

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	9
INTERNET OF THINGS - IOT	9
1.1 Ορισμός	9
1.2 Internet of Things: Η Ιστορία του	11
1.3 Η σημασία του Internet of Things.....	11
1.4 Πώς λειτουργεί το ΙοΤ.....	13
1.5 Βασικά στοιχεία του Internet of Things.....	14
1.6 Internet of Things και Προκλήσεις	16
1.7 Έξυπνες συσκευές	17
1.8 Διευθυνσιοδότηση.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	21
OPEN - IOT	21
2.1 Open Iot: Τι είναι;	21
2.2 Αρχιτεκτονική	22
2.3 Utility/Application Plane.....	23
2.3.1 Request Definition	23
2.3.2 Request Presentation	23
2.3.3 Configuration and Monitoring	24
2.4 Virtualized Plane	24
2.4.1 Scheduler.....	24
2.4.2 Cloud Data Storage	24
2.4.3 Service Delivery & Utility Manager.....	24
2.5 Physical Plane.....	25
2.5.1 Extended Global Sensor Network.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	26
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΙΟΤ.....	26
3.1 Γενικά	26

3.2	Τομέας Υγείας.....	27
3.3	Μεταφορές και logistics.....	28
3.4	Αυτοκίνηση	29
3.5	Έξυπνα περιβάλλοντα	30
3.6	Προσωπικός τομέας – Κοινωνικός τομέας	31
3.7	Περιβάλλον & Αγροτικές καλλιέργειες	32
3.8	Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	33
3.9	Τομέας Εκπαίδευσης.....	34
3.10	Διακυβέρνηση	34
3.11	Εξελίξεις του μέλλοντος.....	35
3.12	Internet of Things – Smart Cities	36
3.13	Smart Lighting.....	36
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	40
	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΟΤ.....	40
4.1	Ευκαιρίες Επιχειρηματικότητας.....	40
4.2	Ευκαιρίες αναφορικά με την οικονομία των χωρών.....	44
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	46
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΧΗ ΤΟΥ ΙΟΤ.....	46
5.1	Ο άνθρωπος και το ΙοΤ	46
5.2	Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια	48
5.3	Θέματα Ασφάλειας.....	50
5.4	Απειλές	52
5.5	Ασφάλεια και Μέτρα.....	55
5.6	Ζητήματα Ιδιωτικότητας	56
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	59
	ΕΦΑΡΜΟΦΕΣ ΤΟΥ ΙΟΤ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	59
6.1	Γενικά	59
6.2	Χαρακτηριστικά Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων.....	60

6.3	Πρότυπα Επικοινωνίας.....	63
6.3.1	IEEE 802.15.4.....	64
6.3.2	WirelessHART.....	65
6.3.3	ISA100.11a.....	67
6.3.4	6LoWPAN.....	68
6.3.5	ZigBee.....	70
6.4	Εφαρμογές Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων	73
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	82
	INTERNET OF THINGS: ΠΩΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΝΕΙ ΤΟ ΣΠΙΤΙ ΜΑΣ. 82	
7.1	Καθημερινά αντικείμενα με... νοημοσύνη.....	82
7.2	KOLIBREE SMART TOOTHBRUSH	82
7.3	LYNX SMART GRILL	83
7.4	ΙΟΡΤΙΚ CONTACT LENSES	84
7.5	WHIRLPOOL COOKTOP CONCEPT	85
7.6	LG HEART RATE EARPHONES	86
7.7	LEEP NUMBER X12	87
7.8	250.000 μοναδικές εφαρμογές ΙοΤ θα υπάρχουν παγκόσμια μέχρι το 2020.....	88
7.9	Μείωση κόστους	90
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	92
	ΙοΤ ΚΑΙ RFID.....	92
8.1	ΙοΤ και RFID	92
8.2	Διευθυνσιοδότηση.....	93
8.3	RFID και Ipv6	94
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	96
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	98

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Internet αποτελεί βασικό συστατικό της καθημερινότητας όλο και περισσότερων ανθρώπων στον κόσμο. Με βάση αυτό, και οι εφαρμογές που σχετίζονται γύρω από αυτό έχουν αρχίσει να πολλαπλασιάζονται και να προσφέρουν περισσότερες επιλογές κάνοντας την καθημερινότητα μας πιο εύκολη.

Με την πτυχιακή μας θέλουμε να αναδείξουμε το ποσό σημαντικό είναι το internet και οι εφαρμογές του.

Ποιο αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε σε βασικά στοιχεία του IOT και στην συνέχεια αναφερόμαστε στα είδη του και ποιο αναλυτικά στο open IOT

Στο τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε μερικές από τις βασικές εφαρμογές του IOT και πως συνδέεται με την επιχειρηματικότητα

Στο τέλος της εργασίας μας παρουσιάζουμε μερικές εφαρμογές που θεωρούμε ότι αποτελούν βασικό βοήθημα, που σήμερα μπορεί να φαντάζει πολύ μακρινό για κάποιους, αλλά σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα θα αποτελεί την καθημερινότητα όλων μας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Internet βρίσκεται στο μεταίχμιο μια νέας εποχής. Σήμερα, χαρακτηρίζεται από το πλήθος των υπηρεσιών που παρέχει στους χρήστες. Οι τελευταίοι καλούνται να χρησιμοποιήσουν μια ή περισσότερες υπηρεσίες σε συνδυασμό, για να εκτελέσουν την επιθυμητή διεργασία. Οι τεχνολογικές τάσεις όμως, οδηγούν το διαδίκτυο και τους χρήστες του, σε μια νέα λογική εκμετάλλευσης των διαθέσιμων πόρων. Είναι κοινή παρατήρηση πως τα πιο επιτυχημένα τεχνολογικά επιτεύγματα είναι αυτά που παραμένουν αφανή και έχουν γίνει αδιάσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας.¹

Η χρήση τους δηλαδή, θεωρείται ως φυσιολογική λειτουργία στο πλαίσιο της κοινωνίας. Τρανταχτό παράδειγμα αποτελεί η κινητή τηλεφωνία, που έχει εισχωρήσει στην καθημερινότητα των ανθρώπων και αποτελεί πλέον απαραίτητο εργαλείο, με εφαρμογή σε όλες τους τομείς της επαγγελματικής και όχι μόνο ζωής. Για το Internet, παρόμοια εξέλιξη θα αποτελούσε η μετάβαση στην εποχή του IoT.

Πιο συγκεκριμένα, στο πλαίσιο αυτό κεντρικό ρόλο θα κατέχουν τα ξεχωριστά αντικείμενα του περιβάλλοντος, που θα είναι δικτυωμένα και θα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Με το τρόπο αυτό οι χρήστες δεν θα χρειάζεται να αποτελούν το ενδιάμεσο μέλος που θα καλεί την υπηρεσία για να εντοπίσουν κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο, αλλά το ίδιο το αντικείμενο θα αλληλοεπιδρά με το Πληροφοριακό Σύστημα που σχηματίζεται γύρω του.

¹ International Telecommunication Union, (2005), «The Internet of Things», ITU INTERNET REPORTS

Όπως γίνεται αντιληπτό, πλέον μιλάμε για την εποχή όπου έχουν ξεπεραστεί οι κεντρικοί υπολογιστές και οι προσωπικοί (laptops και pcs). Από εδώ και πέρα η τεχνολογία θα βρίσκεται στο υπόβαθρο της καθημερινότητας, επηρεάζοντας την με τρόπο διάφανο και αποτελεσματικό.²

² Internet of Things, Διαθέσιμο Online: http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things, Τελευταία Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2016

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

INTERNET OF THINGS - IOT

1.1 Ορισμός

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και με την πάροδο του χρόνου οδηγούμαστε σε περιβάλλοντα που είναι συνέχεια συνδεδεμένα, ερευνώνται και εφαρμόζονται τεχνικές που σχετίζονται με το μελλοντικό Internet. Από εκεί προκύπτει και ο όρος Internet of Things (IoT) ο οποίος υπονοεί την σύνδεση πραγμάτων στον Παγκόσμιο Ιστό. Το IoT είναι η σύνδεση φυσικών συσκευών, οι οποίες με τη βοήθεια ενσωματωμένων τεχνολογιών (embedded technology), δίνουν την δυνατότητα επικοινωνίας αλλά και καταγραφής μεγεθών του εξωτερικού περιβάλλοντος και την εσωτερικής τους κατάστασης. Έτσι με τη συμβολή πρωτοκόλλων, αισθητήρων, φθηνότερων επεξεργαστών και κατάλληλων εφαρμογών, είναι δυνατή η αποτελεσματική αξιοποίηση της τεχνολογίας αυτής.

Τα χαρακτηριστικά των πραγμάτων που παίρνουν μέρος στο IoT είναι ότι μπορούν να ταυτοποιηθούν μοναδικά μέσα στον Ιστό, μπορεί κανείς να έχει πρόσβαση σε αυτά μέσω κάποιου δικτύου, να ξέρει την θέση και την κατάστασή τους και τα οποία μπορούν να συνδυαστούν με εξυπνάδα και κατάλληλες υπηρεσίες. Όπως είναι προφανές, αυτό μπορεί να επηρεάσει ξεκάθαρα την επαγγελματική, προσωπική και κοινωνική ζωή των ανθρώπων³.

³ *The Internet of Things – Promise for the Future? An Introduction*. COETZEE, Louis και EKSTEEN, Johan. s.l. : IIMC International Information Management Corporation, 2011.

Η εξέχουσα σημασία του IoT έγκειται στο γεγονός πως μπορεί να επηρεάσει πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής των χρηστών, είτε αναφερόμαστε σε άτομα είτε σε επιχειρήσεις. Αν πρόκειται για άτομα τότε τα αποτελέσματα μπορούν να είναι άμεσα στην εργασιακή αλλά και οικιακή ζωή και πιο συγκεκριμένα σε τομείς όπως είναι η υγεία, η κοινωνική ζωή, η επικοινωνία και η μάθηση. Από την οπτική γωνία του κόσμου των επιχειρήσεων, οι τομείς που επηρεάζονται είναι η βιομηχανική παραγωγή, η διαχείριση των επιχειρησιακών διαδικασιών όπως και η έξυπνη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών. Έτσι μελλοντικά μπορεί να είναι ένας από τους παράγοντες που μπορεί να συνεισφέρει στην οικονομική ανάπτυξη των χωρών.

Για τη λειτουργία των συστημάτων του IoT, είναι απαραίτητο να αναφερθούν οι τεχνολογίες οι οποίες συντελούν σε αυτό. Είναι σημαντική η ύπαρξη τεχνολογιών που έχουν τη δυνατότητα συλλογής πληροφοριών από το περιβάλλον, τεχνολογιών που δίνουν τη δυνατότητα στις συσκευές να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που έχουν συλλέξει από το περιβάλλον και τεχνολογιών που μπορούν να βελτιώσουν την

ασφάλεια και την ιδιωτικότητα. Τα δύο πρώτα είναι αναπόσπαστα κομμάτια που προσδίδουν την «έξυπνάδα» στα αντικείμενα που παίρνουν μέρος στο IoT και ταυτόχρονα η ειδοποιός διαφορά από το Internet που είναι ευρέως γνωστό σήμερα. Το τελευταίο, αν και όχι λειτουργικό κομμάτι, είναι απαίτηση για να αποκτήσει το IoT τη διεισδυτικότητα για την οποία προορίζεται ⁴.

⁴ *Vermesan, Ovidiu και Friess, Peter. Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment. s.l. : River Publishers, 2014. 978-8793102941.*

1.2 Internet of Things: Η Ιστορία του

Είμαστε γοητευμένοι με τα gadgets που λειτουργούν σε μεγάλη κλίμακα εδώ και δεκαετίες (απλά σκεφτείτε τα gadgets που βλέπουμε στις κατασκοπικές ταινίες) – όμως μόνο στο πολύ κοντινό παρελθόν καταφέραμε να νιώσουμε την πραγματική δύναμη του IoT. Το IoT εξελίχθηκε με την γρήγορη διάδοση του ασύρματου internet & των ενσωματωμένων αισθητήρων και έτσι οι άνθρωποι άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι η τεχνολογία θα μ μπορούσε να είναι επαγγελματικό εργαλείο αλλά και προσωπικό.

Ο όρος “Internet of Things” (ή αλλιώς Διαδίκτυο των Πραγμάτων) επινοήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από τον επιχειρηματία Kevin Ashton. Ο Ashton , ο οποίος είναι ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID Center στο MIT, ήταν μέρος μιας ομάδας που ανακάλυψε τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα με το διαδίκτυο μέσω μιας ετικέτας RFID. Έχει δηλώσει ότι χρησιμοποίησε πρώτη φορά τη φράση “Internet of Things” σε μια παρουσίαση που έκανε το 1999 - και ο όρος αυτός έχει κολλήσει από τότε.⁵

1.3 Η σημασία του Internet of Things

Μπορεί να εκπλαγείτε αν μάθετε πόσα πράγματα είναι συνδεδεμένα με το διαδίκτυο, και πόσα οικονομικά οφέλη που μπορούμε να αποκομίσουμε από την ανάλυση των data streams. Εδώ είναι μερικά

⁵ www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

παραδείγματα των επιπτώσεων του **Internet of Things** σε διάφορους κλάδους:

- Έξυπνες λύσεις μεταφοράς επιταχύνουν την ροή της κυκλοφορίας , μειώνουν την κατανάλωση καυσίμων, θέτουν σε προτεραιότητα τα προγράμματα επισκευής οχημάτων και σώζουν ζωές
- Έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα (smart electric grids) συνδέουν πιο αποτελεσματικά ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βελτιώνουν την αξιοπιστία του συστήματος & χρεώνουν τους καταναλωτές με βάση μικρότερες προσαυξήσεις.
- Μηχανές αισθητήρων παρακολούθησης κάνουν διαγνώσεις & προβλέπουν θέματα συντήρησης που εκκρεμούν , βραχυπρόθεσμα stock-out αποθεμάτων, και θέτουν ακόμα και προτεραιότητες στα προγράμματα του προσωπικού που είναι υπεύθυνο για τις επισκευές για να καλύψουν αποτελεσματικότερα τις ανάγκες επισκευής εξοπλισμού αλλά και περιφερειακές ανάγκες
- Data-driven συστήματα, χτισμένα στις υποδομές των «έξυπνων πόλεων» καθιστούν ευκολότερο για τους δήμους να «τρέχουν» τις διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων , την επιβολή του νόμου και άλλα προγράμματα πιο αποτελεσματικά.⁶

Σκεφτείτε τη χρήση του IoT όμως και σε προσωπικό επίπεδο. Συνδεδεμένες συσκευές χαράζουν τη δική τους πορεία τόσο στον κόσμο των επιχειρήσεων όσο και στη μαζική αγορά. Σκεφτείτε:

⁶ www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

- Σας τελειώνει το γάλα. Καθώς γυρνάτε από τη δουλειά στο σπίτι, λαμβάνετε αυτόματα μία ειδοποίηση από το ψυγείο σας που σας υπενθυμίζει να σταματήσετε στο κατάστημα για γάλα.
- Το σύστημα ασφαλείας του σπιτιού σας, που ήδη σας επιτρέπει να ελέγχετε από απόσταση τις κλειδαριές και τους θερμοστάτες σας, μπορεί να ρυθμίσει το κλιματιστικό ώστε να «δροσίσει» το σπίτι σας και να ανοίξει τα παράθυρα, με βάση τις προτιμήσεις σας

1.4 Πώς λειτουργεί το IoT

Στις συζητήσεις γύρω από το IoT, έχει αναγνωριστεί από την αρχή ότι οι τεχνολογίες analytics είναι ζωτικής σημασίας για τη μετατροπή αυτής της «πλημμύρας» streaming data σε κατατοπιστική & χρήσιμη γνώση. Αλλά πώς αναλύουμε τα δεδομένα καθώς «ρέουν» ασταμάτητα μέσα από τους αισθητήρες και τις συσκευές; Πώς αυτή η διαδικασία διαφέρει από τις άλλες κοινές μεθόδους ανάλυσης που υπάρχουν σήμερα;

Στην παραδοσιακή ανάλυση, τα δεδομένα αποθηκεύονται και μετά αναλύονται. Ωστόσο, στην περίπτωση των δεδομένων συνεχούς ροής (streaming data) όπως αυτά του IoT, τα μοντέλα και οι αλγορίθμους είναι αυτοί που αποθηκεύονται και τα δεδομένα περνούν μέσα από αυτά για ανάλυση. Αυτό το είδος της ανάλυσης καθιστά δυνατό τον εντοπισμό και την εξέταση μοτίβων καθώς τα δεδομένα δημιουργούνται - σε πραγματικό χρόνο.

Έτσι, πριν αποθηκευτούν τα δεδομένα, στο cloud ή σε οποιοδήποτε άλλο χώρο αποθήκευσης, υπόκειται σε επεξεργασία. Έπειτα, χρησιμοποιείτε analytics ώστε να αποκρυπτογραφήσετε τα δεδομένα, ενώ όλοι οι συσκευές σας θα συνεχίσουν να εκπέμπουν και να λαμβάνουν δεδομένα.

Με τεχνικές advanced analytics , τα data stream analytics μπορούν να πάνε πέρα από την απλή παρακολούθηση των υπαρχουσών συνθηκών και την αξιολόγηση των κατώτατων ορίων στην πρόβλεψη μελλοντικών σεναρίων και στην εξέταση πολύπλοκων ερωτημάτων.

Για να εκτιμηθεί το μέλλον με τη χρήση αυτών των ροών δεδομένων (data streams) , θα πρέπει να έχετε τεχνολογίες υψηλής απόδοσης που μπορούν να προσδιορίζουν μοτίβα στα δεδομένα σας τη στιγμή που αυτά δημιουργούνται. Μόλις ένα μοτίβο αναγνωρίζεται, μετρήσεις ενσωματωμένες στη ροή δεδομένων , οδηγούν στην αυτόματη προσαρμογή των συνδεδεμένων συστημάτων ή δημιουργούν ειδοποιήσεις για άμεσες δράσεις και λήψη καλύτερων αποφάσεων.

Ουσιαστικά, αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να προχωρήσουμε πέρα από την απλή παρακολούθηση συνθηκών και ορίων στην εκτίμηση πιθανών μελλοντικών γεγονότων και στον προγραμματισμό τους για αμέτρητα what-if σενάρια.

1.5 Βασικά στοιχεία του Internet of Things

-Το Internet of Things αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

1. Τα "πράγματα" (αντικείμενα)
2. Τα δίκτυα επικοινωνιών που τα συνδέουν
3. Τα υπολογιστικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν τα δεδομένα που ρέουν προς και από τα αντικείμενα.

-Πιο συγκεκριμένα τα πιο πάνω:

-Δίκτυο συσκευών που μεταδίδουν, διαμοιράζουν και χρησιμοποιούν δεδομένα από το φυσικό περιβάλλον προκειμένου

να παρέχουν υπηρεσίες σε πρόσωπα, εταιρείες, στην κοινωνία

-Τα αντικείμενα-πράγματα είναι μόνα ή συνδεδεμένα με άλλα αντικείμενα ή άτομα και διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά (identifiers)

-Εφαρμογές στο χώρο της υγείας, των μεταφορών, του περιβάλλοντος, της ενέργειας

-Είδη συσκευών: Αισθητήρες, συσκευές που φοριούνται/φέρονται (wearable), π.χ ρολόι, γυαλιά, οικιακοί αυτοματισμοί (domotics)

-Τα δεδομένα μπορεί να έχουν σχέση με το ποιοι είμαστε και τι κάνουμε

-Ορίστε και μερικές καθημερινότητες που παρουσιάζουν οι εταιρείες, σχετικά με την χρήση του IoT, κάνοντάς το δελεαστικό και αποδεκτό στους τελικούς καταναλωτές (φυσικά):

Φανταστείτε ένα καινοτόμο σύστημα ψεκασμού που θα χρησιμοποιεί προβλέψεις, αισθητήρες καιρού, και ρυθμίσεις pay-by-use σχετικά με το νερό, ώστε να βελτιστοποιήσει το πότισμα του γκαζόν σας.

Τα 'αυτό-παρκαριζόμενα αυτοκίνητα' αποτελούν κομμάτι της φαντασίας, αλλά τι θα λέγατε για την ύπαρξη ταξί που θα περιφέρονται και θα μας μεταφέρουν αυτόματα γύρω στην πόλη ή οχημάτων που θα μεταφέρουν εμπορεύματα γρήγορα και με ασφάλεια, αποφεύγοντας την κίνηση και βελτιστοποιώντας τις λειτουργίες εφοδιασμού;

Τα οικιακά συστήματα ασφαλείας, σας επιτρέπουν ήδη να ελέγχετε τις κλειδαριές της πόρτας σας και τους θερμοστάτες του σπιτιού σας απομακρυσμένα, αλλά τι θα γινόταν αν υπήρχε η δυνατότητα να ενεργήσουν εκ μέρους σας προορατικά; Φανταστείτε να άνοιγαν τα

παράθυρά σας, ώστε να αεριστεί το σπίτι σας πριν φτάσετε, βασιζόμενα στις προσωπικές σας προτιμήσεις, στις καιρικές συνθήκες και στην απόστασή σας από το σπίτι.

Όταν ξεμένετε από γάλα, θα μπορείτε να λαμβάνετε ειδοποίηση από το ψυγείο σας αυτόματα, όσο είστε κοντά σε κάποιο κατάστημα στο δρόμο σας για το σπίτι, για να μην καταλήξετε με άδειο μπουκάλι το βράδυ. Αν είστε πιστός στο κατάστημα που επιλέγετε, μπορεί να μη χρειάζεται να περνάτε από το ταμείο όταν αγοράζετε το γάλα σας, διότι η όλη διαδικασία χρέωσης θα μπορεί να γίνεται αυτόματα στον προσωπικό σας λογαριασμό μέσω αισθητήρων με την έξοδο σας από το κατάστημα.

