Ένωση για τις Πολιτικές Ελευθερίες (ACLU) εκφράζει τις ανησυχίες της πάνω στο θέμα του κατά πόσο μπορεί το IoT να ελέγχει τη ζωή του ανθρώπου. Πιο συγκεκριμένα γράφει «απλά δεν υπάρχει τρόπος να προβλέψει κανείς πώς αυτές οι τεράστιες δυνάμεις (δεδομένα) που συγκεντρώνονται δυσανάλογα στα χέρια εταιρειών οι οποίες αποσκοπούν σε οικονομικά οφέλη και στις κυβερνήσεις που λαχταρούν για περισσότερο έλεγχο, θα χρησιμοποιηθούν. Το πιθανότερο είναι τα τεράστια αυτά δεδομένα και το IoT να μας κάνουν δυσκολότερο το έργο να ελέγξουμε τις ζωές μας όσο ζούμε όλο περισσότερο διαφανώς για τις παντοδύναμες εταιρείες και τους κυβερνητικούς θεσμούς οι οποίοι γίνονται όλο και πιο αδιάκριτοι για εμάς».

5.8.2. Ασφάλεια

Μια διαφορετική κριτική είναι ότι το IoT αναπτύσσεται ταχύτατα χωρίς την κατάλληλη εξέταση των σημαντικών προκλήσεων ασφαλείας που εμπλέκονται και των ρυθμιστικών αλλαγών που ενδέχεται να χρειαστούν. Πιο συγκεκριμένα όπως το IoT εξαπλώνεται ευρέως οι επιθέσεις στο κυβερνοχώρο τείνουν να γίνουν φυσικές (και όχι απλώς εικονικές). Τον Ιανουάριο του 2014 σε ένα άρθρο στο Forbes παρουσιάζεται μια λίστα από πολλές συσκευές διαδικτυακά συνδεδεμένες οι οποίες «κατασκοπεύουν τον άνθρωπο στο ίδιο του το σπίτι» συμπεριλαμβανομένων της τηλεόρασης, των συσκευών κουζίνας, καμερών και θερμοστατών.

Το Εθνικό Συμβούλιο Πληροφοριών σε μια απόρρητη έκθεση υποστηρίζει ότι θα είναι αδύνατον να αρνηθούν «πρόσβαση σε δίκτυα αισθητήρων και απομακρυσμένα ελεγχόμενα αντικείμενα από εχθρούς της Αμερικής, εγκληματίες και κακόβουλους χρήστες. Σε μια ανοικτή αγορά λοιπόν από συγκεντρωτικά δεδομένα από αισθητήρες μπορεί να εξυπηρετήσουν το εμπορικό ενδιαφέρον αλλά η ασφάλεια είναι τέτοια που βοηθά ακόμα και τους εγκληματίες ή κακόβουλους χρήστες να κατασκοπεύουν ευαίσθητους στόχους. Κατά αυτόν τον τρόπο η μαζική χρήση αισθητήρων μπορεί να υπονομεύσει την κοινωνική συνοχή». Γενικά η επιστημονική κοινότητα βλέπει το IoT σαν μια πλούσια πηγή δεδομένων.

5.8.3. Σχεδιασμός

Δεδομένου της ευρείας αναγνώρισης της εξελισσόμενης φύσης του σχεδιασμού και της διαχείρισης του IoT, πρέπει να σχεδιαστούν λύσεις με γνώμονα τον έλεγχο της "άναρχης επεκτασιμότητας" του IoT. Εφαρμογή της έννοιας της άναρχης επεκτασιμότητας μπορεί να επεκταθεί σε φυσικά συστήματα (δηλαδή αντικείμενα που ελέγχονται στον πραγματικό κόσμο). Έτσι αυτή η «σκληρά άναρχη επεκτασιμότητα» δημιουργεί τις προϋποθέσεις να καταλάβουμε ακριβώς τις πιθανές λύσεις για το σχεδιασμό του IoT.

5.8.4. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Ανησυχία σχετικά με την τεχνολογία IoT αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατασκευής χρήσης και τελικά διάθεσης όλων αυτών των συσκευών που αποτελούνται από πολλά ολοκληρωμένα κυκλώματα. Όλες οι

σύγχρονες ηλεκτρονικές συσκευές αποτελούνται από μεγάλη γκάμα βαρέων μετάλλων καθώς επίσης και τοξικών συνθετικών χημικών. Αυτό κάνει αυτές τις συσκευές πολύ δύσκολα ανακυκλώσιμες. Οι ηλεκτρονικές συσκευές συνήθως αποτεφρώνονται σε χωματερές με αποτέλεσμα να μολύνεται το υπέδαφος, το υπόγειο και επιγείο νερό και ο αέρας. Τέτοιου είδους μόλυνση έχει μακροχρόνια επίδραση στην υγεία του ανθρώπου. Επιπρόσθετα το περιβαλλοντικό κόστος συνεχώς μεγαλώνει από την εξόρυξη των μετάλλων σπάνιων γαιών για χρήση τους στις συσκευές αυτές. Με τη ραγδαία παγκοσμίως παραγωγή ηλεκτρονικών συσκευών και τη μικρή ανακύκλωση (από την αρχή μέχρι το τέλος της ζωής τους) των μεταλλικών τους στοιχείων ο αντίκτυπος στο περιβάλλον αναμένεται να αυξηθεί.