1.6 Internet of Things και Προκλήσεις

Η χρήση του IoT μπορεί να ενισχύσει στην εξέλιξη και διευκόλυνση του ανθρώπου αλλά υπάρχουν και προκλήσεις ως προς τη χρήση και υλοποίησή του που περιλαμβάνουν ζητήματα ασφάλειας, προτυποποίησης και διακυβέρνησης.

Κατά την σύνδεση των «πραγμάτων» και την συγκέντρωση των δεδομένων σε κεντρικές τοποθεσίες, πρέπει να αποτραπεί η υποκλοπή των δεδομένων αυτών. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η ιδιωτικότητα των χρηστών της τεχνολογίας αυτής αλλά και η εμπιστοσύνη των χρηστών προς την τεχνολογία, για να επεκταθεί η χρήση της. Πρέπει να οριστούν ο χρόνος και ο τρόπος ελέγχου των συσκευών που συμμετέχουν, όπως και οι ευθύνες των αρμόδιων αρχών σε τέτοια θέματα, για το χτίσιμο εμπιστοσύνης και την κοινωνική και τεχνολογική εξέλιξη.

Επιπλέον, τα συστήματα που συμμετέχουν στο Internet of Things πρέπει να είναι ανθεκτικά σε επιθέσεις, αποφεύγοντας συγκεκριμένα σημεία αποτυχίας και αν αυτό συμβεί, να μπορούν να προσαρμοστούν, παρόλο που κάποιοι κόμβοι μπορεί να μη λειτουργούν. Επίσης απαιτείται αυθεντικότητα κατά την πρόσβαση σε ανακτώμενες διευθύνσεις και έλεγχος πρόσβασης από τους παρόχους πληροφοριών για τη διασφάλιση προσωπικών δεδομένων. Προτεινόμενες λύσεις μπορεί να αποτελούν για τα παραπάνω, τεχνολογίες που ενισχύουν την ασφάλεια (Privacy enhancing technologies), όπως για παράδειγμα Virtual Private Networks, Transport Layer Security και Onion Routing τεχνολογίες⁷.

Είναι επίσης κρίσιμο να ενισχυθεί η προτυποποίηση, για να εξασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα αφού συμμετέχουν πολλά διαφορετικά «αντικείμενα» στη διαδικασία. Πρέπει λοιπόν να κατασκευαστούν πρότυπα τα οποία θα υπερβαίνουν τα όρια των κατασκευαστών και θα οδηγήσουν σε πιο ολιστική προσέγγιση του θέματος και διευκόλυνση των χρηστών.

1.7 Έξυπνες συσκευές

Οι έξυπνες συσκευές χρησιμοποιούνται στο Internet of Things και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του. Οι δύο τομείς που έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των έξυπνων συσκευών είναι η ανάπτυξη ηλεκτρονικών υπολογιστών και της τηλεφωνίας. Όταν μιλάμε για έξυπνες συσκευές, το μέγεθος παίζει καθοριστικό ρόλο, γιατί μια έξυπνη συσκευή δεν μπορεί να έχει μέγεθος ενός φορητού υπολογιστή ή κινητού τηλεφώνου. Πρέπει να μην ξεπερνάει σε μέγεθος μερικά κυβικά εκατοστά έτσι ώστε να μπορεί να συμπεριληφθεί σε άλλα αντικείμενα.

⁷ Weber, Rolf H. Internet of Things – New security and privacy challenges. *ScienceDirect*. 2010.

Ως έξυπνες συσκευές ορίζονται οι συσκευές αυτές, οι οποίες είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες ή ενεργοποιητές (sensors- actuators), ένα μικρό σε μέγεθος μικροεπεξεργαστή, μια συσκευή επικοινωνίας και μια πηγή ενέργειας ⁸.

Ένας αισθητήρας ή ενεργοποιητής δίνει τη δυνατότητα στην έξυπνη συσκευή να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον. Ο αισθητήρας μπορεί να λάβει δεδομένα του περιβάλλοντος (φως, θερμοκρασία, υγρασία), ενώ ο ενεργοποιητής μπορεί να ορίσει τις αντιδράσεις μιας συσκευής κάτω από ορισμένες συνθήκες. Ο μικροεπεξεργαστής δίνει τη δυνατότητα του μετασχηματισμού των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί, με χαμηλή ταχύτητα και πολυπλοκότητα. Η συσκευή επικοινωνίας είναι υπεύθυνη για την μετάδοση της πληροφορίας από τους αισθητήρες αλλά και την εισαγωγή στοιχείων από άλλες έξυπνες συσκευές. Τέλος, η πηγή ενέργειας τροφοδοτεί τη συσκευή με ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία της.

Η «έξυπνάδα» σε αυτές τις συσκευές έγκειται στο γεγονός της μεταξύ τους επικοινωνίας. Γι' αυτό το λόγο πολλές φορές μιλάμε για δίκτυο έξυπνων συσκευών. Σύμφωνα με την επικοινωνία αυτή, μπορούν να παραχθούν αποτελέσματα στον φυσικό κόσμο, όπως η διαχείριση συσκευών μέσα σε ένα κτίριο ή σε αντίστοιχες ενέργειες στον χώρο της βιομηχανίας.

Τα έξυπνα αντικείμενα και το Internet of Things έχουν τις ρίζες τους σε μια σειρά από τεχνολογίες και περιοχές τα οποία είναι τα εξής: δίκτυα υπολογιστών, κινητή τηλεφωνία, τηλεμετρία, ασύρματα δίκτυα

⁸ Vasseur, Jean-Philippe και Dunkels, Adam. Interconnecting smart objects with IP-The next Internet. s.l. : Morgan Kaufmann Publishers, June 2010. 978-0-12-375165-2.

αισθητήρων, ενσωματωμένα συστήματα, απανταχού και κινητό υπολογίζουν.

1.8 Διευθυνσιοδότηση

Μια βασική απαίτηση στο περιβάλλον του IoT, είναι η διάκριση των αντικειμένων. Η διάκριση αυτή πλέον δεν γίνεται σε επίπεδο τύπου αντικειμένου, αλλά τα αντικείμενα πρέπει να διαχωρίζονται σε επίπεδο μονάδας. Η διαπίστωση αυτή δημιουργεί την ανάγκη κάποιου είδους αριθμοδότησης, που θα αντιστοιχίζει σε κάθε αντικείμενο μια μοναδική ταυτότητα. Πιο ειδικά μια τέτοια αριθμοδότηση θα πρέπει να εκπληρώνει κάποιες προϋποθέσεις, που θα διασφαλίζουν την αποτελεσματικότητά της. Οι προϋποθέσεις αυτές, αποτελούν τα κριτήρια για το πόσο κατάλληλη θεωρείται μια αριθμοδότηση για χρήση στο περιβάλλον του IoT.

Οι προϋποθέσεις αυτές είναι :⁹

- Η απλότητα της αριθμοδότησης είναι ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό, που θα επιτρέπει την ευκολότερη ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης των διευθύνσεων, και κατ' επέκταση των αντικειμένων.
- Θα πρέπει επίσης να είναι ανοικτή, ώστε τα διαφορετικά συστήματα που θα κληθούν να τη χρησιμοποιήσουν, να μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα.
- Να έχει μεγάλο χρόνο ζωής, ή διαφορετικά το πλήθος των διευθύνσεων να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μην εξαντληθεί σύντομα.

⁹ K. Främling, M. Harrison, J. Brusey, J. Petrow, (2007), «Requirements on unique identifiers for managing product lifecycle information: comparison of alternative approaches», International Journal of Computer Integrated Manufacturing

- Να αποτελεί πρότυπο.
- Να μπορεί να επεκταθεί με νέες ιδιότητες που ίσως κριθούν μελλοντικά αναγκαίες.
- Να παρέχει κάποιου τύπου ιεραρχική δομή.
- Να εγγυάται την μοναδικότητα του αριθμού κάθε αντικειμένου.
- Να λειτουργεί σε κατανεμημένα περιβάλλοντα.
- Το κόστος αριθμοδότησης ενός αντικειμένου να είναι προσιτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

OPEN - IOT

2.1 Open Iot: Τι είναι;

Είναι απαραίτητη η γνώση των χαρακτηριστικών των αισθητήρων που μπορεί να απασχολούνται σε ένα συγκεκριμένο έργο όπως και η θέση και η λειτουργικότητά τους, αλλά και η αναπαράστασή τους σε φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον όπως και δυναμική επιλογή αισθητήρων και διαχειριστική λειτουργικότητα. Πρέπει επίσης να υποστηρίζεται η ολοκλήρωση των δεδομένων που προέρχονται από κάθε είδους ετερογενή αντικείμενα που είναι συνδεδεμένα στον Παγκόσμιο Ιστό. Επιπλέον, είναι σημαντική η πρόσθεση σημασίας (annotation) στα δεδομένα που έρχονται από τους αισθητήρες για την συμμόρφωσή τους στις αρχές των Συνδεδεμένων Δεδομένων (Linked Data).

Υπάρχει η ανάγκη για ένα ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) που καλύπτει τις παραπάνω απαιτήσεις. Έχουν αναπτυχθεί μέχρι τώρα ενδιάμεσες πλατφόρμες που διευκολύνουν στην διάδοση των δεδομένων που προέρχονται από αισθητήρες και έχουν γνωρίσει αρκετή δημοτικότητα. Μερικές από αυτές είναι οι παρακάτω: Everyware, Ubidots, Xively, ThingSpeak, Open.Sen.se, Nimbits. Η πλατφόρμα που θα χρησιμοποιηθεί για την παρούσα εργασία είναι το OpenIot¹⁰.

Η επιλογή της πλατφόρμας OpenIot έχει τη βάση της στα μοναδικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες που προσφέρει. Το OpenIot προσφέρει εικονική αναπαράσταση των αισθητήρων ανεξάρτητα από το τι τύπος

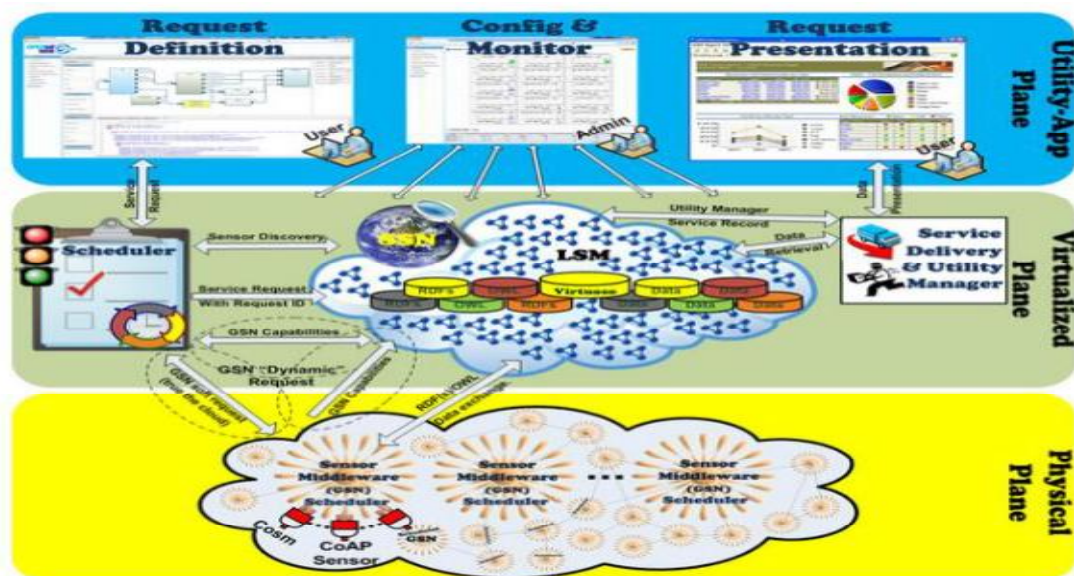
¹⁰ Kefalakis, Nikos, Petris, Stavros και Soldatos, John. Core OpenIoT Middleware Platform. s.l. : OpenIoT Consortium, 2013.

είναι στην πραγματικότητα δίνοντας έτσι ευελιξία και ομοιογένεια σε διαχειριστικό επίπεδο. Επιπλέον, είναι μια προσπάθεια για σύνδεση του τομέα του Internet of Things με σημασιολογικές τεχνολογίες. Αυτό γίνεται μέσω περιγραφών των αισθητήρων και των μεταδεδομένων τους με συμμόρφωση στην οντολογία W3C SSN.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της πλατφόρμας OpenIot είναι η μετάβαση των ροών δεδομένων σε τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους (cloud). Σημαντικά χαρακτηριστικά αποτελούν επίσης η στήριξη της πλατφόρμας σε δημοφιλή συστήματα ανοικτού κώδικα (όπως το GSN), η διευκόλυνση που προσφέρεται σε επιχειρήσεις με ειδική άδεια και τέλος η γνώση που μπορεί να προσφέρει σε ζητήματα που έχουν να κάνουν με το Internet of Things που προσφέρουν πρακτική εξάσκηση στον τομέα αυτό.

2.2 Αρχιτεκτονική

Το OpenIot είναι μια πλατφόρμα πολλαπλών επιπέδων που αποτελείται από επιμέρους ενότητες όπως θα περιγραφεί παρακάτω.



Οι βασικές ενότητες του OpenIot είναι τα Utility/Application Plane, Virtualized Plane και Physical Plane. Κάθε μια από αυτές τις ενότητες αποτελείται από επιμέρους λειτουργικά κομμάτια.

2.3 Utility/Application Plane

2.3.1 Request Definition

Το Request Definition δίνει τη δυνατότητα on-the-fly προσδιορισμού απαιτήσεων υπηρεσιών στην πλατφόρμα OpenIoT μέσω διεπαφής Web 2.0. Περιλαμβάνει υπηρεσίες για την διαμόρφωση των απαιτήσεων αυτών και αναλαμβάνει την υποβολή τους στο Global Scheduler. Το Request Definition ανακαλύπτει τους ήδη Internet Of Things: Εφαρμογή σε έξυπνες πόλεις εγγεγραμμένους αισθητήρες στο X-GSN και μπορεί να συνοδεύεται και από γραφική διεπαφή (Graphical User Interface).

Κάποιες από αυτές τις απαιτήσεις που μπορεί να προσδιορίσει ο χρήστης είναι ο περιορισμός της επεξεργασίας δεδομένων βάσει ενός χρονικού ορίου, τον υπολογισμό μεγίστων, ελαχίστων και μέσων τιμών των δεδομένων των επιλεγμένων αισθητήρων, τον ορισμό διαγραμμάτων και χαρτών τοποθεσίας των αισθητήρων και τον χωρισμό των δεδομένων που εισέρχονται από τους αισθητήρες σε σχέση με τον χρόνο.

2.3.2 Request Presentation

Πρόκειται για μια Web 2.0 διεπαφή η οποία είναι υπεύθυνη για την αναπαράσταση των υπηρεσιών που έχει προηγουμένως δημιουργήσει ο χρήστης μέσω του Request Definition. Για την οπτικοποίηση των υπηρεσιών αυτών είναι απαραίτητη η άμεση επικοινωνία με το Service Delivery & Utility Manager για την ανάσυρση των σχετικών δεδομένων.

2.3.3 Configuration and Monitoring

Το στοιχείο αυτό είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση και τον έλεγχο της λειτουργικότητας των αισθητήρων και των υπηρεσιών του OpenIoT. Όμως δεν χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία αφού δεν υπάρχει ακόμα επαρκής τεκμηρίωση για την χρήση του.

2.4 Virtualized Plane

2.4.1 Scheduler

Το Scheduler παρέχει επεξεργασία των απαιτήσεων για υπηρεσίες από το Request Definition και εξασφαλίζει την πρόσβαση σε πηγές. Συγκεκριμένα υλοποιεί τα εξής: ανακαλύπτει τους αισθητήρες και τα σχετικά δεδομένα που είναι απαραίτητα για την έναρξη των υπηρεσιών και διαχειρίζεται υπηρεσίες, ενεργοποιεί και επιλέγει τις πηγές που χρησιμοποιούνται για τις υπηρεσίες.

2.4.2 Cloud Data Storage

Το Cloud Data Storage (Linked Stream Middleware Light, LSM-Light) είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση των ροών δεδομένων που προέρχονται από το ενδιάμεσο λογισμικό, δρώντας ως βάση δεδομένων σε υπολογιστικό νέφος. Αποθηκεύονται επίσης τα μεταδεδομένα που καθίστανται απαραίτητα για την λειτουργία του OpenIoT.

2.4.3 Service Delivery & Utility Manager

Το στοιχείο αυτό έχει διπλό ρόλο. Αρχικά συμπεριλαμβάνει δεδομένα για να προσφέρει τις αντίστοιχες υπηρεσίες από το Request Definition στο Request Presentation ή κάποια άλλη εφαρμογή. Αυτό γίνεται ανάλογα με

την απαιτούμενη υπηρεσία και τις πηγές από τον Scheduler. Η άλλη λειτουργικότητα είναι σχετική με μετρήσεις χρήσης για κάθε υπηρεσία με σκοπό λογιστική χρήση, χρεώσεις και βελτίωση χρήσης πηγών.

2.5 Physical Plane

2.5.1 Extended Global Sensor Network

Το Sensor Middleware (Extended Global Sensor Network, X-GSN) (29) δρα ως ενδιάμεσο στοιχείο μεταξύ του φυσικού κόσμου και της πλατφόρμας OpenIoT. Συλλέγει, φιλτράρει, συνδυάζει και δίνει σημασιολογικά χαρακτηριστικά στα δεδομένα. Η πρωτότυπη υλοποίηση του είναι το ενδιάμεσο λογισμικό αισθητήρων GSN το οποίο για τις ανάγκες της πλατφόρμας OpenIoT επεκτάθηκε σε X-GSN.

Για την τροφοδοσία του GSN με δεδομένα χρησιμοποιούνται wrappers οι οποίοι έχουν σκοπό να μετατρέψουν τα δεδομένα (σύμφωνα με τη μορφή στην οποία φτάνουν στο GSN) αυτά σε ένα μοντέλο συμβατό με του GSN, το οποίο είναι το Stream Element. Κάθε wrapper είναι μια κλάση σε Java και μπορεί να λάβει δεδομένα από τη συσκευή που επιθυμούμε και να δημιουργήσει τα ανάλογα Stream Elements. Έπειτα, δημιουργείται κατάλληλη δομή που περιέχει τις πληροφορίες αυτές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να φιλτραριστούν από το GSN. Τα δεδομένα που εισέρχονται στο σύστημα επεξεργάζονται σε σχέση με τα αρχεία XML που δημιουργεί ο χρήστης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΙΟΤ

3.1 Γενικά

Η εποχή του ΙοΤ αναμένεται ότι θα δημιουργήσει κινητήριες δυνάμεις ανάπτυξης, ήδη έχει ξεκινήσει η πορεία της, που θα προκαλέσουν την εξέλιξη των Πληροφοριακών Συστημάτων και την δημιουργία πολλαπλών νέων εφαρμογών¹¹.

Οι αλλαγές αυτές, θα προκληθούν τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και στο επίπεδο των διαδικασιών, με αναπόφευκτη δημιουργία πλήθος ευκαιριών για νέες επενδύσεις και υλοποιήσεις ιδεών, που θα συμβάλλουν ενδεχομένως στην μεταβολή του τρόπου που σήμερα γίνεται αντιληπτή η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το τεχνικό περιβάλλον.

Το ΙοΤ διεισδύει σε αμέτρητες εφαρμογές, οι οποίες περιλαμβάνουν σχεδόν όλο το σύνολο των αγορών και των σημερινών υπηρεσιών.¹² Στα επόμενα υποκεφάλαια περιγράφονται κάποιες από τις πιθανές κατηγορίες εφαρμογών που το ΙοΤ μπορεί να επηρεάσει, χωρίς να περιορίζει την χρησιμότητά του και σε άλλες. Όπως γίνεται αντιληπτό, δεν πρόκειται αποκλειστικά για νέες εφαρμογές αλλά κυρίως για αλλαγές και βελτιστοποιήσεις του τρόπου προσέγγισης αυτών, που σήμερα θεωρούνται δεδομένες. Αυτή η παράμετρος είναι που πιθανόν να

¹¹ Dr. J. Schwarz da Silva, (2007), «Future Internet Research: The EU framework», ACM SIGCOMM, Computer Communication Review, Volume 37, Number 2

¹² Ron Weinstein, IT Pro 2005, «RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise», Διαθέσιμο Online στο: <http://www.cs.sunysb.edu/~jgao/CSE370-spring07/RFID.pdf>,

προκαλέσει ανακατατάξεις στις αγορές που εδώ και καιρό θεωρούνται κορεσμένες.

Η βασική και σημαντικότερη διαφορά των νέων αυτών εφαρμογών και κυρίως αυτών που θα διαδρούν με τον χρήστη και όχι μεταξύ συστημάτων, είναι η διαφοροποίηση της διεπαφής χρήσης. Συγκεκριμένα οι χρήστες πλέον θα έχουν την δυνατότητα με μεγαλύτερη ευκολία να συνδέσουν τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό, επικοινωνώντας με φυσικότερο τρόπο τόσο με τους άλλους χρήστες, όσο και με διάφορες εφαρμογές πολλών μέσων. Παράδειγμα αποτελεί η χρήση κινητού τηλεφώνου εξοπλισμένου με κάμερα, για την αναγνώριση αντικειμένων.¹³

3.2 Τομέας Υγείας

Στον τομέα της υγείας, μπορούν να επέλθουν θετικά αποτελέσματα τα οποία συγκεντρώνονται κυρίως στον εντοπισμό αντικειμένων και ανθρώπων, στην αναγνώριση και αυθεντικότητα ατόμων και την ανίχνευση και αυτόματη συλλογή δεδομένων.

Ο εντοπισμός είναι η αναγνώριση ενός αντικειμένου ή ατόμου σε κίνηση, περιλαμβάνει τον εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο (για εντοπισμό ασθενών μέσα σε νοσοκομεία) όπως και την προσέγγιση συγκεκριμένων σημείων (όπως απαγορευμένες περιοχές). Σε σχέση με τα αγαθά, είναι δυνατός ο έλεγχος και ο εντοπισμός των αποθεμάτων για λόγους συντήρησης. Η αυθεντικοποίηση μπορεί να αφορά στους ασθενείς για την μείωση επιβλαβών περιστατικών σε ασθενείς (λανθασμένη χορήγηση φαρμάκων) όπως και διατήρηση ηλεκτρονικού ιστορικού του ασθενή. Σε

¹³ Robert Adelman, Marc Langheinrich, Christian Flörkemeier, Workshop Mobile and Embedded Interactive Systems 2006, «Toolkit for Bar Code Recognition and Resolving on Camera Phones Jump Starting the Internet of Things,

σχέση με τα αγαθά, αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούνται για την ασφάλειά τους (αποφυγή κλοπών και γενικότερα απώλειας).

Η συλλογή δεδομένων σκοπό έχει τη μείωση του χρόνου επεξεργασίας αλλά και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών για την αποφυγή λαθών όπως και συντήρηση και διαχείριση ιατρικών αποθεμάτων. Πιθανός συνδυασμός είναι η χρήση της RFID τεχνολογίας και άλλων, μέσα στις εγκαταστάσεις ιδρυμάτων υγείας και με πιθανή επέκτασή τους σε άλλες περιοχές και προμηθευτές. Τέλος, όσον αφορά την ανίχνευση, μπορούν να απασχολούνται αισθητήρες που στόχο έχουν την ανίχνευση της κατάστασης του ασθενή σε σχέση με την υγεία του, βάσει συγκεκριμένων δεικτών. Έτσι, με χρήση κινητών και ασύρματων τεχνολογιών είναι πιθανός ο έλεγχος του ασθενή όπου και αν βρίσκεται και με ετερογενείς τεχνολογίες.

3.3 Μεταφορές και logistics

Οι εξελιγμένες τεχνολογίες που αφορούν στην μεταφορά που μπορεί να είναι μεταφορικά μέσα, δρόμοι ή σιδηροδρομικές γραμμές που είναι εξοπλισμένες με κατάλληλους αισθητήρες, ενεργοποιητές και επεξεργαστική ισχύ και μπορούν να ενισχύσουν την διαχείριση της κίνησης και των σταθμών, να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και να επιτρέπουν απομακρυσμένο έλεγχο.

Οι τεχνολογίες που σχετίζονται με την επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο βασισμένες σε RFID και NFC μπορούν να ενισχύσουν τον έλεγχο σε κάθε φάση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Είναι επίσης δυνατή η πρόσβαση σε ERP συστήματα της επιχείρησης από τους υπαλλήλους που βρίσκονται μέσα στα καταστήματα, με σκοπό την ενημέρωση των πελατών για την διαθεσιμότητα προϊόντων. Σημαντική

ευκαιρία δίνεται επίσης στην μεταφορά προϊόντων ευαίσθητων σε συνθήκες θερμοκρασίας όπου με το IoT καθίσταται δυνατό να ελεγχθούν οι συνθήκες κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Τέλος, μπορεί να ελαττωθεί ο χρόνος απόκρισης των επιχειρήσεων σε αλλαγές της αγοράς με αποτέλεσμα να είναι πιθανή η άμεση αλλαγή και να μην απαιτείται στοκ ασφαλείας.

Όσον αφορά στην μεταφορά, το IoT μπορεί να ενισχύσει την υποβοηθούμενη οδήγηση, προσφέροντας αποτελεσματικότητα, αποφυγή ατυχημάτων, πληροφορίες για αποφυγή κίνησης και οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας. Αυτά μπορούν να γίνουν με συστήματα αποφυγής συγκρούσεων, έλεγχο μεταφοράς επικίνδυνων υλικών και παροχή πληροφοριών. Μπορεί επίσης να ενισχυθεί ο τομέας της δημόσιας μεταφοράς η παροχή πληροφοριών στους επιβάτες για τα διαθέσιμα εισιτήρια, σταθμούς και ωράρια μέσω οθονών ή χρήση ετικετών και στη συνέχεια την έκδοση εισιτηρίων με τη βοήθεια των σχετικών υπηρεσιών.

Τέλος, μπορεί να δοθεί καινούρια διάσταση στον τουρισμό με επαυξημένους χάρτες οι οποίοι είναι εξοπλισμένοι με ετικέτες και επιτρέπουν σε κινητά τηλέφωνα που έχουν αυτή τη δυνατότητα να σαρώνουν τις ετικέτες και να επιτρέπεται πρόσβαση σε πληροφορία που αφορά σε τουριστικά σημεία, ξενοδοχεία, εστιατόρια στην περιοχή ενδιαφέροντος του χρήστη.

3.4 Αυτοκίνηση

Πέρα από τις μαζικές μεταφορές, εφαρμογές ενδέχεται να υπάρξουν και στο χώρο της αυτοκίνησης. Ήδη πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες εξοπλίζουν τα οχήματά τους με καινοτόμα συστήματα που βοηθούν τους

οδηγούς και τους επιβαίνοντες, να έχουν πιο ασφαλείς και ποιοτικές διαδρομές.

Το Σύστημα Ειδοποίησης Αλλαγής Λωρίδας, το οποίο ενημερώνει τον οδηγό για ανεπιθύμητη αλλαγή λωρίδας με δονήσεις στο κάθισμα και το σύστημα αυτόματης επικοινωνίας μεταξύ οχημάτων που αναπτύσσεται στα πλαίσια του έργου INVENT4, αποτελούν τα πρώτα παραδείγματα υλοποίησης τέτοιου είδους εφαρμογών.

Συστήματα όπως η υποβοήθηση στάθμευσης, η αυτόματη ειδοποίηση για τις ζώνες ασφαλείας ή οι ανοικτές πόρτες, έχουν γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης αυτοκίνησης.

Παράλληλα, πιθανή εφαρμογή θα ήταν η διαχείριση της κυκλοφορίας¹⁴ με βάση την πληροφορία που συλλέγουν τα ίδια τα οχήματα από τα γύρω τους. Πιο συγκεκριμένα σε συνδυασμό με το σύστημα πλοήγησης, το όχημα θα μπορούσε να προτείνει εναλλακτικές διαδρομές για κάποιον προορισμό, ή να ειδοποιεί τα άλλα οχήματα για ενδεχόμενο κίνδυνο ή για αυξημένη κίνηση. Επίσης η οδική σήμανση, θα μπορούσε να μεταβάλλεται δυναμικά με στόχο την κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση, και ανάλογα με την πληροφορία που συλλέγεται, από τα ίδια τα οχήματα της κάθε περιοχής.¹⁵

3.5 Έξυπνα περιβάλλοντα

Είναι πλέον πιθανή η προσθήκη έξυπνάδας σε κτίρια και περιβάλλοντα που αφορούν σε εργασία, προσωπικούς χώρους, εκπαίδευση και βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Σε σπίτια και γραφεία μπορεί να

¹⁴ Landt, Jeremy., (2005), «The history of RFID», Potentials IEEE, Vol. 24, Issue 4, Page: 8-11

¹⁵ Glover B., Bhatt H. (2006), «RFID Essentials», O'Reilly Media Inc, Sebastopol, CA., Διαθέσιμο Online στο: <http://www.scribd.com/doc/15491054/RFID-Essentials>,

επιτευχθούν λύσεις όπως αυτόματος φωτισμός, συστήματα συναγερμού, προσαρμόσιμα συστήματα θέρμανσης και άλλα με στόχο την διευκόλυνση του ανθρώπου όπως τη μείωση του κόστους και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Μια άλλη εφαρμογή που μπορεί να έχει το IoT είναι σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μουσεία και γυμναστήρια. Σε βιομηχανικά περιβάλλοντα μπορεί να γίνει χρήση της τεχνολογίας RFID στα μέρη της παραγωγής για αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Σε μουσεία μπορεί να επιτευχθεί αλλαγή θερμοκρασίας σε σχέση με τη ιστορική περίοδο που παρουσιάζεται στο συγκεκριμένο χώρο για βιωματικές εμπειρίες από τους επισκέπτες. Τέλος σε γυμναστήρια μπορούν να εφαρμοστούν τεχνολογίες κατάλληλες για την αναγνώριση συγκεκριμένων πελατών από μηχανήματα ανάλογα με το προφίλ τους, για την εξαγωγή συμπεράσματος σε σχέση με την προπόνηση του πελάτη.

3.6 Προσωπικός τομέας – Κοινωνικός τομέας

Είναι πλέον προφανές πως οι μελλοντικές τεχνολογίες του IoT μπορούν να ενισχύσουν την δημιουργία κοινωνικών σχέσεων αλλά και να διευκολύνουν την καθημερινή ζωή των ατόμων. Τα κοινωνικά δίκτυα είναι ένας από τους τρόπους που συνδέονται πλέον τα άτομα μεταξύ τους και μπορεί να επιτευχθεί αυτόματη ενημέρωσή τους με χρήση τεχνολογίας RFID για την δημιουργία γεγονότων και την ενημέρωση των προφίλ των χρηστών.

Είναι επίσης πιθανή η χρήση επερωτήσεων που αφορούν σε παλιά γεγονότα και η δημιουργία ψηφιακών ημερολογίων που επιτρέπουν την παρατήρηση παλιών γεγονότων ή ολόκληρων περιόδων, όπως και η αυτόματη δημιουργία διαγραμμάτων για απεικόνιση του ιστορικού.

Επιπλέον είναι δυνατή η διαχείριση απωλειών και κλοπών. Για την εύρεση αντικειμένων που έχουν χαθεί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ετικέτες για τον εντοπισμό της θέσης τους. Τέλος, μπορεί να εντοπιστεί η αλλαγή θέσης αντικειμένων σε μια συγκεκριμένη ακτίνα το οποίο μπορεί να σημαίνει την κλοπή τους και σε αυτή την περίπτωση μπορεί να ειδοποιηθεί ο κάτοχος ή οι αρμόδιες αρχές με γραπτό μήνυμα χωρίς την απαίτηση για περαιτέρω εξοπλισμό.

3.7 Περιβάλλον & Αγροτικές καλλιέργειες

Στον τομέα της διαχείρισης πόρων του περιβάλλοντος και των οικολογικών δράσεων, οι εφαρμογές του IoT θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την παρακολούθηση πληθυσμών απειλούμενων ζώων, με στόχο την καλύτερη προστασία τους και την επίβλεψη δασικών οικοσυστημάτων για την πρόληψη πυρκαγιών.

Ακόμη, σημαντικές εφαρμογές στον περιβαλλοντικό τομέα, θα είναι αυτές που θα συμβάλλουν στην παρακολούθηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ειδικότερα, εξελιγμένα συστήματα μετεωρολογικής παρακολούθησης, θα δίνουν τη δυνατότητα για καλύτερα μοντέλα πρόβλεψης, ενώ ταυτόχρονα στο πλαίσιο του IoT θα μπορούν να αλληλεπιδρούν με άλλα συστήματα που εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες.

Παράδειγμα αποτελεί, η έγκαιρη ειδοποίηση σε αγροτικές περιοχές για έντονα καιρικά φαινόμενα, που ίσως απειλούν τις καλλιέργειες.

Μια ακόμη πιθανή εφαρμογή θα μπορούσε να προλαμβάνει ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα, ή να εξάγει συμπεράσματα για την καλύτερη αξιοποίηση των αποθεμάτων νερού.

Εργαλεία αγροτικών εργασιών, με ασύρματες συνδέσεις σε πληροφορίες που συλλέγονται από απομακρυσμένους δορυφόρους και επίγειους αισθητήρες, μπορούν να λάβουν υπόψη τους τις συνθήκες της καλλιέργειας και να προσαρμόσουν τους τρόπους καλλιέργειας κάθε τμήματος ενός αγρού - όπως για παράδειγμα, να υποδείξουν την επίρριψη περισσότερου λιπάσματος στα σημεία που χρειάζεται.

3.8 Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Στα πλαίσια του IoT, ο τρόπος που γίνεται η διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων, πρόκειται να αλλάξει. Η διάδοση της πληροφορίας από κάθε μέλος της αλυσίδας προς τα υπόλοιπα, θα είναι άμεση, και ως αποτέλεσμα θα έχει τη μείωση του bullwhip effect.¹⁶

Παράλληλα η βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα δημιουργήσει το υπόβαθρο για την αντιμετώπιση και άλλων προβλημάτων, όπως η μη διαθεσιμότητα προϊόντων στο ράφια των καταστημάτων (product out of shelf).¹⁷

Οι νέες εφαρμογές θα μπορούσαν επίσης να έχουν ως προσανατολισμό, την επίλυση παραδοσιακών προβλημάτων των εφοδιαστικών αλυσίδων. Πέρα από τα ζητήματα που ήδη αναφέρθηκαν, λύσεις αναζητούνται για τον καλύτερο προσδιορισμό του κύκλου ζωής των προϊόντων και του χειρισμού τους στο πλαίσιο αυτό ¹⁸.

Παράλληλα, η διαχείριση του αποθέματος των κόμβων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, αναμένεται να γίνει αποτελεσματικότερη,

¹⁶ Chaouchi H., (2010), «The Internet of Things-Connecting Objects to the Web»

¹⁷ Aim Global org., (2008), «RFID: What is RFID»

Διαθέσιμο Online στο: <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/>,

¹⁸ Σμπυράκης Σ.,(2009), «Τεχνολογίες RFID στην Ελληνική Πραγματικότητα», Διαθέσιμο Online στο : <http://www.sbyrakis.net/2009/11/rfid-in-the-greek-reality/>,

δεδομένης της αυξημένης πληροφόρησης που θα γίνει διαθέσιμη μέσα από το IoT.

Συστήματα που δείχνουν την τάση αυτή, έχουν ήδη υλοποιηθεί και λειτουργούν σε ερευνητικό ή και σε επιχειρησιακό επίπεδο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το ερευνητικό έργο SMART5, που έχει ως στόχο την βέλτιστη διακίνηση της πληροφορίας μεταξύ των εταιριών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και το σύστημα της αλυσίδας λιανεμπορίου Walmart6, που θεωρείται από τα πλέον ανεπτυγμένα στο χώρο¹⁹.

3.9 Τομέας Εκπαίδευσης

Ωθηση και στον χώρο της εκπαίδευσης μπορούν να προσφέρουν εφαρμογές, που εκμεταλλεύονται τον πλούτο της διαθέσιμης πληροφορίας στα πλαίσια του IoT, για να προσφέρουν καλύτερης ποιότητας γνώση στους ενδιαφερόμενους. Παραδείγματα με πολυμεσικές εφαρμογές και έμπειρα συστήματα ήδη υπάρχουν, και αποτελούν το πρώτο βήμα προς τη κατεύθυνση αυτή. Μια τεχνολογική εφαρμογή τέτοιου είδους, είναι η συσκευή kindle7, που αποτελεί το πρώτο «ηλεκτρονικό βιβλίο» ευρείας κατανάλωσης, με δυνατότητες να προτείνει αναγνώσματα στο χρήστη ανάλογα με τις επιθυμίες του ή άλλα κριτήρια που αυτός θέτει. Μελλοντικά τέτοια συστήματα με βάση τα κοινωνικά δίκτυα], θα μπορούν να αναλάβουν διαδικασίες, όπως η ξενάγηση σε μουσεία ή η «έξυπνη μαθητική τάξη» του ερευνητικού έργου POGO.

3.10 Διακυβέρνηση

¹⁹ Robert Adelmann, Marc Langheinrich, Christian Flörkemeier, Workshop Mobile and Embedded Interactive Systems 2006, «Toolkit for Bar Code Recognition and Resolving on Camera Phones Jump Starting the Internet of Things,

Εφαρμογές που θα κάνουν δυνατή την ταχύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών από το κράτος, αλλά ταυτόχρονα θα επιτρέπουν και την συνεργασία μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών, προσφέρονται προς ανάπτυξη. Τα συστήματα αυτά, μπορούν να μειώσουν τα κόστη λειτουργίας των δημόσιων υπηρεσιών, αυξάνοντας παράλληλα την παρεχόμενη ποιότητα. Έχουν ήδη αρχίσει να αναπτύσσονται και να αυτοματοποιούνται κυρίως ενδοεπιχειρησιακές λειτουργίες. Τέτοια συστήματα είναι το Taxis8 και η υποδομή Σύζευξις9 ,που αποτελούν τα πρώτα βήματα προς το IoT.

3.11 Εξελίξεις του μέλλοντος

Στο μέλλον μπορεί το IoT να παίξει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των τεχνολογικών ανακαλύψεων. Παραδείγματα είναι τα ρομποτικά ταξί με δυνατότητα πρόβλεψης της κίνησης μέσα σε αστικά περιβάλλοντα, προσαρμογή της ταχύτητάς τους και εντοπισμός της τοποθεσίας των πελατών με GPS. Επίσης, είναι δυνατός ο έλεγχος των εγκαταστάσεων πόλεων, όπως πεζοδρόμια και σιδηροδρομικές γραμμές, με σκοπό την παρακολούθηση της εξέλιξης σε ένα περιβάλλον και η χρήση ενέργειας με αποδοτικό τρόπο και σε σχέση με την προσφορά και τη ζήτηση.

Τέλος, είναι δυνατή η δόμηση χώρων για βιωματικό παιχνίδι όπου ο παίκτης είναι εξοπλισμένος με συσκευές που μετρούν μεγέθη όπως θερμοκρασία, πίεση του αίματος, μέτρηση παλμών και άλλα, με σκοπό τον έλεγχο των αντιδράσεων των παικτών και την προσφορά πρωτόγνωρων εμπειριών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Τα παραπάνω είναι μόνο μερικά παραδείγματα που μπορούν να υλοποιηθούν όμως για την πραγματοποίησή τους απαιτείται έρευνα ως προς την προτυποποίηση, τα δικτυακά ζητήματα και την ασφάλεια που πρέπει να διέπει αυτές τις τεχνολογίες.

3.12 Internet of Things – Smart Cities

«Internet of Things» ή αλλιώς και «διαδίκτυο των πραγμάτων», είναι ένας όρος που συζητιέται πολύ στις μέρες μας και τείνει να αποτελέσει την καθημερινότητα εκατομμυρίων ανθρώπων στο άμεσο μέλλον. Πρόκειται για μια ιδέα που αφορά συσκευές, αντικείμενα και γενικότερα «πράγματα», τα οποία είναι συνδεδεμένα αδιαλείπτως μεταξύ τους και μάλιστα σε παγκόσμια εμβέλεια, ενώ έκαναν την εμφάνισή τους με την τεχνολογία RFID. Στη συνέχεια, η έννοια αυτή συνέχισε να επεκτείνεται έως το σημερινό όραμα που προβλέπει μια πληθώρα ετερόκλητων αντικειμένων που αλληλεπιδρούν με το φυσικό περιβάλλον.

Μια υλοποίηση λοιπόν της παραπάνω αυτής έννοιας είναι οι έξυπνες πόλεις ή αλλιώς και «smart cities». Αφορά τη βελτίωση των πόλεων στην επίλυση προβλημάτων και την καινοτομία με χρήση νοημοσύνης – ευφυΐας, η οποία προσδιορίζεται ανάλογα με τους Πολίτες, τα συνεργαζόμενα συστήματα, τη γενικότερη ψηφιακή υποδομή και τα εργαλεία που μια κοινότητα είναι σε θέση να προσφέρει στους Πολίτες της. Μια έξυπνη πόλη επομένως, στηρίζεται σε έξι πλαίσια κυρίως βασικών αξόνων, που έχουν να κάνουν με την περιφερειακή ανταγωνιστικότητα, τις μεταφορές, την οικονομία, τους φυσικούς πόρους, το κεφάλαιο τόσο το ανθρώπινο όσο και το κοινωνικό, καθώς και την ποιότητα ζωής, σε συνδυασμό με τη συμμετοχή των Πολιτών στη διακυβέρνηση των πόλεων.

3.13 Smart Lighting

Μια λύση συνεπώς για την υλοποίηση επιμέρους τομέων της έξυπνης πόλης αποτελεί η έξυπνη φωταγωγή ή αλλιώς και «smart lighting». Η

κεντρική ιδέα αναφέρεται στην απομακρυσμένη διαχείριση δημόσιας φωταγώγησης που θα ελέγχεται από συνδυασμό δεδομένων που θα προκύπτουν από αισθητήρες φωτός, βροχής και κίνησης μέσω των οποίων θα ρυθμίζεται το άναμμα και το σβήσιμό τους. Πιθανές επιπρόσθετες δυνατότητες είναι η διαφοροποίηση λειτουργίας του συστήματος σε κατοικημένες περιοχές και σε μη κατοικημένες περιοχές, καθώς επίσης και η προσαρμοσμένη συμπεριφορά του συστήματος σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.



Έξυπνο σύστημα

Το «Έξυπνο σύστημα» θα αποτελείται από συσκευές, οι οποίες θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, στο πλαίσιο δημιουργίας ενός ασύρματου δικτύου αισθητήρων, του οποίου η τοπολογία θα ρυθμίζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε τοποθεσίας. Επίσης, σε κάθε συσκευή θα υπάρχουν αισθητήρες φωτός, κίνησης και υγρασίας για τη ρύθμιση των λαμπτήρων, ενώ κάθε επιμέρους συσκευή θα συνδέεται, μέσω Zigbee τεχνολογίας σε ένα gateway, όπου και θα γίνεται η αποστολή των δεδομένων που θα συλλέγονται από τους αισθητήρες, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η περαιτέρω συγκέντρωσή τους σε

βάση δεδομένων, η επεξεργασία – διαχείριση και η παροχή ή η παρουσίαση τους σε κάθε φορέα, αρχή ή φυσικό πρόσωπό που το επιθυμεί.