Επίσης, επειδή η έννοια του IoT συνεπάγεται την προσθήκη ηλεκτρονικών εξαρτημάτων σε οικιακές συσκευές καθημερινής χρήσης (για παράδειγμα, απλοί διακόπτες φωτός), και επειδή η βασική κινητήρια δύναμη για την αντικατάσταση των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων είναι συχνά τεχνολογική απαξίωση και όχι πραγματική αδυναμία λειτουργίας, είναι λογικό να αναμένει κανείς ότι τα εξαρτήματα που στο παρελθόν λειτουργούσαν για πολλές δεκαετίες, αν ήταν μέρος του IoT ο κύκλος αντικατάστασής τους θα ήταν πολύ μικρός. Για παράδειγμα ένα παραδοσιακό σπίτι χτισμένο με 30 διακόπτες και 30 πρίζες θα μπορούσε για τα επόμενα 50 χρόνια να παραμείνει με αυτή την υποδομή χωρίς ανάγκη αντικατάστασης. Αλλά ένα μοντέρνο σπίτι που έχει χτιστεί βασισμένο στη τεχνολογία του IoT με τον ίδιο αριθμό διακοπών και πριζών λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων και αναγκών μπορεί να χρειάζεται κάθε πέντε χρόνια αντικατάσταση αυτών των στοιχείων. Αυτό μεταφράζεται σε δεκαπλάσια αύξηση τέτοιου είδους απορριμμάτων.

Ενώ μπορεί να θεωρείται ότι οι συσκευές IoT μπορούν να βοηθήσουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, η συνετή χρήση των υπαρχουσών συσκευών που θα γίνει και καλή συνήθεια στη καθημερινότητα μπορούν να φέρουν τα ίδια αποτελέσματα. Πρακτικά, θεμελιώδη τέτοια ζητήματα παραβλέπονται συνήθως από τους εμπόρους προκειμένου να ενθαρρύνουν τους καταναλωτές να αγοράσουν συσκευές IoT χωρίς στη πραγματικότητα να υπάρχει ανάγκη.

5.9. Πόσο κοντά είναι το IoT

Η διεισδυτικότητα της ενσωματωμένης επεξεργασίας πραγματικά συμβαίνει γύρω μας παντού. Στο σπίτι απλές συσκευές όπως μια τοστιέρα έρχονται τώρα με ενσωματωμένη μια μονάδας επεξεργασίας (MCU) η οποία όχι μόνο ελέγχει το πόσο ψημένο θέλουμε το τοστ, αλλά έχει και λειτουργία προστασίας της ίδιας της συσκευής. Το ψυγείο αποκτά «φωνή» και ελέγχει τι βάζουμε μέσα. Υπάρχουν συστήματα που ελέγχουν την ενεργειακή κατανάλωση και εκτυπώνοντας ένα report προειδοποιούν για τη μείωση της κατανάλωσης. Τα ηλεκτροδοτούμενα αυτοκίνητα είναι ήδη εδώ και σε λίγα χρόνια από τώρα κάθε αμάξι θα περιέχει περισσότερα από 50% ηλεκτρονικά στοιχεία από ότι χρησιμοποιούσε πριν 5 χρόνια. Τα αυτοκίνητα του μέλλοντος πραγματικά θα έχουν τη δυνατότητα να κυκλοφορούν μόνα του. Παρόμοιες αλλαγές πραγματοποιούνται σε άλλες πτυχές της ζωής μας...στα εργοστάσια, στις συγκοινωνίες, στα σχολικά συστήματα, στα γήπεδα και σε άλλες δημόσιες εγκαταστάσεις. Η ενσωματωμένη επεξεργασία είναι παντού.

Η σύνδεση όλων αυτών των έξυπνων συσκευών (κόμβων) στο διαδίκτυο πραγματοποιείται με αργούς ρυθμούς. Τα κομμάτια αυτού του τεχνολογικού παζλ συνδέονται ένα-ένα φέρνοντας το IoT πιο γρήγορα από ότι ο κόσμος περιμένει. Αν κρίνουμε από το γεγονός ότι το φαινόμενο του Ίντερνετ συνέβη πριν λίγα χρόνια και σήμερα είναι παντού, το IoT θα αγγίξει κάθε πτυχή της ζωής μας σε λιγότερο από μια δεκαετία.

ΠΗΓΕΣ

1. Alessandro Bassi et al. «*Enabling Things to Talk: Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model*» Springer Open. 2013
2. *IoT. Wikipedia 2015*
https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things (στις 15/11/2015)
3. *From the Internet of Computers to the Internet of Things*
<http://vs.inf.ethz.ch/publ/papers/Internet-of-things.pdf> (στις 27/12/2015)
4. *Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment*
http://internet-of-things-research.eu/pdf/IoT-From%20Research%20and%20Innovation%20to%20Market%20Deployment_IERC_Cluster_eBook_978-87-93102-95-8_P.pdf (στις 15/11/2015)
5. *Internet of Things Architecture*
<http://www.iot-a.eu> (στις 18/11/2015)
6. *The Internet of Things :How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*
http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411_FINAL.pdf (στις 15/11/2015)