Οφέλη – Πλεονεκτήματα συστήματος

Οι ευρωπαϊκές χώρες ξοδεύουν πάνω από 10 δισ. ευρώ το χρόνο για τον φωτισμό των δρόμων, ποσό που αντιστοιχεί στο 40% των δαπανών της κάθε χώρας για την ενέργεια. Επιπλέον, η ενέργεια αυτή μεταφράζεται σε 40 εκατ. τόνους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα το χρόνο. Το παρόν σύστημα μειώνει το κόστος ενέργειας και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 80%, ενώ το κόστος συντήρησής του μειώνεται κατά 50%, χάρη στους ενσωματωμένους ασύρματους αισθητήρες που ειδοποιούν το κέντρο ελέγχου όταν ένας λαμπτήρας χρειάζεται επισκευή.

Αντίστοιχου τύπου μικρή έρευνα θα διεξαχθεί και για τη χώρα μας, μέσω της συγκέντρωσης ομοειδών δεδομένων διαφόρων περιοχών της, προκειμένου να δημιουργηθεί η βάση για μια περισσότερο ρεαλιστική αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων που αναμένεται να προσφέρει το παρόν

σύστημα. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές, αναμένεται ότι θα συμβάλει στην παροχή καλύτερης εξυπηρέτησης και ασφάλειας στους Πολίτες, σε συνδυασμό με μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και φυσικά της εξοικονόμησης ενέργειας και κόστους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΟΤ

4.1 Ευκαιρίες Επιχειρηματικότητας

Όπως φαίνεται από το προηγούμενο κεφάλαιο, υπάρχει ένα εύρος εφαρμογών, οι οποίες μπορούν να αναπτυχθούν στα πλαίσια του ΙοΤ. Για την ανάπτυξη τους όμως και την τελική τους χρήση σε ευρεία κλίμακα, είναι αναγκαία η συμμετοχή και η συνεργασία αρκετών επιμέρους οργανισμών. Η ανάγκη αυτή αποτελεί ταυτόχρονα και επιχειρηματική ευκαιρία για τους οργανισμούς αυτούς που θα κληθούν να επενδύσουν και να αξιοποιήσουν τις επενδύσεις τους. Διακρίνονται τρεις βασικοί «δράστες» στην διαδικασία μετάβασης στο περιβάλλον του ΙοΤ²⁰ :

- Οργανισμοί, πιο ειδικά ερευνητικά κέντρα, πανεπιστημιακοί οργανισμοί, τμήματα R&D εταιρειών. Οι παραπάνω, θα κληθούν να δώσουν απαντήσεις και λύσεις στις προκλήσεις, που θα παρουσιάζονται στην πορεία υιοθέτησης κάθε επιμέρους τεχνολογίας και επιχειρηματικής προσέγγισης, που συνολικά θα οδηγήσουν σε ένα περιβάλλον ΙοΤ. Με δραστηριοποίηση στους τομείς αυτούς, οι παραπάνω δράστες θα μπορούσαν να διεκδικήσουν χρηματοδοτήσεις από κρατικούς πόρους, ενδιαφερόμενες εταιρείες ή άλλους οργανισμούς, με προθέσεις επενδύσεων σε αυτές τις τεχνολογίες.

²⁰ Karygiannis T., Eydt B., Barber G., Bunn L., Phillips T., (2007), «Guidelines for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems», Natl. Inst. Stand. Technol. Spec. Publ. 800-98,

- Κατασκευαστές, δηλαδή οι εταιρείες που θα αναλάβουν να προμηθεύσουν την αγορά με τα νέα συστήματα λογισμικού ή υλισμικού που θα είναι αναγκαία για την υλοποίηση και χρήση των λύσεων, που έχουν προτείνει οι δράστες της πρώτης ομάδας. Είναι προφανές πως για τους «κατασκευαστές», η ανάληψη τέτοιων έργων θα αποτελούσε μια νέα πηγή εσόδων. Ως εκ τούτου, οι επενδύσεις αυτές αποτελούν παράγοντα ανάπτυξης των κλάδων που εμπλέκονται. Τέτοιες εταιρείες μπορεί να είναι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί, κατασκευαστές υλισμικού (δικτυακά προϊόντα, RFID) και εταιρείες ανάπτυξης εφαρμογών λογισμικού.
- Χρήστες, τόσο σε ατομικό όσο και σε επίπεδο οργανισμών. Είναι όλοι αυτοί, που θα κληθούν να υιοθετήσουν τα νέα δεδομένα και να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες που τους προσφέρονται από τις νέες εφαρμογές. Οι χρήστες αυτοί θα μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες και τον τρόπο που χειρίζονται την πληροφορία, ώστε να αποκομίσουν κέρδος. Το κέρδος αυτό μπορεί να είναι χρηματικό ή και πληροφόρηση καλύτερης ποιότητας. Θα πρέπει να τονιστεί πως οι χρήστες παίζουν βασικό ρόλο στην εμπορευματοποίηση ενός συνόλου υπηρεσιών. Για αυτό το λόγο, είναι κρίσιμη η συμμετοχή ενός χρήστη με ηγετικό ρόλο στην αγορά, που θα προσελκύσει μικρότερους χρήστες στην υιοθέτηση της νέας προσέγγισης.

Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η εταιρεία λιανικής πώλησης Walmart, που αποτελεί πρωτοπόρο στην υιοθέτηση ενός συστήματος βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας, που να ακολουθεί τις αρχές του IoT.

Παράλληλα με αυτές τις δράσεις, θα πρέπει να υπάρχει πρωτοβουλία και σε κρατικό επίπεδο, αφού ένα μεγάλο μέρος των εφαρμογών που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν, αφορούν την ηλεκτρονική διακυβέρνηση και τον τρόπο με τον οποία αλληλεπιδρά το κράτος, τόσο με τους πολίτες, όσο και με άλλους οργανισμούς ή κράτη. Πολλά κράτη χρηματοδοτούν έργα και έρευνες για εφαρμογές στο πλαίσιο του IoT.

Ενδεικτικά μπορούν να αναφερθούν :

Στις ΗΠΑ, τα προγράμματα GENI10 και FIND11 που χρηματοδοτούνται από το National Science Foundation. Επίσης ένας αριθμός προγραμμάτων, χρηματοδοτείται από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ (DoD)¹², στα οποία περιλαμβάνονται:

1. Automated wide-area network configuration from high-level specifications
2. Robust self-forming human networks: making organizations work
3. Modification of WiFi communication devices to support the urban warrior
4. Scalable mobile wireless mesh networks
5. xG (Dynamic spectrum access). Cognitive radio networks
6. CBMANET (Control based mobile ad-hoc networks)

Στην Ιαπωνία, που με συλλογικές στρατηγικές προσπαθεί να αναπτύξει τις χρήσεις των νέων τεχνολογιών και να παραμείνει στα πλέον προηγμένα τεχνολογικά κράτη. Με το σχέδιο e-Japan προωθήθηκε στην πενταετία 2001- 2005, η ευρυζωνικότητα στη χώρα. Οι στόχοι του

σχεδίου επιτεύχθηκαν, και είχε υιοθετηθεί μια νέα στρατηγική με καταληκτικό έτος για την επίτευξη των νέων στόχων το 2010. Η στρατηγική αυτή ονομάζεται Universal Communications (UNS) και στα πλαίσια της αναπτύχθηκαν κυρίως οι:

1. Αισθητήρες και ετικέτες RFID
2. Ubiquitous ad-hoc δίκτυα
3. Universal personal area networks using UWB
4. Διαδραστικό λογισμικό, που να αναγνωρίζει τις προθέσεις των χρηστών.
5. Multi-agent λογισμικό
6. Αυθεντικοποίηση με βιομετρικούς ελέγχους
7. Βέλτιστη διαχείριση δικαιωμάτων σε ψηφιακά αγαθά
8. Κατανεμημένη και συνεργατική λειτουργικότητα λογισμικού
9. Προσαρμόσιμες διαδραστικές υπηρεσίες

Πιο συγκεκριμένες εφαρμογές αποτελούν:

- το «έξυπνο» σπίτι («ubiquitous home»)
- Ιχνηλασιμότητα τροφίμων
- 'Έξυπνες Αστικές Κάρτες' με πρώτη χρήση τους σιδηροδρομικούς σταθμούς του Τόκιο.

Γίνεται λοιπόν εμφανές, πως τόσο κατά τη μετάβαση στο IoT, όσο και μετά, θα δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για ανάπτυξη. Σε πρώτη φάση οι ανάγκες για λύσεις στην διαδικασία υλοποίησης, προκαλούν άμεσα την αύξηση της επιχειρηματικής δραστηριότητας με την ανάπτυξη νέων συστημάτων. Έπειτα, υιοθετώντας τις νέες τεχνολογίες, οι επιχειρήσεις, θα κληθούν να αναδιαμορφώσουν τις εσωτερικές τους διαδικασίες και να επαναπροσδιορίσουν την επιχειρηματική στρατηγική τους. Η αλλαγή αυτή είναι δυνατόν να οδηγήσει σε νέες ανάγκες, που θα αποτελέσουν ευκαιρίες για νέες επιχειρήσεις.

Με δεδομένο λοιπόν ένα τέτοιο Διαδίκτυο Αντικειμένων, γίνεται σαφές πως πολλαπλασιάζεται η διαθέσιμη πληροφορία και ταυτόχρονα παρουσιάζεται η ανάγκη για διαχείριση και οργάνωση του νέου όγκου πληροφοριών. Βασικό χαρακτηριστικό των πληροφοριών που αφορούν τα αντικείμενα, είναι η κατανομή τους σε περισσότερους του ενός οργανισμούς, ή γενικά παρόχους πληροφοριών. Έτσι θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα αναζήτησης των πάροχων πληροφοριών για συγκεκριμένο αντικείμενο, ώστε να γίνεται δυνατή η πλήρης ανάκτηση των δεδομένων που αφορούν το αντικείμενο.²¹

4.2 Ευκαιρίες αναφορικά με την οικονομία των χωρών

Μέχρι στιγμής, η παροχή πληροφοριών στο διαδίκτυο, ήταν άμεσα εξαρτημένη από τους ανθρώπους. Με το Iot, κυρίαρχο ρόλο πλέον θα διαδραματίζει η αυτόνομη, αυτοματοποιημένη παροχή της πληροφορίας από τα ίδια τα αντικείμενα, καθιστώντας περιττή την ανθρώπινη παρέμβαση. Έρχεται λοιπόν το καινοτόμο αυτό Διαδίκτυο των

²¹ Future Internet Design: <http://www.nets-find.net/>

Πραγμάτων, να επισκιάσει το γνωστό σε όλους μας Internet, και να προκαλέσει επανάσταση και ανακατατάξεις στην τεχνολογική ιστορία.

Σημείο τομής της οικονομίας και των διαδικτυακών εφαρμογών, έχει χαρακτηριστεί από την γερμανίδα καγκελάρια Μέρκελ, και όχι άδικα.

Το IoT διαθέτει σημαντικό δυναμικό στο επίπεδο της ανάπτυξης της οικονομίας και της παραγωγής, της βελτίωσης της ποιότητας των υπηρεσιών και της βελτίωσης των επιχειρηματικών αλυσίδων εφοδιασμού και διανομής, της διαχείρισης αποθήκης και της δημιουργίας νέων δυνατοτήτων στο επίπεδο της απασχόλησης και των επιχειρηματικών ευκαιριών. Μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, παρέχοντας νέες και καλύτερες θέσεις εργασίας για εργαζομένους, ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις και ανάπτυξη για όλους τους κλάδους, καθώς και νέα ώθηση στην ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης.

Επίσης, δύναται να συμβάλει στη διευκόλυνση των εμπορικών ροών μεταξύ χωρών της ΕΕ, αλλά και μεταξύ χωρών της ΕΕ και τρίτων χωρών, μέσω της διεύρυνσης των αγορών και της εξασφάλισης ποιοτικών σταθερών, για τα προϊόντα που αποτελούν αντικείμενο εμπορίου. Χάρη στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών στις παραγωγικές διαδικασίες, θα αυξηθεί η απόδοση των πόρων και η ανταγωνιστικότητα των καταναλωτικών αγαθών στην αγορά.²².

²² ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ, (2009), «Το Ίντερνετ των πραγμάτων - Ένα σχέδιο δράσης για την Ευρώπη», Διαθέσιμο Online στο: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0278:FIN:EL:PDF>,

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΧΗ ΤΟΥ ΙΟΤ

5.1 Ο άνθρωπος και το ΙοΤ

Το ΙοΤ είναι το αποτέλεσμα της σύγκλισης των τεχνολογιών του Διαδικτύου και των Ενσωματωμένων Συστημάτων. Η ιδέα είναι πολύ απλή και ελκυστική:

να χρησιμοποιηθεί η διαδικτυακή υποδομή για την αλληλεπίδραση χρηστών και ενσωματωμένων συσκευών ή για την συνεργασία μεταξύ ενσωματωμένων συσκευών, με στόχο την παροχή σύνθετων υπηρεσιών (global services). Πιο συγκεκριμένα, το πρωτόκολλο IP κατάλληλα τροποποιημένο, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για την ανταλλαγή αρχείων πολυμέσων αλλά και για την αλληλεπίδραση καταναμημένων συστημάτων που χρησιμοποιούνται στο σπίτι, στην βιομηχανία και στις υπηρεσίες. Αυτό προϋποθέτει την επίλυση μιας σειράς τεχνικών και επιστημονικών προβλημάτων, όπως την συνεργασία ετερογενών δικτύων και την εγγύηση της ασφάλειας και της ποιότητας υπηρεσιών.

Η μετάβαση προς το IPv6 λύνει ορισμένα προβλήματα, όπως αυτό της διαχείρισης των διευθύνσεων των αντικειμένων, επιτρέποντας ταυτόχρονη βελτίωση της ασφάλειας των συναλλαγών. Πρέπει όμως να ξεπεραστούν πολλά εμπόδια, όπως η εγγύηση ιδιοτήτων ασφάλειας και

χρόνων απόκρισης. Είναι γεγονός, ότι η πολυπλοκότητα της ραγδαίας εξελισσόμενης υποδομής, περιορίζει τα περιθώρια για ανάπτυξη υπηρεσιών που να πληρούν αυστηρές προδιαγραφές. Το διαδίκτυο είναι κατά κάποιο τρόπο θύμα της επιτυχίας του. Στο άμεσο μέλλον, θα χρειαστεί να αναπτυχθούν ειδικά διαδίκτυα για κρίσιμες εφαρμογές, όπως το περιβάλλον, οι μεταφορές, ο τομέας της υγείας και άλλα, που θα υποστηρίζουν το παγκόσμιο δίκτυο του IoT.²³

Η ζωή ενός ανθρώπου μέσα στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων συνοδεύεται και από μία σειρά προϋποθέσεων ελέγχου και ασφάλειας, οι οποίες και πρέπει να ικανοποιηθούν, ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία της. Στην καθημερινή ζωή οι άνθρωποι θα μπορούν, όπου κι αν βρίσκονται, να αλληλεπιδρούν με το Κυβερνοδιάστημα (Cyberspace), για να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες κάθε είδους. Αυτό θα επιτευχθεί με την μαζική χρήση RFID ετικετών και αναγνώστων, αισθητήρων και actuators, τόσο σε συσκευές και υποδομές, όσο και στους ίδιους τους χρήστες, όπως ήδη έχει παρουσιαστεί. Η αλληλεπίδραση θα είναι πολύτροπη (multimodal), δηλαδή θα γίνεται χρησιμοποιώντας πολλαπλές εισόδους και interfaces για φωνή, επαφή, χειρονομίες, κινήσεις του σώματος ή οποιονδήποτε συνδυασμό από αυτά.

Αναγκαίες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη του IoT, είναι η ασφαλής λειτουργία του και ο έλεγχος της ποιότητας των υπηρεσιών. Η ασφάλεια χαρακτηρίζεται από μια σειρά ιδιοτήτων όπως η εμπιστευτικότητα, η ακεραιότητα, η διαθεσιμότητα και η αυθεντικότητα των δεδομένων. Σήμερα είναι δύσκολο να εγγυηθεί κανείς για αυτές τις ιδιότητες, για δυο λόγους. Πρώτος είναι η έλλειψη διαφάνειας, όσον αφορά τον τρόπο

²³ Ιωσήφ Σηφάκης, (Ιούλιος 2011), «Συνέντευξη σχετικά με τις νεότερες εξελίξεις και προοπτικές της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών», Διαθέσιμο Online στο: <http://www.adslgr.com/forum/archive/index.php/t-529204.html>,

λειτουργίας της υπάρχουσας υποδομής που έχει αναπτυχθεί κατά τρόπο εμπειρικό. Δεύτερος είναι η εκθετικά αυξανόμενη πολυπλοκότητα της. Ο έλεγχος της ποιότητας επιτρέπει την εγγύηση ορισμένων τεχνικών χαρακτηριστικών, όπως τον χρόνο απόκρισης και την παροχή δεδομένων, που είναι απαραίτητα για την σωστή και ομαλή λειτουργία των ενσωματωμένων συσκευών.

5.2 Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια

Είναι γεγονός, ότι καλούμαστε καθημερινά να αντιμετωπίσουμε τις νέες μεγάλες προκλήσεις της πληροφορικής και των επικοινωνιών. Το IoT, κερδίζει έδαφος στην ζωή μας αλλά και στην καθημερινότητα, ως μία φυσική εξέλιξη του πλήθους των επεξεργαστών που έχει σήμερα πάνω του ή γύρω του ο σημερινός άνθρωπος. Πλέον στην καθημερινότητα μας περιστοιχιζόμαστε από εκατοντάδες επεξεργαστές/υπολογιστικές μονάδες, η δικτύωση των οποίων θα μας οδηγήσει στο IoT, δηλαδή σε δικτυωμένες συσκευές που θα κάνουν την καθημερινότητα του ανθρώπου πολύ πιο απλή αλλά και πιο ενδιαφέρουσα.²⁴

Η νέα αυτή πραγματικότητα συνοδεύεται με αμέτρητες προσδοκίες ανάπτυξης και βελτίωσης σε όλους τους τομείς, αλλά και ανησυχία για θέματα ασφάλειας και παραβίασης δεδομένων. Είναι εμφανές λοιπόν πως η υλοποίηση του IoT, δεν είναι δυνατόν να γίνει με τα σημερινά επίπεδα ελέγχου και ασφάλειας.

Ένας βασικός παράγοντας, που επιβραδύνει την πορεία προς το IoT είναι τα ζητήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας, που ανακύπτουν από τη χρήση των τεχνολογιών του IoT. Η διαθέσιμη πληροφορία και ο όγκος

²⁴ Ιωσήφ Σηφάκης, (Ιούλιος 2011), «Συνέντευξη σχετικά με τις νεότερες εξελίξεις και προοπτικές της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών», Διαθέσιμο Online στο: <http://www.adslgr.com/forum/archive/index.php/t-529204.html>,

της στον περιβάλλον αυτό, προκαλούν ερωτήματα σχετικά με την πρόσβαση σε αυτή. Κυριότερο πρόβλημα φαίνεται να είναι η έμμεση παρακολούθηση των ατόμων, μέσω των αντικειμένων που κατέχουν. Ειδικά στην περίπτωση του επίγειου οδικού δικτύου που παρουσιάστηκε, οι χρήστες των οδών παρακολουθούνται και καταγράφονται όλες τους οι κινήσεις και επιλογές. Προσδιορίζονται έτσι όλες οι συνήθειες κάθε ατόμου, αγοραστικές και μη. Η πληροφορία αυτή κρίνεται ως μεγάλης αξίας, γι' αυτό και η διαχείρισή της είναι ένα ζήτημα προς επίλυση.

Είναι συνετό να σημειωθεί πως οι απειλές από το RFID είναι οι νεότερες σε ένα περιβάλλον τεχνολογικής παρακολούθησης. Ήδη είναι γνωστό πως οι καταναλωτικές συνήθειες των χρηστών του internet καταγράφονται και τεχνολογίες που παλαιότερα προκάλεσαν έντονη δυσαρέσκεια και προβληματισμό όπως τα cookies, σήμερα αποτελούν αποδεκτές πρακτικές. Παράλληλα αρκετοί οργανισμοί διαθέτουν ήδη ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών, που ενδεχομένως να εμπεριέχουν και προσωπικά δεδομένα. Τέτοιοι οργανισμοί είναι οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και διαδικτύου, οι τράπεζες μέσω των πιστωτικών καρτών, οι κατασκευαστές όλων των smart cards αλλά και των ετικετών RFID, καθώς και τα κοινωνικά δίκτυα. Η πληροφορία αυτή, σε συνδυασμό με την μείωση του κόστους αποθήκευσης δεδομένων και την αύξηση της διαθέσιμης υπολογιστικής ισχύος, επιτρέπουν την δημιουργία μοντέλων εξαγωγής συμπερασμάτων που είναι πιθανό να παραβιάζουν την ιδιωτικότητα του ατόμου.

Το IoT, υλοποιείται χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID, τις RFID ετικέτες, τους αναγνώστες και τους αισθητήρες. Ως επακόλουθο, τα ζητήματα ασφαλείας και ιδιωτικότητας που προκύπτουν, καθώς επίσης και άλλοι κίνδυνοι και απειλές, χρεώνονται κατά κύριο λόγο στην

τεχνολογία αυτή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα του προβληματισμού για το RFID αποτελεί η ύπαρξη του οργανισμού Stop RFID16, που αντιτίθεται στην χρήση του.

5.3 Θέματα Ασφάλειας

Η έννοια της ασφάλειας ενός πληροφοριακού συστήματος σχετίζεται με την ικανότητα ενός οργανισμού

- να προστατεύει τις πληροφορίες του από τυχόν αλλοιώσεις και καταστροφές, καθώς και από μη εξουσιοδοτημένη χρήση των πόρων του
- να παρέχει ορθές και αξιόπιστες πληροφορίες, οι οποίες είναι διαθέσιμες στους εξουσιοδοτημένους χρήστες κάθε φορά που τις αναζητούν.

Για να εκπληρωθούν τα παραπάνω, απαιτείται η διασφάλιση της ακεραιότητας και της εμπιστευτικότητας των δεδομένων, αλλά και της αδιάλειπτης λειτουργίας του υπολογιστικού συστήματος. Συμπληρωματικά σε ότι αφορά την τεχνολογία RFID, απαραίτητη προϋπόθεση για την ομαλή – ασφαλή λειτουργία, είναι ότι τα συμμετέχοντα μέρη, δηλαδή ετικέτες και αναγνώστες, να λειτουργούν με ασφαλή τρόπο και σύμφωνα με το πνεύμα της προστασίας της ιδιωτικότητας. Όμως, από τη μια πλευρά, το γεγονός ότι το περιεχόμενο μιας ετικέτας μπορεί να είναι προσβάσιμο από τρίτους αναγνώστες, χωρίς ο φορέας της να το γνωρίζει, εισάγει ένα σημαντικό αριθμό προβλημάτων που αφορούν την ιδιωτικότητα του φορέα της ετικέτας.

Από την άλλη, η δυνατότητα μεταβολής του περιεχομένου των ετικετών, θέτουν επιπρόσθετα ζητήματα ασφαλείας του συστήματος. Ειδικότερα, αφορούν την ανάγκη αυθεντικοποίησης και ελέγχου πρόσβασης στα

συστήματα RFID. ²⁵ Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να διασφαλιστεί η ακεραιότητα και η ασφάλεια τριών σχέσεων που υφίστανται:

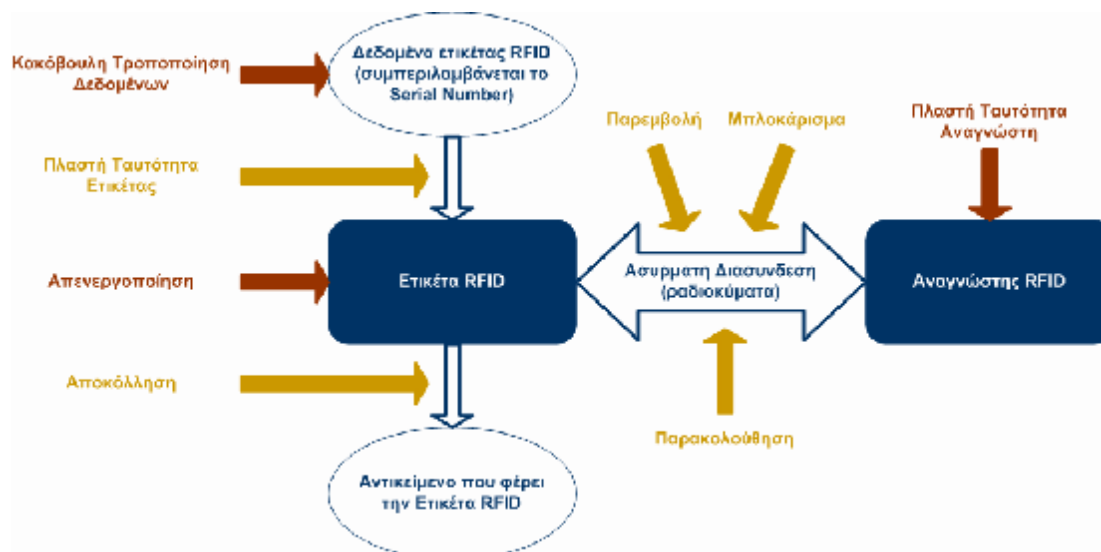
1. Η σχέση μεταξύ των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα πάνω σε μια ετικέτα RFID και την ίδια την ετικέτα RFID. Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική, καθώς τα δεδομένα, μεταξύ αυτών και ο μοναδικός σειριακός αριθμός της ετικέτας (SN, Serial Number), αποτελούν την ταυτότητα της RFID ετικέτας. Είναι επιτακτικό λοιπόν, να αποφευχθεί η ύπαρξη δύο ετικετών με την ίδια ταυτότητα, δηλαδή τα ίδια δεδομένα.

2. Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αντικειμένου που πρόκειται να ταυτοποιήσει (μηχανική σχέση). Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική, με την έννοια ότι δεν μπορεί μια ετικέτα RFID να τοποθετηθεί σε ένα άλλο αντικείμενο, είτε κατά την αρχική της τοποθέτηση, είτε κατά την χρήση της.

3. Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αναγνώστη (ασύρματη διασύνδεση). Η σχέση αυτή πρέπει να ικανοποιεί τον περιορισμό, ότι μόνο οι εξουσιοδοτημένοι αναγνώστες εντοπίζουν, επικοινωνούν και διαχειρίζονται σωστά τα δεδομένα της ετικέτας RFID, ενώ η πρόσβαση από άλλους αναγνώστες απαγορεύεται.

²⁵ Πρωτονοτάριος Δ., (2004), «Τεχνολογίες Αυτόματης Αναγνώρισης Προϊόντων με Χρήση Ραδιοκυμάτων για την Ολοκλήρωση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Διαθέσιμο Online στο: <http://www.logistics.tuc.gr/Contents/Diatrives/Protonotarios.pdf>,

5.4 Απειλές



Εικόνα : Σχέσεις μεταξύ στοιχείων RFID και οι απειλές που δέχονται **Πηγή:** Weis, S.,(2003), «Security and Privacy in Radio-Frequency Identification Devices»

Οι απειλές που αντιμετωπίζει ένα σύστημα RFID υφίστανται τόσο στα ίδια τα στοιχεία του συστήματος, όσο και στις σχέσεις μεταξύ αυτών όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα οι απειλές αυτές είναι :²⁶

- **Κακόβουλη Τροποποίηση Δεδομένων.** Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα RFID, εκτός του σειριακού αριθμού και πιθανών άλλων αναγνωριστικών (π.χ. κλειδιά), τροποποιούνται με σκοπό να εξαπατήσουν. Τέτοιου είδους επιθέσεις παρατηρούνται σε συστήματα ασφάλειας ή/και πληρωμών, όπου σκοπός είναι να αναγνωρίζεται η ετικέτα RFID από το σύστημα, με τροποποιημένα όμως τα δεδομένα της.

²⁶ Weis, S.,(2003), «Security and Privacy in Radio-Frequency Identification Devices»

- **Πλαστή Ταυτότητα Ετικέτας.** Ο επιτιθέμενος αποκτά τον σειριακό αριθμό της ετικέτας RFID και πιθανώς άλλα στοιχεία ασφαλείας συστήματος, με σκοπό να εξαπατήσει τον αναγνώστη στο να δεχτεί μια άλλη ετικέτα RFID. Στην ουσία ο επιτιθέμενος κλωνοποιεί την ετικέτα RFID και την εισάγει στο σύστημα εξαπατώντας το. Τέτοιου είδους επιθέσεις εμφανίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπου γίνεται εφικτή η κλοπή προϊόντων με την εξαπάτηση του συστήματος ότι τα προϊόντα υφίστανται.
- **Απενεργοποίηση.** Η ετικέτα RFID δεν είναι πλέον αναγνωρίσιμη από το σύστημα ή δεν εντοπίζεται καθόλου από τους αναγνώστες. Η απενεργοποίηση είναι δυνατή από εντολές σβησίματος δεδομένων (delete), νόμιμης απενεργοποίησης (kill) και φυσικής καταστροφής. Οι επιθέσεις αυτές έχουν σκοπό την κακή διαχείριση αντικειμένων, αλλά και στην κλοπή αυτών.
- **Αποκόλληση.** Η ετικέτα αποκολλείται φυσικά από το αντικείμενο στο οποίο βρισκόταν ώστε αυτό να μην είναι αναγνωρίσιμο. Σύνηθες φαινόμενο είναι η προσκόλληση διαφορετικής ετικέτας σε αντικείμενο, για την εξαπάτηση του συστήματος (π.χ. επικόλληση ετικέτας που προσδίδει μικρότερη αξία στο αντικείμενο που πρόκειται να αγοραστεί).
- **Παρακολούθηση.** Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας κατά την επικοινωνία τους, υποκλέπτονται και αποκωδικοποιούνται.
- **Μπλοκάρισμα.** Μια ειδικά κατασκευασμένη ετικέτα, (blocker tag), δημιουργεί την εντύπωση στον αναγνώστη ότι διαβάζεται ταυτόχρονα πολύ μεγάλος αριθμός ετικετών, οπότε ο αναγνώστης μπλοκάρεται λόγω της σύγκρουσης που δημιουργείται (collision).

- **Παρεμβολή.** Η παρεμβολή στην ασύρματη διασύνδεση μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας είναι σχετικά εύκολη και επιτυγχάνεται με μέσα, όπως κάλυψη με κατάλληλα μέσα των ετικετών ή/και των αναγνώστών. Για παράδειγμα στα συστήματα εντοπισμού κλοπών στα καταστήματα ρούχων, αν καλυφθεί η ετικέτα που φέρουν τα ρούχα με αλουμίνιο δεν μπορεί να διαβαστεί από τους αναγνώστες οπότε και επιτυγχάνεται η παρεμβολή.
- **Πλαστή Ταυτότητα Αναγνώστη.** Όταν ένας αναγνώστης επιθυμεί να επικοινωνήσει με μια ετικέτα, πρέπει να αποδείξει την εξουσιοδότηση του. Αν ένας επιτιθέμενος επιθυμεί να διαβάσει τα δεδομένα μιας ετικέτας, αρκεί να προσποιηθεί ο αναγνώστης του ότι είναι ο πραγματικός, δηλαδή να «επιδείξει» πλαστή ταυτότητα.
- **Εμπιστευτικότητα.** Σημαίνει πρόληψη της μη εξουσιοδοτημένης (unauthorized) αποκάλυψης πληροφοριών, δηλαδή πρόληψη από μη εξουσιοδοτημένη ανάγνωση. Αυτό σημαίνει πως τα δεδομένα αποκαλύπτονται μόνο σε εξουσιοδοτημένα άτομα. Εκφάνσεις της εμπιστευτικότητας είναι η ιδιωτικότητα (privacy) και η μυστικότητα (secrecy).
- **Μυστικότητα.** (Secrecy) Μυστικότητα είναι η προστασία των δεδομένων που ανήκουν σε ένα οργανισμό.
- **Ακεραιότητα.** (Integrity) Ακεραιότητα σημαίνει πρόληψη μη εξουσιοδοτημένης μεταβολής πληροφοριών. Στον όρο μεταβολή περιλαμβάνεται η εγγραφή, η διαγραφή αλλά και η δημιουργία δεδομένων.

- **Διαθεσιμότητα.** (Availability) Διαθεσιμότητα ονομάζεται η ιδιότητα του να είναι προσπελάσιμες και χωρίς αδικαιολόγητη καθυστέρηση, οι υπηρεσίες ενός πληροφοριακού συστήματος, όταν τις χρειάζεται μια εξουσιοδοτημένη οντότητα.
- **Ευπάθεια.** (Vulnerability) Ευπάθεια είναι μια αδυναμία ή ένα ευάλωτο σημείο στο σύστημα ασφάλειας ,που μπορεί να προκαλέσει απώλειες ή ζημιές, αν αξιοποιηθεί κατάλληλα.
- **Επίθεση.** (Attack) Επίθεση ονομάζεται η εκμετάλλευση μιας ευπάθειας από κάποιο άτομο.
- **Απειλή.** Απειλή αποτελεί μια κατάσταση όπου υπάρχει το ενδεχόμενο να προκληθούν απώλειες ή ζημιές στο υπολογιστικό σύστημα.

5.5 Ασφάλεια και Μέτρα

Σχετικά με το μέγεθος και τις φυσικές ιδιότητες των ετικετών RFID, επειδή η ετικέτα πρέπει να είναι βασικά μικρή και φτηνή, τα μέτρα ασφάλειας που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν σε αυτό το μέρος του συστήματος RFID είναι εξ ορισμού περιορισμένα. Εξάλλου, ο ασύρματος χαρακτήρας της επικοινωνίας προσθέτει ακόμα μια σειρά κινδύνων σε σύγκριση με την καλωδιακή επικοινωνία, και επομένως, χρειάζεται επιπρόσθετες απαιτήσεις ασφαλείας.

Είναι γεγονός ότι καθώς η τεχνολογία RFID γίνεται ολοένα και πιο προηγμένη, οι καταναλωτές μπορεί τελικά να χάσουν κάθε δυνατότητα να αποφύγουν προϊόντα στα οποία εμφυτεύονται τσιπς. Ερευνητές, έχουν αναπτύξει πολύ μικρά σφαιρίδια γραμμικού κώδικα που είναι αόρατα από το ανθρώπινο μάτι. Τα μικροσκοπικά σφαιρίδια μπορούν να

ενσωματωθούν σε μελάνια για τον εντοπισμό χαρτονομισμάτων και άλλων εγγράφων, ή ακόμη και να συνδεθούν με μόρια DNA.

Μπορούν επίσης να προστίθενται σε ουσίες, όπως χρώματα αυτοκινήτων, εκρηκτικές ύλες, ή άλλα προϊόντα που οι υπεύθυνοι επιβολής του νόμου ή οι λιανοπωλητές, διατηρούν έντονο ενδιαφέρον για την παρακολούθησή τους. Οι ερευνητές ισχυρίζονται ότι η τεχνολογία για τις παραπάνω εφαρμογές θα μπορούσε να είναι έτοιμη για εμπορική χρήση σε τρία έως έξι έτη από σήμερα.

Οι "εχθροί" της χρήσης της τεχνολογίας RFID για τον εντοπισμό αγαθών και προσώπων, έχουν προτείνει μέτρα για την παρεμπόδιση της «αμείλικτης συλλογής πληροφοριών», που ποικίλουν, από την απενεργοποίηση των ετικετών μέσω σύνθλιψης ή διάτρησής τους, έως το απλό μπουκοτάζ προϊόντων των εταιρειών που χρησιμοποιούν ή σχεδιάζουν την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID.

Ένας τρόπος για να καταστραφούν οι ετικέτες τους, είναι να τοποθετηθούν σε φούρνο μικροκυμάτων για μερικά δευτερόλεπτα. Μια άλλη μέθοδος είναι να παρεμποδίζεται η συγκέντρωση πληροφοριών από τους αναγνώστες με τη χρήση RFID tag blocker. Οι tag-blockers όταν μεταφέρονται από έναν καταναλωτή, εμποδίζουν τους αναγνώστες λόγω της προσομοίωσης πολλών απλών ετικετών RFID ταυτόχρονα. Blocker ετικέτες μπορούν επίσης να μπλοκάρουν επιλεκτικά, μόνο μέσω προσομοίωσης συγκεκριμένου κωδικού ID, όπως αυτοί που εκδίδονται από ένα συγκεκριμένο κατασκευαστή.

5.6 Ζητήματα Ιδιωτικότητας

Σύμφωνα με την Γαλλική Αρχή Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων, κρίνεται σκόπιμο να επισημανθούν οι τέσσερις «παγίδες» που μπορούν να μειώσουν τις βασικές αρνητικές επιπτώσεις της τεχνολογίας RFID στο χώρο της ιδιωτικής ζωής του ατόμου, που περιλαμβάνει και το δικαίωμα του καθενός στην ανωνυμία:

ο Η παγίδα ότι τα δεδομένα που αποθηκεύονται συνήθως στις ετικέτες είναι χωρίς σημασία (τι σημασία έχει ο σειριακός αριθμός ενός κουτιού με χυμό;)

ο Η παγίδα ότι οι ετικέτες τοποθετούνται κυρίως σε πράγματα και όχι σε ανθρώπους

ο Η παγίδα ότι τα κέντρα της τεχνολογικής έρευνας για τις εφαρμογές RFID είναι στις Η.Π.Α., όπου το επίπεδο σχετικής προστασίας των πολιτών δεν είναι τόσο υψηλό όσο στην Ευρώπη

ο Η παγίδα της αόρατης παρουσίας και αυτόματης ενεργοποίησης του συστήματος RFID, με αποτέλεσμα ο πολίτης να μην αντιλαμβάνεται την επεξεργασία των πληροφοριών που τον αφορούν.

Πρόκειται πραγματικά για παγίδες διότι :

□ Στην πρώτη περίπτωση αγνοείται το γεγονός της δυνατότητας οποιουδήποτε, να αποκομίσει πλήθος πληροφοριών για ένα πρόσωπο, από διασταυρούμενη συγκέντρωση και ανάλυση όλων των ετικετών που φέρει το συγκεκριμένο πρόσωπο.

□ Στη δεύτερη περίπτωση παραβλέπεται ότι δεν αποκλείεται η εξάπλωση της χρήσης των ετικετών και πάνω στον άνθρωπο, δηλ. για το δικαίωμα

του ατόμου να καθορίζει ποιος, τι, από πού και για ποιο σκοπό θα πληροφορείται κάποιος γι' αυτόν.

□ Στην τρίτη περίπτωση δεν λαμβάνεται υπόψη ότι, με την ραγδαία παγκοσμιοποίηση, η χρήση της τεχνολογίας RFID θα επεκταθεί και στην Ευρώπη, χωρίς να προλάβει να περιβληθεί με τα υψηλά πρότυπα της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για την προστασία των προσωπικών δεδομένων.

□ Στην τέταρτη περίπτωση είναι φανερό ότι η αόρατη παρουσία και ενεργοποίηση του συστήματος RFID συνεπάγεται την έλλειψη ατομικής εγγήγορης του προσώπου, που, εν αγνοία του, γίνεται επεξεργασία των προσωπικών του δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΦΑΡΜΟΦΕΣ ΤΟΥ ΙΟΤ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

6.1 Γενικά

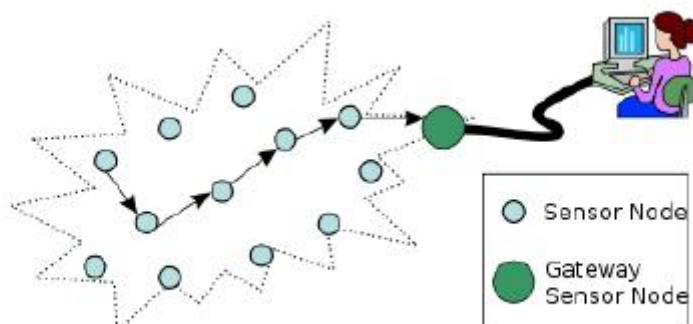
Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks) είναι ολοκληρωμένα συστήματα συλλογής, μετάδοσης και επεξεργασίας πληροφοριών. Βασικό χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι είναι λειτουργικά ανεξάρτητοι και ενεργειακά αυτόνομοι κόμβοι αισθητήρων, οι οποίοι τοποθετούνται (διασπείρονται) σε μια γεωγραφική περιοχή (περιορισμένης ή ευρείας έκτασης) με στόχο να μεταδώσουν πληροφορίες προς μια Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας.

Ο σχεδιασμός ενός Ασύρματου Δικτύου Αισθητήρων στηρίζεται στις δύο βασικές αρχές λειτουργίας του: τη δυνατότητα για περιοδική λήψη δεδομένων και τη δυνατότητα για εντοπισμό συμβάντων που χρίζουν άμεσης αντίδρασης/αντιμετώπισης.

Η σημαντικότητα και η προτεραιοποίηση των αρχών αυτών καθορίζεται από το είδος και τις ιδιαίτερες ανάγκες της εκάστοτε εφαρμογής. Όταν η εφαρμογή απαιτεί την περιοδική λήψη δεδομένων, πιθανές έκτακτες καθυστερήσεις στην αποστολή των στοιχείων δεν παίζουν σημαντικό ρόλο, άρα το δίκτυο μπορεί να σχεδιαστεί με προτεραιότητα την αύξηση του χρόνου ζωής. Όταν η εφαρμογή είναι προσανατολισμένη στον εντοπισμό επειγόντων συμβάντων, το δίκτυο οφείλει να στοχεύει στην

αποστολή δεδομένων αμέσως χωρίς να λαμβάνει σημαντικά υπόψη το κόστος λειτουργίας.²⁷

Ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων αποτελείται από πολλούς κόμβους, όπου ο καθένας από αυτούς συνδέεται σε έναν ή περισσότερους αισθητήρες. Κάθε τέτοιος κόμβος του δικτύου έχει χαρακτηριστικά κάποια συγκεκριμένα κομμάτια: ένα ραδιοπομποδέκτη με μια εσωτερική κεραία ή μια σύνδεση με μια εξωτερική κεραία, ένα μικροελεγκτή, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα για τη διασύνδεση με τους αισθητήρες και μια πηγή ενέργειας, συνήθως μια μπαταρία. Οι περιορισμοί σε μέγεθος και κόστος έχουν ως αποτέλεσμα αντίστοιχους περιορισμούς σε πόρους όπως ενέργεια, μνήμη, υπολογιστική ταχύτητα και στο εύρος ζώνης των επικοινωνιών.²⁸



Εικόνα 1: Παράδειγμα δικτύου ασύρματων αισθητήρων

6.2 Χαρακτηριστικά Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων

Προσανατολισμός στην Εφαρμογή (Application Specific): Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων σχεδιάζονται με βάση τις εξειδικευμένες

²⁷ <http://www.webvistas.org/topic/1940-wireless-sensor-networks>

²⁸ http://el.wikipedia.org/wiki/Ασύρματο_δίκτυο_αισθητήρων

ανάγκες και απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής. Σπανίως ένα Δίκτυο το οποίο έχει υλοποιηθεί για μία συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί (χωρίς προσαρμογές) σε κάποια άλλη εφαρμογή. Για παράδειγμα, ένα δίκτυο από αισθητήρες που έχουν ενταχθεί στην κεντρική θέρμανση ενός κτιρίου ρυθμίζοντας τη μέγιστη επιμέρους θερμοκρασία των ορόφων, στηρίζεται σε εντελώς διαφορετικές αρχές σχεδιασμού από ένα στατικό δίκτυο αισθητήρων που μετρούν το ύψος της βροχόπτωσης μιας γεωγραφικής περιοχής.

Κλίμακα Μεγέθους: Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων μπορούν να είναι όσο εκτενή ή όσο περιορισμένα απαιτεί η εφαρμογή, αποτελούμενα από μερικές δεκάδες έως και αρκετές εκατοντάδες αισθητήρες. Τόσο η αρχιτεκτονική όσο και τα δικτυακά πρωτόκολλα θα πρέπει να είναι σε θέση να διαχειριστούν τέτοια μεγέθη.

Αυτορρύθμιση (Self-Configurability) και Ανοχή Σφαλμάτων (Fault Tolerance): Τα δίκτυα λειτουργούν με αλγορίθμους ικανούς να ρυθμίσουν την τοπολογία τους τη στιγμή της εγκατάστασης, αλλά και να διαχειριστούν τυχόν μελλοντικές ανάγκες για μεταβολές σε αυτή: χρησιμοποιούν αλγορίθμους ικανούς να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο της απώλειας αισθητήρων (π.χ. λόγω φθοράς ή και κλοπής) με τρόπο ώστε να μη διαταράσσεται η συνολική σταθερότητα λειτουργίας τους. Η συνολική κατάσταση του Δικτύου ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Χρόνος Ζωής: Όταν πρόκειται για δίκτυα αποτελούμενα από αισθητήρες οι οποίοι τροφοδοτούνται από ηλεκτρικά στοιχεία (π.χ. μπαταρίες), ο χρόνος ζωής τους είναι άμεσα συνυφασμένος με το χρόνο ζωής των πηγών ενέργειας των αισθητήρων. Σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της

βιωσιμότητας ενός δικτύου για μεγάλο χρονικό διάστημα παίζει ο προσεκτικός σχεδιασμός γύρω από τη διαχείριση της ενέργειας η οποία απαιτείται για τη λειτουργία του κάθε αισθητήρα. Η σχέση ανάμεσα στην ποιότητα λειτουργίας και την απαιτούμενη τροφοδοσία των αισθητήρων είναι αντιστρόφως ανάλογη: ξοδεύοντας περισσότερη ενέργεια, επιτυγχάνουμε μεν καλύτερη απόδοση αλλά το δίκτυο έχει μικρότερο συνολικό χρόνο ζωής. Ακριβώς επειδή τα δίκτυα αυτά σχεδιάζονται με τρόπο ώστε να εξυπηρετήσουν συγκεκριμένες ανάγκες, ο τρόπος εξισορρόπησης της σχέσης ποιότητας-ενέργειας εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής.

Αυτόνομη Λειτουργία και Προγραμματισμός: Κάθε ένας από τους αισθητήρες πρέπει να είναι σε θέση να λάβει αποφάσεις για τη διατήρηση της εύρυθμης λειτουργίας του δικτύου και χωρίς την παρέμβαση του χρήστη, (π.χ. αυξομειώνοντας τη συχνότητα δειγματοληψίας) αλλά και να δεχθεί επαναπρογραμματισμό (π.χ. σε περίπτωση που αλλάξει η στρατηγική χρήσης του δικτύου).

Απλότητα Σχεδιασμού: Με δεδομένο ότι οι αισθητήρες διαθέτουν περιορισμένους πόρους λειτουργίας, δεν υπάρχει η δυνατότητα να υποστηριχθεί ιδιαίτερος υψηλή πολυπλοκότητα, ούτε σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος ούτε σε επίπεδο αλγορίθμου λειτουργίας του δικτύου.

Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of Service): Σε τέτοια δίκτυα η έννοια της ποιότητας υπηρεσιών μπορεί να διαφέρει σημαντικά από τα συνήθη πρότυπα των Ad Hoc δικτύων. Για παράδειγμα, σε ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων, θα μπορούσε να μην παίζει τόσο σημαντικό ρόλο η

ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων όσο η αξιόπιστη μετάδοση του συνόλου χωρίς απώλειες, αποφεύγοντας τις επανεκπομπές.

Για να καλυφθούν οι παραπάνω απαιτήσεις έχουν αναπτυχθεί νέοι τρόποι ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ των δομικών στοιχείων (κόμβων) του δικτύου. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι:

Επικοινωνία Πολλαπλών Βημάτων (Multi-Hop): Οι ενδιάμεσοι κόμβοι του δικτύου λειτουργούν ως «προωθητές» μηνυμάτων. Ένα τέτοιο είδος επικοινωνίας είναι χρήσιμο όταν η απευθείας σύνδεση δύο κόμβων είναι ανέφικτη (ή κρίνεται ασύμφορη, λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας μετάδοσης).

Δεδομένο-κεντρική Επικοινωνία (Data-Centric): Αισθητήρες οι οποίοι πραγματοποιούν μετρήσεις του ίδιου φυσικού μεγέθους, μπορούν να ομαδοποιηθούν από την Κεντρική Μονάδα Παρακολούθησης βάσει του φαινομένου παρακολούθησης (και όχι π.χ. βάσει της διεύθυνσης IP).

Συνάθροιση Δεδομένων (Data Aggregation): Αισθητήρες οι οποίοι πραγματοποιούν μετρήσεις του ίδιου φυσικού μεγέθους, υπάρχει η δυνατότητα να μεταδώσουν προς την Κεντρική Μονάδα Παρακολούθησης πλεονάζοντα (ή επικαλυπτόμενα) στοιχεία. Η «περιττή» πληροφορία εξαλείφεται ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια και να βελτιωθεί ο συνολικός ρυθμός απόκρισης του δικτύου.²⁹

6.3 Πρότυπα Επικοινωνίας

Παρακάτω γίνεται μία αναφορά στα γνωστότερα πρότυπα επικοινωνίας που σχετίζονται με τα ασύρματα δίκτυα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο πρότυπο ZigBee.

²⁹ <http://www.webvistas.org/topic/1940-wireless-sensor-networks>

6.3.1 IEEE 802.15.4

Το πρωτόκολλο IEEE 802.15.4 προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά του φυσικού επιπέδου (PHY) και του υπό-επιπέδου Ελέγχου Προσπέλασης στο Μέσο Μετάδοσης MAC (Media Access Control) για ασύρματη, χαμηλής ροής και περιορισμένης εμβέλειας επικοινωνία μεταξύ σχετικά απλών συσκευών, που καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια και τυπικά λειτουργούν σε ένα προσωπικό χώρο λειτουργίας (Personal Operating Space, POS). Είναι σχεδιασμένο συνεπώς για Low Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPAN) πλεονέκτημα των οποίων συνιστά η ευκολία στην εγκατάσταση, η αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων, η λειτουργία περιορισμένης έκτασης, το χαμηλό κόστος και η λογική διάρκεια ζωής της μπαταρίας, ενώ διατηρούν παράλληλα μια απλή και εύελικτη στοίβα πρωτοκόλλων. Οι ασύρματες ζεύξεις υπό το πρότυπο 802.15.4 μπορούν να λειτουργήσουν σε τρεις ISM (Industrial Scientific Medical) ζώνες συχνοτήτων, με ρυθμούς δεδομένων 250kbps στη ζώνη των 2.4 GHz, 40kbps στη ζώνη των 915 MHz και 20 kbps στη ζώνη των 868 MHz. Στο πρωτόκολλο 802.15.4 εκχωρούνται συνολικά 27 κανάλια, με 16 κανάλια στη ζώνη των 2.4 GHz, 10 κανάλια στη ζώνη των 915 MHz και 1 κανάλι στη ζώνη των 868 MHz.³⁰

Το IEEE802.15.4 είναι η βάση για τα πρότυπα ZigBee, ISA100.11a και WirelessHART που περιγράφονται παρακάτω. Κάθε ένα από αυτά τα πρότυπα επεκτείνει το IEEE 802.15.4 υλοποιώντας τα πάνω layers τα οποία δεν καθορίζονται σε αυτό.

³⁰ <http://www.webvistas.org/topic/1940-wireless-sensor-networks>

6.3.2 WirelessHART

Το WirelessHART Standard είναι η ασύρματη εκδοχή του πρωτοκόλλου HART. Είναι πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας για μετρήσεις διεργασιών και εφαρμογές έλεγχου, στηρίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4 για λειτουργία χαμηλής ισχύος 2.4GHz και είναι συμβατό με όλες τις υπάρχουσες συσκευές, εργαλεία και συστήματα. Διαθέτει αξιοπιστία, ασφάλεια και ενεργειακή αποδοτικότητα.

Το πρωτόκολλο HART για έξυπνες δικτυακές συσκευές πεδίου υπάρχει από τα τέλη της δεκαετίας του '80. Το WirelessHART κυκλοφόρησε μαζί με το HART 7 το 2007. Το WirelessHART κάνει πιο εύκολη και φθηνή τη χρήση των τεχνολογιών HART οι οποίες είχαν ήδη αναπτυχθεί.

Το HART περιλαμβάνει πέντε επίπεδα του μοντέλου OSI: το φυσικό επίπεδο, το επίπεδο ζεύξης δεδομένων, το επίπεδο δικτύου, το επίπεδο μεταφοράς και το επίπεδο εφαρμογής. Η κύρια διαφορά ανάμεσα στην ενσύρματη και την ασύρματη έκδοση του HART είναι στο φυσικό, το δικτύου και το επίπεδο ζεύξης δεδομένων, συγκεκριμένα το ενσύρματο δεν έχει καθόλου επίπεδο δικτύου. Παρακάτω αναλύονται περισσότερο τα επίπεδα του WirelessHART.

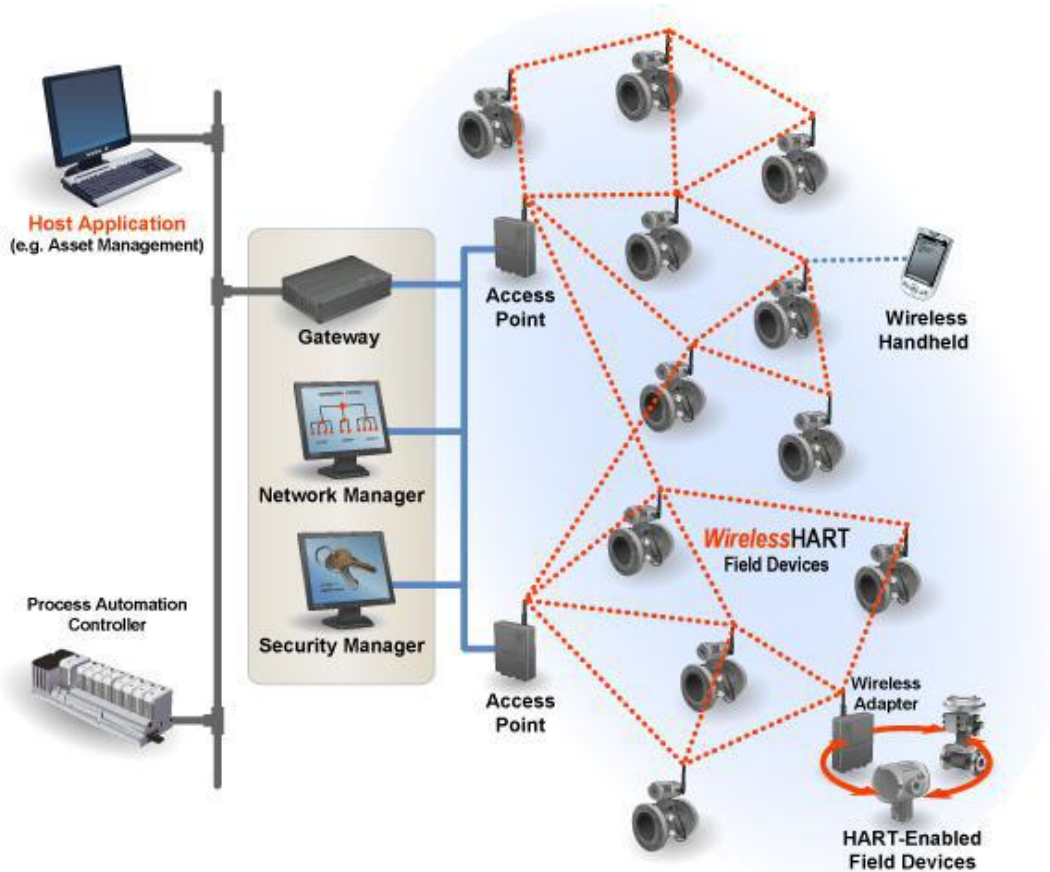
□ **Φυσικό επίπεδο:** Το φυσικό επίπεδο προέρχεται από το πρωτόκολλο IEEE 802.15.4. Ουσιαστικά αποτελεί ένα υποσύνολο αυτού με κάποιες μετατροπές. Λειτουργεί μόνο στις συχνότητες που καθορίζονται από το IEEE 802.15.4 – στα 2450MHz της ζώνης ISM (Industrial, Scientific, Medical). Το φυσικό επίπεδο χρησιμοποιεί 15

κανάλια της ζώνης τα οποία το επίπεδο ζεύξης δεδομένων εκμεταλλεύεται για να αυξήσει την αξιοπιστία.

□ **Επίπεδο ζεύξης δεδομένων:** Το επίπεδο ζεύξης δεδομένων κάνει χρήση superframes και της τεχνολογίας TDMA (Time Dimension Multiple Access) για να προσφέρει επικοινωνία χωρίς collisions. Τα superframes χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν το συγχρονισμό των μεταδόσεων εξασφαλίζοντας αξιόπιστη επικοινωνία και μείωση των collisions.

□ **Επίπεδα Δικτύου και Μεταφοράς:** Τα επίπεδα δικτύου και μεταφοράς συνεργάζονται για να χειριστούν διάφορους τύπους κίνησης, δρομολόγησης, δημιουργίας session και ασφάλειας. Το WirelessHART εγκαθιδρύει ένα δίκτυο mesh το οποίο απαιτεί κάθε συσκευή να είναι ικανή να προωθήσει πακέτα σε άλλες συσκευές. Στην πραγματικότητα οι λειτουργίες του επιπέδου δικτύου είναι ένας συνδυασμός των επιπέδων δικτύου-μεταφοράς-συνόδου που χειρίζονται όλες τις λειτουργίες που απαιτούνται από το πρωτόκολλο σε αυτά τα τρία επίπεδα του μοντέλου OSI.

□ **Επίπεδο Εφαρμογής:** Το επίπεδο εφαρμογής χειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ του gateway και των συσκευών μέσω μιας σειράς εντολών και αποκρίσεων. Αυτό το επίπεδο παίρνει την εντολή από ένα μήνυμα, την εκτελεί και παράγει μία απόκριση. Σε αυτό το επίπεδο ουσιαστικά δεν υπάρχει καμία διαφορά ανάμεσα στο ενσύρματο πρωτόκολλο HART και στο WirelessHART.



Εικόνα 2: Παράδειγμα WirelessHart Δικτύου

6.3.3 ISA100.11a

Το πρότυπο ISA100.11a βασίζεται στο IEEE 802.15.4 και είναι σχεδιασμένο για βιομηχανικούς αυτοματισμούς. Το πρότυπο αυτό προσφέρει εξαιρετική διάρκεια μπαταρίας. Μικρές καθυστερήσεις, interoperability (ικανότητα συστημάτων να δουλεύουν μαζί), επεκτασιμότητα και γενικά είναι σχεδιασμένο για εύκολη χρήση και ανάπτυξη. Το ISA100.11a βασίζεται στο μοντέλο OSI και έχει πέντε επίπεδα: φυσικό επίπεδο, επίπεδο ζεύξης δεδομένων, επίπεδο δικτύου, επίπεδο μεταφοράς και επίπεδο εφαρμογής.

□ **Φυσικό επίπεδο:** Το φυσικό επίπεδο βασίζεται στο IEEE802.15.4 στα 2,4 GHz.

□ **Επίπεδο Ζεύξης Δεδομένων:** Το επίπεδο αυτό παρέχει στήριξη για τη δημιουργία, τη συντήρηση και την προώθηση πακέτων, λειτουργίες που χρειάζονται στους ασύρματους αισθητήρες. Στο μοντέλο OSI, το επίπεδο ζεύξης δεδομένων είναι ανάμεσα στο φυσικό και στο δικτύου. Καθορίζει την δομή των πακέτων, την πλαισίωση, τον εντοπισμό σφαλμάτων και την διαιτησία του διαύλου. Στο ISA100 το επίπεδο ζεύξης δεδομένων επεκτάθηκε για να περιλάβει παραπάνω λειτουργίες όπως προώθηση μηνυμάτων, εντοπισμό και επανάκτηση χαμένων μηνυμάτων και συγχρονισμό ρολογιού.

□ **Επίπεδο Δικτύου:** Το επίπεδο δικτύου χρησιμοποιεί το 6LoWPAN. Κάνει χρήση του IPv6 για δρομολόγηση end-to-end.

□ **Επίπεδο Μεταφοράς:** Το επίπεδο μεταφοράς προσφέρει μία ασυνδεδεσμένη υπηρεσία βασισμένη στο UDP με έναν βελτιωμένο έλεγχο ακεραιότητας μηνυμάτων και ασφάλεια end-to-end.

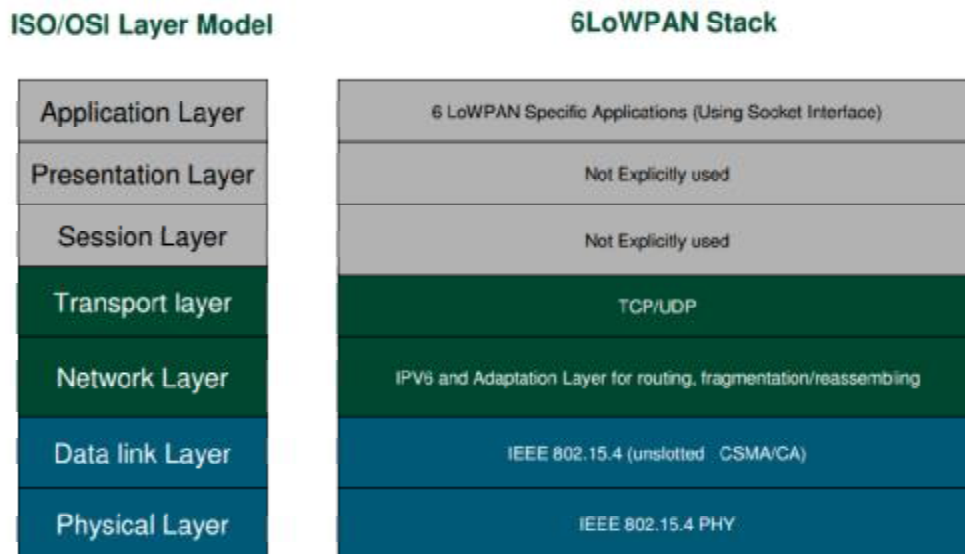
□ **Επίπεδο Εφαρμογής:** Το ISA100.11a καθορίζει μόνο ένα σύνολο υπηρεσιών για εφαρμογές χρηστών και όχι μία εφαρμογή για αυτοματισμό διεργασιών. Μόνο η εφαρμογή διαχείρισης συστήματος είναι καθορισμένη.

6.3.4 6LoWPAN

Το 6LoWPAN προέκυψε από την ιδέα ότι «το πρωτόκολλο του Internet μπορεί και πρέπει να εφαρμόζεται ακόμα και στις μικρότερες συσκευές» και ότι οι συσκευές χαμηλής ενέργειας με περιορισμένες επεξεργαστικές

δυνατότητες θα πρέπει να είναι σε θέση να συμμετέχουν στο Internet Of Things.

Η ομάδα του 6LoWPAN έχει καθορίσει μηχανισμούς ενθυλάκωσης και συμπίεσης των κεφαλίδων που επιτρέπουν στα IPv6 πακέτα να στέλνονται και να λαμβάνονται από δίκτυα βασισμένα στο IEEE 802.15.4. Αυτό γίνεται με την ενσωμάτωση ενός επιπέδου προσαρμογής πάνω από το επίπεδο ζεύξης δεδομένων του IEEE 802.15.4 το οποίο παρέχει την δυνατότητα TCP/IP επικοινωνίας πάνω από αυτό το επίπεδο προσαρμογής. Τα IPv4 και IPv6 αναλαμβάνουν την παράδοση των δεδομένων για τα τοπικά, τα μητροπολιτικά και τα δίκτυα ευρείας περιοχής, όπως το Internet.³¹



Εικόνα 3: Τα επίπεδα του 6LoWPAN

³¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/6LoWPAN>

6.3.5 ZigBee

Το ZigBee είναι μία από τις πιο νέες τεχνολογίες στο χώρο των ασύρματων δικτύων προσωπικού χώρου (WPANs). Προήλθε από τη συνεργασία της εταιρίας ZigBee Alliance με την επιτροπή IEEE 802.15.4 και παρέχει τη δυνατότητα για συνδέσεις συσκευών με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης, χαμηλό κόστος και χαμηλή κατανάλωσης ισχύος.

Το ZigBee είναι μια ασύρματη τεχνολογία που αναπτύσσεται ως ανοικτά σφαιρικά πρότυπα για να καλύψει τις μοναδικές ανάγκες των χαμηλού κόστους, χαμηλής ισχύος, ασύρματων δικτύων αισθητήρων. Συγκεκριμένα το ZigBee είναι το όνομα μιας προδιαγραφής για μια ακολουθία υψηλού επιπέδου πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιούν οι μικροί, χαμηλής ισχύος ψηφιακοί δεκτές βασισμένοι στο 802.15.4 πρότυπο της IEEE για τα ασύρματα προσωπικά τοπικά δίκτυα(WPAN), όπως για παράδειγμα τα ασύρματα ακουστικά που συνδέονται με τα κινητά τηλέφωνα. Η τεχνολογία προορίζεται να είναι απλούστερη και φτηνότερη από άλλα ασύρματα προσωπικά, τοπικά δίκτυα (WPAN), όπως το Bluetooth. Το ZigBee στοχεύει στις εφαρμογές ραδιοσυχνότητας (RF) που απαιτούν ένα χαμηλό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων, μεγάλη ζωή μπαταριών, και εξασφαλισμένη δικτύωση. Τα πρότυπα εκμεταλλεύονται πλήρως το 802.15.4 πρότυπο της IEEE και λειτουργούν στις χωρίς άδεια ζώνες παγκοσμίως στις ακόλουθες συχνότητες: 2.400-2.484 GHz, 902-928 MHz και 868.0-868.6 MHz.³²

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ZigBee είναι:

- Χαμηλός κύκλος καθήκοντων - παρέχει μακρά ζωή μπαταριών

³² <http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=zigbee:zigbee>

- Χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση
- Υποστηρίζει πολλές τοπολογίες δικτύων
- Άμεσο απλωμένο φάσμα ακολουθίας (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum)
- Μέχρι 65.000 κόμβοι σε ένα δίκτυο
- Κρυπτογράφηση - παρέχει ασφαλείς συνδέσεις μεταξύ των συσκευών
- Αποφυγή collisions
- Ποιοτική ένδειξη συνδέσεων
- Σαφής αξιολόγηση των καναλιών

Η στοίβα πρωτοκόλλων του ZigBee αποτελείται από 4 επίπεδα. Κάθε επίπεδο εκτελεί ένα συγκεκριμένο σύνολο λειτουργιών και παρέχει τις υπηρεσίες του στο ανώτερο επίπεδο μέσω μιας διεπαφής που ονομάζεται σημείο πρόσβασης υπηρεσιών (service access point, SAP). Τα 4 επίπεδα της στοίβας πρωτοκόλλων του ZigBee είναι τα παρακάτω:

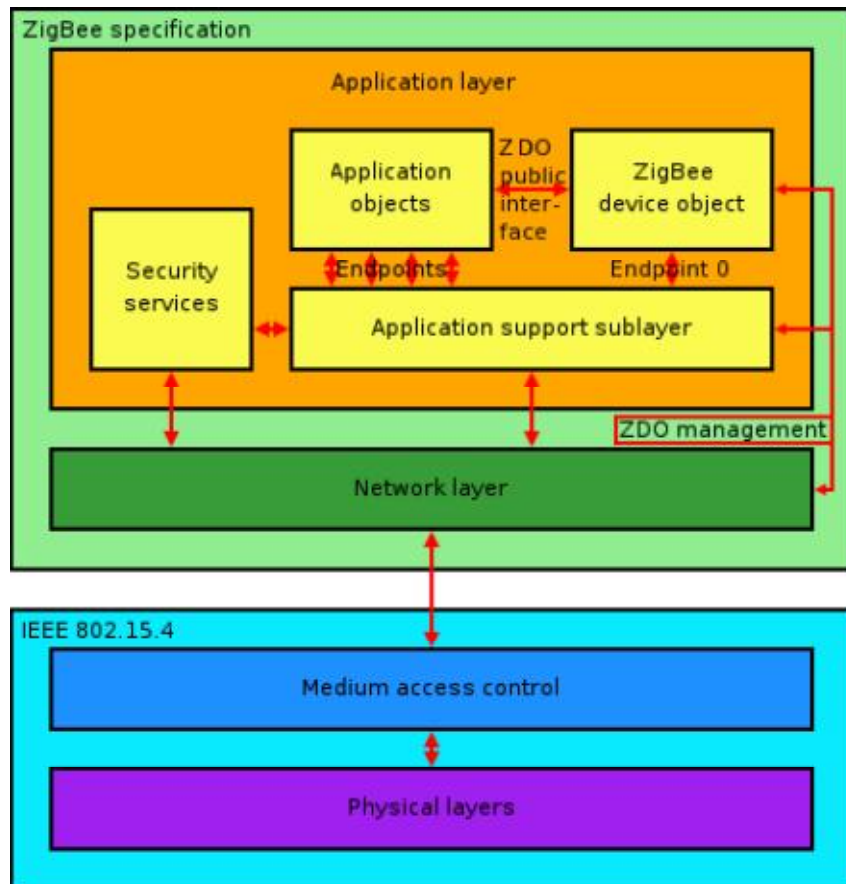
- Το **φυσικό επίπεδο** (Physical layer, PHY). Είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του πομποδέκτη, μετάδοση και λήψη δεδομένων, ανίχνευση ενέργειας στο κανάλι, εκτίμηση της κατάστασης των καναλιών για την πολλαπλή πρόσβαση με ανίχνευση φέροντος και με αποφυγή συγκρούσεων (CSMA-CA) και τη μέτρηση της ποιότητας των λαμβανομένων πακέτων.
- Το **επίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο** (Medium access control layer, MAC). Παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς δεδομένων και διαχείρισης.

Είναι υπεύθυνο για την πρόσβαση στο κανάλι, για τη διαχείριση των χρονοσχισμών και για την παροχή μιας αξιόπιστης σύνδεσης μεταξύ δύο επιπέδων MAC. Επιπρόσθετα παρέχει τα μέσα για την εφαρμογή διαφόρων μηχανισμών ασφάλειας.

□ Το **επίπεδο δικτύου** (Network layer, NWK). Είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία του δικτύου, για την είσοδο και την έξοδο μία συσκευής από ένα δίκτυο, για την ασφάλεια και για τη δρομολόγηση των μεταδιδόμενων πακέτων.

□ Το **επίπεδο εφαρμογών** (Application layer, APL). Περιλαμβάνει το υποεπίπεδο υποστήριξης εφαρμογών (Application support sublayer, APS), το πλαίσιο εφαρμογών (Application framework, AF), τα αντικείμενα συσκευής ZigBee (ZigBee Device Objects, ZDO) και τις καθορισμένες από τον κατασκευαστή εφαρμογές. Το υποεπίπεδο APS είναι υπεύθυνο για τη σύνδεση δύο συσκευών βάση των αναγκών και των υπηρεσιών τους και για την αποστολή δεδομένων μεταξύ τους. Τα ZDO είναι αυτά που καθορίζουν το ρόλο της κάθε συσκευής στο δίκτυο και το επίπεδο ασφάλειας. Επίσης συμβάλλουν στην ανίχνευση των συσκευών σε ένα δίκτυο και στον προσδιορισμό των υπηρεσιών που αυτές παρέχουν. Το πλαίσιο εφαρμογών είναι το περιβάλλον στο οποίο φιλοξενούνται οι εφαρμογές μέσα σε μία συσκευή ZigBee.³³

³³ http://el.wikipedia.org/wiki/Ασύρματο_δίκτυο_αισθητήρων



Εικόνα 4: ZigBee Protocol Stack

6.4 Εφαρμογές Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων

Παρακολούθηση περιοχής

Η παρακολούθηση περιοχής είναι μια κοινή εφαρμογή των αισθητηριακών δικτύων. Στην παρακολούθηση περιοχής, το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων έχει αναπτυχθεί σε μια περιοχή όπου κάποιο φαινόμενο πρέπει να παρακολουθηθεί. Ένα παράδειγμα από τον στρατό είναι η χρήση των αισθητήρων ώστε να ανιχνευθεί η εχθρική εισβολή. Ένα πολιτικό παράδειγμα είναι η γεωπερίφραξη του φυσικού αερίου ή στους αγωγούς πετρελαίου .

Περιβαλλοντική / γεωσκόπηση

Ο όρος Περιβαλλοντικά Δίκτυα Αισθητήρων έχει εξελιχθεί για να καλύψει πολλές εφαρμογές των ασύρματων δικτύων αισθητήρων για την έρευνα της γεωλογίας. Αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση με αισθητήρες ηφαιστειών, ωκεανών, παγετώνων, δασών κτλ. Ορισμένοι από τους κύριους τομείς αναφέρονται παρακάτω.

Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα

Ο βαθμός ρύπανσης του αέρα πρέπει να μετράται συχνά προκειμένου να προστατευθεί ο άνθρωπος και το περιβάλλον από κάθε είδους ζημιά που οφείλεται στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε επικίνδυνο περιβάλλον, η παρακολούθηση των επιβλαβών αερίων σε πραγματικό χρόνο είναι μια ανυσηχητική διαδικασία γιατί ο καιρός μπορεί να αλλάξει με σοβαρές επιπτώσεις με άμεσο τρόπο. Ευτυχώς, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν ξεκινήσει να παράγουν συγκεκριμένες λύσεις για τους ανθρώπους.

Εσωτερικός έλεγχος

Για την παρακολούθηση των επίπεδων του φυσικού αερίου σε ευάλωτες περιοχές απαιτείτε η χρήση εξειδικευμένου, σύγχρονου εξοπλισμού, ικανού να ικανοποιήσει τους βιομηχανικούς κανονισμούς. Οι ασύρματες εσωτερικές λύσεις παρακολούθησης διευκολύνουν την συνεχή ενημέρωση μεγάλων περιοχών καθώς και την εξασφάλιση της ακριβούς συγκέντρωσης αερίου.

Εξωτερικός έλεγχος

Ο εξωτερικός έλεγχος της ποιότητας του αέρα χρειάζεται την χρήση ακριβών ασύρματων αισθητήρων, ανθεκτικά στην βροχή και στον άνεμο,

καθώς και μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας για να βεβαιωθεί η επάρκεια ενέργειας στο μηχάνημα που θα έχει πιθανόν δύσκολη πρόσβαση.

Παρακολούθηση της ρύπανσης του αέρα

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί σε διάφορες πόλεις (Στοκχόλμη, Λονδίνο και Μπρισμπείν) για την παρακολούθηση της συγκέντρωσης των επικίνδυνων αερίων για τους πολίτες. Αυτά μπορούν να επωφεληθούν από τις ασύματες ζεύξεις ad-hoc και όχι από τις ενσύρματες εγκαταστάσεις που επίσης τα κάνουν πιο ευκίνητα για δοκιμαστικές μετρήσεις σε διάφορες περιοχές. Υπάρχουν διάφορες αρχιτεκτονικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τέτοιες εφαρμογές, καθώς και διάφορα είδη ανάλυσης δεδομένων και εξόρυξης δεδομένων που μπορούν να διεξαχθούν.

Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών

Ένα δίκτυο αισθητήριων κόμβων μπορεί να εγκατασταθεί σε ένα δάσος για να ανιχνεύει πότε έχει εκδηλωθεί πυρκαγιά. Οι κόμβοι μπορούν να είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, την υγρασία και τα αέρια που παράγονται από φωτιά στα δέντρα ή τη βλάστηση. Η έγκαιρη ανίχνευση είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή δράση των πυροσβεστών, χάρη στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, η πυροσβεστική θα είναι σε θέση να γνωρίζει πότε μια πυρκαγιά ξεκίνησε και πώς εξαπλώνεται.

Ανίχνευση κατολισθήσεων

Ένα σύστημα ανίχνευσης κατολίσθησης κάνει χρήση ενός ασύρματου δικτύου αισθητήρων για να ανιχνεύσει τις μικρές κινήσεις του εδάφους και αλλαγές στις διάφορες παραμέτρους που μπορεί να συμβούν πριν ή κατά τη διάρκεια μιας κατολίσθησης. Μέσα από τα δεδομένα που συλλέγονται μπορεί να είναι δυνατόν να γνωρίζουμε την εμφάνιση των κατολισθήσεων πολύ πριν αυτό συμβεί στην πραγματικότητα.

Παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων

Η παρακολούθηση της ποιότητας του νερού περιλαμβάνει την ανάλυση των ιδιοτήτων του νερού σεφράγματα, ποτάμια, λίμνες και ωκεανούς, καθώς και τα υπόγεια αποθέματα νερού. Η χρήση πολλών ασύρματων αισθητήρων που διανέμοντε επιτρέπει τη δημιουργία μιας πιο ακριβούς εικόνας της κατάστασης των υδάτων, και επιτρέπει τη μόνιμη εγκατάσταση σταθμών παρακολούθησης σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση, χωρίς την ανάγκη του εγχειριδίου ανάκτησης δεδομένων.

Πρόληψη φυσικών καταστροφών

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να ενεργήσουν αποτελεσματικά για να αποτραπούν οι συνέπειες των φυσικών καταστροφών, όπως οι πλημμύρες. Ασύρματοι κόμβοι έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία σε ποτάμια όπου οι μεταβολές της στάθμης του νερού θα πρέπει να παρακολουθείτε σε πραγματικό χρόνο.

Βιομηχανική παρακολούθηση

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί για την βασική συντήρηση των μηχανημάτων (Condition-Based Maintenance - CBM), δεδομένου ότι προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση κόστους και

επιτρέπουν νέες λειτουργίες. Σε ενσύρματα συστήματα, η εγκατάσταση των αισθητήρων συχνά περιορίζεται από το κόστος της καλωδίωσης. Προηγουμένως απρόσιτες περιοχές, περιστρεφόμενα μηχανήματα, επικίνδυνες ή ζώνες περιορισμένης πρόσβασης και τα κινητά περιουσιακά στοιχεία μπορούν πλέον να επιτευχθούν με ασύρματους αισθητήρες.

Καταγραφή δεδομένων

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων χρησιμοποιούνται επίσης για τη συλλογή δεδομένων για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών πληροφοριών, αυτό μπορεί να είναι τόσο απλό όσο η παρακολούθηση της θερμοκρασίας σε ένα ψυγείο η περίπλοκο όσο η παρακολούθηση του επιπέδου του νερού σε δεξαμενές υπερχείλισης σε πυρηνικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Οι στατιστικές πληροφορίες μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν πώς τα συστήματα λειτουργούσαν. Το πλεονέκτημα των Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων έναντι των συμβατικών καταγραφών είναι η «ζωντανή» τροφοί δεδομένων που έχουν σαν δυνατότητα.

Βιομηχανική λογική και έλεγχος των αιτήσεων

Σε πρόσφατη έρευνα ένας τεράστιος αριθμός πρωτοκόλλων επικοινωνίας ασύρματων δικτύων αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί. Ενώ η προηγούμενη έρευνα εστιάζεται κυρίως στην ενημέρωση για την ενέργεια, πιο πρόσφατες έρευνες έχουν αρχίσει να εξετάζουν ένα ευρύτερο φάσμα θεμάτων, όπως η αξιοπιστία των ασύρματων συνδέσεων, τις δυνατότητες σε πραγματικό χρόνο, ή την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας. Τα νέα αυτά στοιχεία θεωρούνται καταλυτικά για μελλοντικές εφαρμογές σε βιομηχανικές και εφαρμογές ελέγχου σχετικών ασύρματων εννοιών και

μερική αντικατάσταση ή την ενίσχυση συμβατικών ενσύρματων δικτύων με τεχνικές WSN.

Παρακολούθηση νερού/αποβλήτων υδάτων

Η παρακολούθηση της ποιότητας και του επιπέδου του νερού περιλαμβάνει πολλές δραστηριότητες, όπως τον έλεγχο της ποιότητας των υπόγειων ή επιφανειακών υδάτων και την εξασφάλιση υποδομών ύδρευσης της χώρας, προς όφελος ανθρώπων και ζώων. Η περιοχή της παρακολούθησης της ποιότητας του νερού χρησιμοποιεί ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και πολλοί κατασκευαστές έχουν ξεκινήσει νέες και προηγμένες εφαρμογές για το σκοπό αυτό.

Παρατήρηση της ποιότητας των υδάτων: Η όλη διαδικασία περιλαμβάνει την εξέταση των ιδιοτήτων του νερού σε φράγματα, ποτάμια, ωκεανούς, λίμνες και στους υπόγειους υδάτινους πόρους. Ασύρματοι αισθητήρες που διαχέονται στο νερό επιτρέπουν στους χρήστες να κάνουν έναν ακριβή χάρτη της κατάστασης των υδάτων καθώς και τη μόνιμη κατανομή των σταθμών παρατήρησης σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση χωρίς χειρωνακτική ανάκτηση των δεδομένων.

Διαχείριση του δικτύου διανομής των υδάτων: Οι κατασκευαστές των αισθητήρων του δικτύου διανομής νερού επικεντρώνονται στην παρατήρηση των δομών διαχείρισης των υδάτων, όπως βαλβίδες και σωληνώσεις, αλλά και στην απομακρυσμένη πρόσβαση σε μετρητές νερού.

Πρόληψη των φυσικών καταστροφών: Οι συνέπειες των φυσικών κινδύνων, όπως οι πλημμύρες μπορεί να προληφθούν αποτελεσματικά με τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων. Οι ασύρματοι κόμβοι κατανέμονται σε ποτάμια, έτσι ώστε οι αλλαγές της στάθμης του νερού να μπορεί να ελέγχεται αποτελεσματικά.

Γεωργία

Η χρήση Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων στο πλαίσιο του γεωργικού κλάδου είναι όλο και περισσότερο κοινή. Η χρήση ενός ασύρματου δικτύου απαλλάσσει τους αγρότες από τη διατήρηση της καλωδίωσης σε ένα δύσκολο περιβάλλον. Συστήματα νερού, τροφοδοσίας, βαρύτητας, μπορούν να παρακολουθούνται χρησιμοποιώντας πομπούς πίεσης για να παρακολουθούν τα επίπεδα μιας δεξαμενής νερού, αντλίες μπορούν να ελέγχονται με τη χρήση ασύρματων I/O συσκευών και η χρήση του νερού μπορεί να μετρηθεί και να μεταδίδεται ασύρματα σε ένα κεντρικό σημείο ελέγχου για τιμολόγηση. Ο αυτοματισμός άρδευσης επιτρέπει την πιο αποτελεσματική χρήση του νερού και μειώνει τα απόβλητα.

Ακριβής γεωργία: Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων επιτρέπουν στους χρήστες να κάνουν ακριβή παρακολούθηση της καλλιέργειας κατά το χρόνο της ανάπτυξής της. Ως εκ τούτου, οι αγρότες μπορούν να γνωρίζουν άμεσα την κατάσταση του αντικειμένου σε όλα τα στάδια του, κάτι το οποίο θα διευκολύνει τη διαδικασία λήψης απόφασης σχετικά με το χρόνο της συγκομιδής.

Διαχείριση της άρδευσης: Όταν παραδίδονται τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, οι αγρότες είναι σε θέση να επιτύχουν έξυπνη άρδευση. Τα στοιχεία που αφορούν τα πεδία, όπως η θερμοκρασία και το επίπεδο υγρασίας του εδάφους παραδίδονται στους αγρότες μέσω των

Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων. Όταν κάθε φυτό ενώνεται με ένα προσωπικό σύστημα άρδευσης, οι αγρότες μπορούν να παρέχουν το ακριβές ποσό του νερού που χρειάζεται κάθε φυτό και ως εκ τούτου, να επιτύχουν τη μείωση του κόστους και την βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Τα δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των διαφόρων ενεργοποιητών στα συστήματα χρησιμοποιώντας μη ενσύρματη υποδομή.

Θερμοκήπια: Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να ελέγχουν τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό εμπορικών θερμοκηπίων. Όταν η θερμοκρασία και η υγρασία πέφτει κάτω από συγκεκριμένα επίπεδα, ο διαχειριστής του θερμοκηπίου πρέπει να ειδοποιείται μέσω e-mail ή στο κινητό τηλέφωνο με μήνυμα κειμένου, ή τα συστήματα υποδοχής μπορεί να πυροδοτήσουν τα συστήματα υδρονέφωσης, να ανοίξουν τους αεραγωγούς, να ενεργοποιήσουν τις περσίδες, ή να ελέγξουν μια ευρεία ποικιλία αντιδράσεων του συστήματος. Πρόσφατες έρευνες σε Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων στη βιομηχανία γεωργίας δίνουν έμφαση στη χρήση της σε θερμοκήπια, ιδιαίτερα για τις μεγάλες εκμεταλλεύσεις με συγκεκριμένες καλλιέργειες. Τέτοια μικροκλίματα έχουν ανάγκη την διατήρηση ακριβούς κατάστασης καιρικών συνθήκων ανά πάσα στιγμή. Επιπλέον, με τη χρήση πολλαπλών κατανεμημένων αισθητήρων θα ελέγχεται καλύτερα η παραπάνω διαδικασία, σε ανοικτή επιφάνεια, καθώς και στο έδαφος.

Παθητικός εντοπισμός και παρακολούθηση

Η εφαρμογή των WSN στον παθητικό εντοπισμό και την παρακολούθηση των μη συνεργάσιμων στόχων (δηλαδή, άτομα που δεν

φορούν οποιοδήποτε ταμπέλα) έχει προταθεί από τη διάχυτη αξιοποίηση χαμηλού κόστους φύσης της εν λόγω τεχνολογίας και τις ιδιότητες των ασύρματων ζεύξεων που είναι εγκατεστημένα σε ένα δίκτυο υποδομής WSN.

Παρακολούθηση έξυπνου σπιτιού

Παρακολούθηση των δραστηριοτήτων που εκτελούνται σε ένα έξυπνο σπίτι επιτυγχάνονται με τη χρήση ασύρματων αισθητήρων, ενσωματωμένων σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, σχηματίζοντας ένα

WSN. Όταν η κατάσταση αλλάζει σε αντικείμενα που βασίζονται στην ανθρώπινη χειραγώγηση συλλαμβάνεται από το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων που επιτρέπουν τη δραστηριότητα σε υπηρεσίες υποστήριξης.³⁴

³⁴ http://el.wikipedia.org/wiki/Ασύρματο_δίκτυο_αισθητήρων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

INTERNET OF THINGS: ΠΩΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΝΕΙ ΤΟ ΣΠΙΤΙ ΜΑΣ

7.1 Καθημερινά αντικείμενα με... νοημοσύνη.

Το προσκήνιο της ψηφιακής μας καθημερινότητας αλλάζει. Στο εξής, στην πρώτη γραμμή δεν θα βρίσκονται οι εφαρμογές με τις οποίες επικοινωνούν οι άνθρωποι μεταξύ τους και με τα smartphone τους, αλλά οι «έξυπνες» οικιακές συσκευές που θα επικοινωνούν μαζί μας, αλλά και μεταξύ τους.

Το σχέδιο δεν είναι απλά να σας λέει το ψυγείο ότι τελείωσε το γάλα. Μιλάμε για κρεβάτια που προσαρμόζουν τη σκληρότητα του στρώματος ανάλογα με το ποιος ξαπλώνει, ψησταριές που ψήνουν σύμφωνα με τη συνταγή, φακούς επαφής που προβάλλουν περιεχόμενο augmented reality και πάγκους κουζίνας που είναι ταυτόχρονα multimedia οθόνες.

Περισσότερα από 50 δισεκατομμύρια αντικείμενα θα είναι διασυνδεδεμένα online παγκοσμίως έως το 2020, προβλέπει η Cisco, η μεγαλύτερη εταιρία εξοπλισμού δικτύων. Προτού όμως αρχίσουμε να ανησυχούμε στα σοβαρά για την ασφάλειά τους, ας δούμε μερικά από αυτά.

7.2 KOLIBREE SMART TOOTHBRUSH

Η [οδοντόβουρτσα αυτή](#) καταγράφει τη διάρκεια του βουρτσίσματος των δοντιών και τα ακριβή σημεία του στόματος στα οποία έφτασε ή δεν έφτασε, βοηθώντας σας να εντοπίσετε δόντια που ενδεχομένως δεν

βουρτσίζονται επαρκώς. Επικοινωνεί με το κινητό σας μέσω bluetooth και φτιάχνει το «ιστορικό» των συνηθειών σας. Επιπλέον, σας υπενθυμίζει ότι ήρθε η ώρα για βούρτσισμα.



7.3 LYNX SMART GRILL

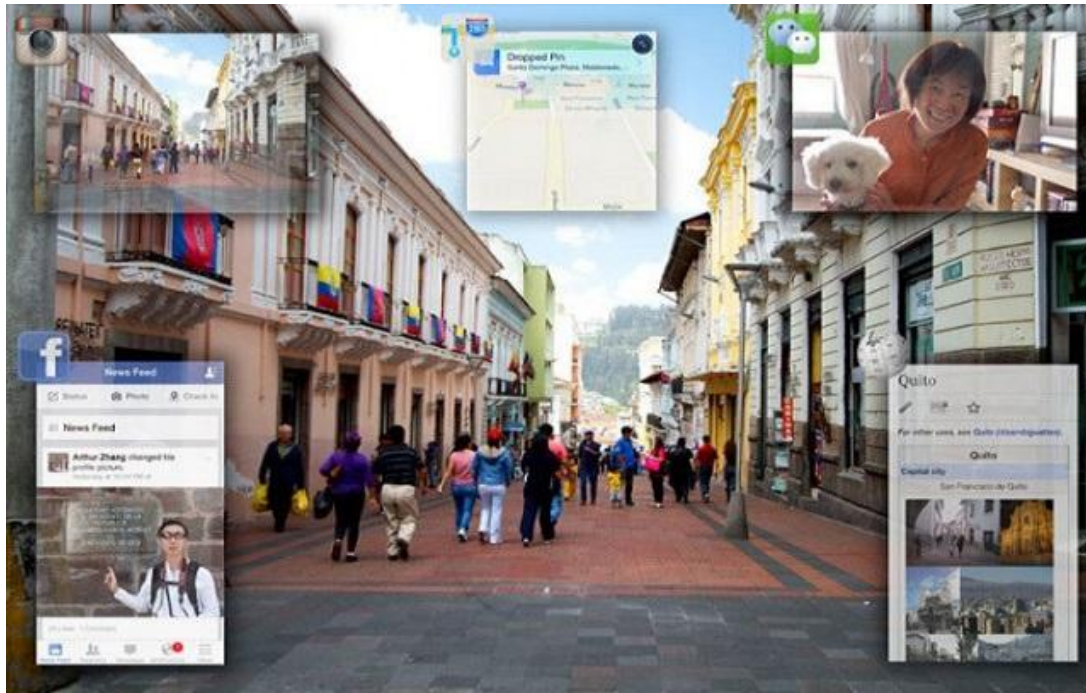
Η [θαυματουργή αυτή ψησταριά](#) ενεργοποιείται με τη φωνή του χρήστη και κανονίζει μόνη της τη θερμοκρασία ανάλογα με το είδος του φαγητού που βρίσκεται στη σχάρα της. Σας ειδοποιεί από το ηχείο της, ή με SMS, ότι το ψητό είναι έτοιμο ή ότι έφτασε η στιγμή να γυρίσετε τα μπιφτέκια. Δυστυχώς, αυτό το τελευταίο δεν μπορεί να το κάνει. Αλλά συνδέεται ασύρματα με τη βάση δεδομένων του κατασκευαστή, κατεβάζει συνταγές

και σας δίνει live οδηγίες ψησίματος. Αναμένεται να βγει στην αγορά το 2015 και θα κοστίζει περίπου 5.000 €



7.4 ΙΟΠΤΙΚ CONTACT LENSES

Το σύστημα της [Innovega](#) αποτελείται από ένα ζευγάρι φακών επαφής που επιτρέπει στο μάτι να βλέπει πολύ μακριά ή πολύ κοντά, σε βαθμό που δεν θα μπορούσε να δει υπό φυσιολογικές συνθήκες. Σε συνδυασμό, μάλιστα, με τα Full HD γυαλιά δημιουργεί μια μοναδική εμπειρία, κάτι ανάμεσα σε Terminator 2 και Google Glass.



7.5 WHIRLPOOL COOKTOP CONCEPT

Η γνωστή εταιρεία οικιακών συσκευών σκοπεύει να κατασκευάσει έναν διασυνδεδεμένο πάγκο κουζίνας που ενσωματώνει οθόνη στην οποία μπορείτε να προβάλλετε οτιδήποτε· από τη συνταγή που φτιάχνετε μέχρι το status σας στο Facebook, τον καιρό, τα email σας, και όλα αυτά ενώ παίζει η μουσική από το Spotify σας. Τα πάντα επάνω της θα είναι διαδραστικά.



7.6 LG HEART RATE EARPONES

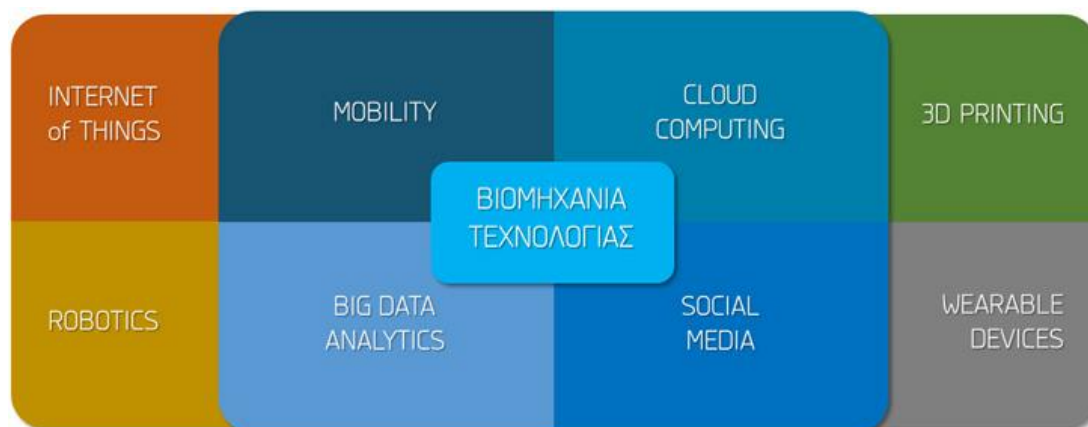
Τέρμα στις ζώνες-παλμογράφους. Τα ακουστικά που ήδη έχουμε στα αυτιά μας ενώ ασκούμαστε θα μπορούν θαυμάσια να καταγράψουν τόσο τους χτύπους της καρδιάς όσο και την κατανάλωση οξυγόνου, το ρυθμό αναπνοής κ.λπ. Η LG ανέπτυξε [τα ακουστικά αυτά](#) που γίνονται μέρος του συστήματος προπόνησής μας. Και όλα αυτά ακούγοντας πάντα την αγαπημένη μας μουσική.



7.7 LEEP NUMBER X12

Η Select Comfort είναι από τους γνωστότερους κατασκευαστές στρωμάτων στις ΗΠΑ, τώρα έγινε και από τους πιο hi-tech. Το μοντέλο Sleep Number x12 είναι κρεβάτι που μπορεί να προσαρμόσει τη σκληρότητα και την ανάκλισή του ή να σας κάνει μασάζ, όλα αυτά με φωνητικές εντολές. Οι αισθητήρες του καταγράφουν την ποιότητα του ύπνου και κρατούν ξεχωριστό log και ρυθμίσεις για κάθε πλευρά του.

τις επιχειρηματικές ευκαιρίες, που δημιουργεί για τις επιχειρήσεις και την οικονομία το Internet of Things, αναδεικνύοντας την κομβική σημασία του σχετικού οικοσυστήματος, που σταδιακά δημιουργείται.



Διάγραμμα 1. Οι τάσεις της βιομηχανίας Ψηφιακής Τεχνολογίας, Πηγή: ΕΙΤΟ - ΣΕΠΕ ICT MARKET REPORT 2015, ΕΙΤΟ σε συνεργασία με IDC, επεξεργασία ΣΕΠΕ, 2015

Το IoT εκτιμάται ότι μπορεί να οδηγήσει σε μείωση κατά 25% του κόστους συντήρησης παγίων των επιχειρήσεων. Καταλύτη αλλαγής χαρακτήρισε το συνολικό οικοδόμημα του IoT ο Γενικός Διευθυντής του Συνδέσμου Επιχειρήσεων Πληροφορικής & Επικοινωνιών Ελλάδας (ΣΕΠΕ), Μέλος ΔΣ του DIGITALEUROPE και Αντιπρόεδρος για την Ευρώπη του WITSA, κ. Γιάννης Σύρρος. Σε ομιλία του με θέμα "Οι Προοπτικές της αγοράς Ψηφιακής Τεχνολογίας", ο κ. Σύρρος υπογράμμισε την τεράστια συμβολή του IoT τόσο στον επιχειρηματικό κόσμο όσο και στην παγκόσμια οικονομία.

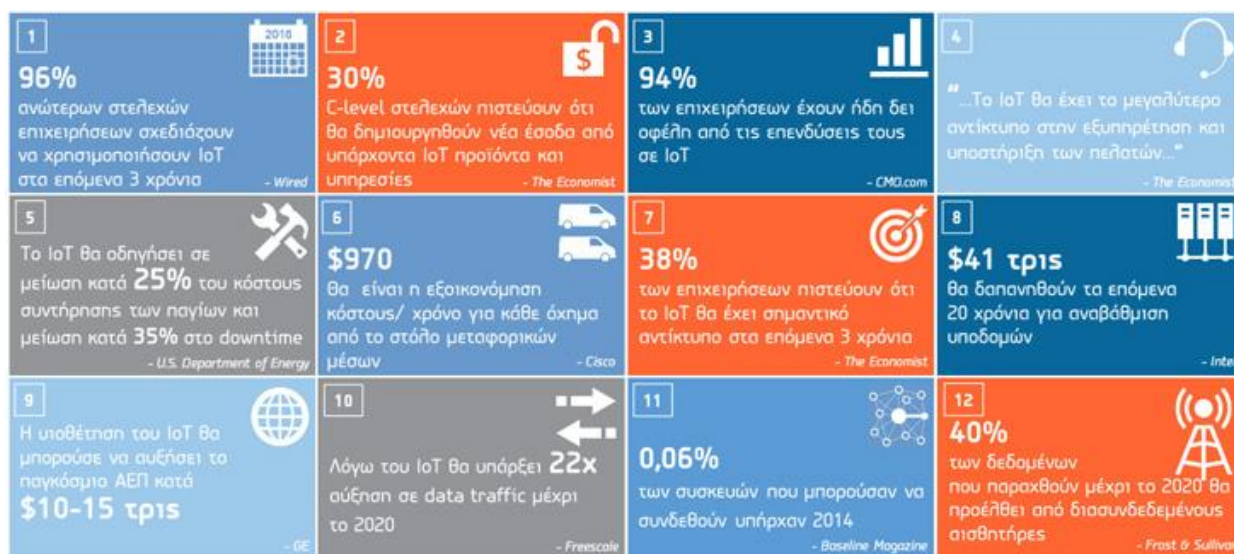
Επικαλούμενος τις υφιστάμενες διαθέσιμες έρευνες, ο κ. Σύρρος υπογράμμισε ότι το IoT μπορεί να αυξήσει το παγκόσμιο ΑΕΠ κατά \$10-15 τρις. Τα οφέλη του οικοσυστήματος του IoT έχουν αρχίσει να εμπεδώνουν και οι ίδιες οι εταιρείες, με το 96% των ανώτερων στελεχών

επιχειρήσεων σχεδιάζουν να χρησιμοποιήσουν το IoT εντός της προσεχούς τριετίας, ενώ το 30% των C-level στελεχών εκτιμούν ότι θα δημιουργηθούν νέα έσοδα από τα υφιστάμενα προϊόντα και τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος του IoT. Στο μεταξύ, σύμφωνα με τα στοιχεία που ανέλυσε ο κ. Σύρρος, ήδη το 94% των επιχειρήσεων δηλώνουν ότι έχει δει οφέλη από τις επενδύσεις στο IoT, με το περίπου το 1/3 των εταιρειών να εκτιμά ότι το IoT θα έχει ακόμη πιο σημαντικό αντίκτυπο στην επιχειρηματική τους κουλτούρα την προσεχή 3ετία.

7.9 Μείωση κόστους

Σε όρους οικονομικών μεγεθών, σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσίασε από το βήμα του συνεδρίου ο Γενικός Διευθυντής του ΣΕΠΕ το IoT αναμένεται να οδηγήσει σε μείωση κατά 25% του κόστους συντήρησης των παγίων, ενώ προβλέπεται ότι θα μειώσει κατά 35% το downtime.

Τα στοιχεία των μελετών, που παρέθεσε ο ίδιος και τα οποία περιγράφουν το μέλλον του IoT, είναι πραγματικά εντυπωσιακά. Για παράδειγμα, μέχρι το 2020 αναμένεται ότι η εγκατεστημένη βάση συσκευών IoT θα υπερβαίνει την εγκατεστημένη βάση των smartphones και tablets. Επιπλέον, αυτοματισμοί και συστήματα ελέγχου για το σπίτι αναμένεται να αντιπροσωπεύουν το 35% της εγκατεστημένης βάσης των καταναλωτικών συσκευών IoT έως το 2020. Συνολικά, έως το 2020 εκτιμάται ότι θα υπάρχουν περισσότερες από 250.000 μοναδικές εφαρμογές IoT, με τους κλάδους του λιανεμπορίου, της βιομηχανικής κατασκευής και των μεταφορών να έχουν ηγετικό ρόλο στη χρήση των εφαρμογών αυτών.



Διάγραμμα 2. Η εξέλιξη του Internet of Things μέχρι το 2020, Πηγή: servicemax, επεξεργασία ΣΕΠΕ, 2015

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

IoT ΚΑΙ RFID

8.1 IoT και RFID

Το IoT είναι ένα δυναμικό δίκτυο, που αποτελείται τόσο από υπολογιστές όσο και από άλλα αντικείμενα. Τα αντικείμενα αυτά, θα πρέπει να διαθέτουν κάποιες στοιχειώδεις δυνατότητες δικτύωσης και η κύρια τεχνολογία που μπορεί να τις παρέχει είναι η τεχνολογία RFID.

Οι δυνατότητες της τεχνολογίας RFID είναι πρακτικά απεριόριστες, με τις περισσότερες εφαρμογές να έχουν ως κύριο στόχο την αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση διαδικασιών, και την αποφυγή σφαλμάτων στο επιχειρηματικό περιβάλλον. Ωστόσο, οι πληροφορίες που καταγράφονται με τη χρήση ετικετών RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες εξειδικευμένες εφαρμογές ή να αξιοποιηθούν με περισσότερο ευφάνταστους τρόπους. Έτσι, πέρα από τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει η επιχείρηση π.χ. σε μια εφαρμογή εφοδιαστικής αλυσίδας, εμφανίζονται περιπτώσεις που αποσκοπούν απευθείας στον τελικό καταναλωτή και χρήστη. Μία τέτοια περίπτωση αποτελεί και η διαχείριση των οδικών αξόνων, που συμβάλει στην ασφαλή μετακίνηση των οδηγών και αναλύεται παρακάτω.

Η τεχνολογία RFID θεωρείται ότι αποτελεί το βασικότερο τρόπο για την υλοποίηση του ανερχόμενου IoT, ενός κόσμου στον οποίο τα προϊόντα που μας περιτριγυρίζουν θα μπορούν να είναι διασυνδεδεμένα στο Διαδίκτυο και να αλληλεπιδρούν με τους καταναλωτές. Σε μια τέτοια «διασύνδεση φυσικού – ηλεκτρονικού κόσμου», η τεχνολογία μπορεί

αφενός μεν να συμβάλλει στη δημιουργία ενός διαφορετικού τρόπου με τον οποίο οι πελάτες/καταναλωτές βιώνουν την εμπειρία των αγορών τους, αφετέρου δε, να αυξήσει την εμπιστοσύνη τους προς την επιχείρηση και την λειτουργικότητα της.

8.2 Διευθυνσιοδότηση

Μια βασική απαίτηση στο περιβάλλον του IoT, είναι η διάκριση των αντικειμένων. Η διάκριση αυτή πλέον δεν γίνεται σε επίπεδο τύπου αντικειμένου, αλλά τα αντικείμενα πρέπει να διαχωρίζονται σε επίπεδο μονάδας. Η διαπίστωση αυτή δημιουργεί την ανάγκη κάποιου είδους αριθμοδότησης, που θα αντιστοιχίζει σε κάθε αντικείμενο μια μοναδική ταυτότητα. Πιο ειδικά μια τέτοια αριθμοδότηση θα πρέπει να εκπληρώνει κάποιες προϋποθέσεις, που θα διασφαλίζουν την αποτελεσματικότητά της. Οι προϋποθέσεις αυτές, αποτελούν τα κριτήρια για το πόσο κατάλληλη θεωρείται μια αριθμοδότηση για χρήση στο περιβάλλον του IoT.

Οι προϋποθέσεις αυτές είναι :

- Η απλότητα της αριθμοδότησης είναι ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό, που θα επιτρέπει την ευκολότερη ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης των διευθύνσεων, και κατ' επέκταση των αντικειμένων.
- Θα πρέπει επίσης να είναι ανοικτή, ώστε τα διαφορετικά συστήματα που θα κληθούν να τη χρησιμοποιήσουν, να μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα.
- Να έχει μεγάλο χρόνο ζωής, ή διαφορετικά το πλήθος των διευθύνσεων να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μην εξαντληθεί σύντομα.

- Να αποτελεί πρότυπο.
- Να μπορεί να επεκταθεί με νέες ιδιότητες που ίσως κριθούν μελλοντικά αναγκαίες.
- Να παρέχει κάποιου τύπου ιεραρχική δομή.
- Να εγγυάται την μοναδικότητα του αριθμού κάθε αντικειμένου.
- Να λειτουργεί σε κατανεμημένα περιβάλλοντα.
- Το κόστος αριθμοδότησης ενός αντικειμένου να είναι προσιτό.

8.3 RFID και Iρν6

Στα πλαίσια του φαινομένου του IoT, τα αντικείμενα, αναμένεται να είναι ενεργοί συμμετέχοντες στις επιχειρήσεις, την πληροφόρηση και τις κοινωνικές διεργασίες και να αλληλεπιδρούν και να επικοινωνούν μεταξύ τους, καθώς επίσης και με το περιβάλλον. Η αλληλεπίδραση και η επικοινωνία αυτή γίνεται μέσω της ανταλλαγής δεδομένων και πληροφοριών, με την υποστήριξη των αισθητήρων και των ενεργοποιητών. Συγχρόνως αντιδρούν αυτόνομα στο "πραγματικό / φυσικό κόσμο" με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιείται, ή και να καταργείται τελείως η άμεση ανθρώπινη παρέμβαση. Η εξέλιξη αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι πλήθος αντικειμένων θα συνδέεται πλέον στο διαδίκτυο και για αυτόν το λόγο κλήθηκε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της διευθυνσιοδότησης.

Όπως ήδη παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2, η τεχνολογία RFID υπερτερεί των γνωστών barcodes, και η χρήση της πλέον είναι ευρεία. Αντικείμενα με ετικέτες RFID είναι διαθέσιμα παντού, και η παρακολούθησή τους καθημερινή. Η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID σε συνδυασμό με το

πρωτόκολλο IPv6 θα διευκολύνει την δυνατότητα παρακολούθησης για τα πάντα. Το IPv6 είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου που ξεπερνάει το πρωτόκολλο IPv4 και παρέχει μια "end to end" επικοινωνία με πλήθος διαθέσιμων διευθύνσεων, 2¹²⁸. Βοηθά τις IP-δικτυωμένες συσκευές να επικοινωνούν, παρέχοντας ασφαλείς και συγκεκριμένες διευθύνσεις στην κάθε μία.

Το πρωτόκολλο αυτό εξαλείφει το πρόβλημα εξάντλησης διευθύνσεων και αποτελεί την βάση όλων των μελλοντικών δικτύων.

Με την χρήση του EPC (Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος) της τεχνολογίας RFID, γίνεται λόγος σε μία επιχείρηση για χώρο 60 bits, με κλάση αντικειμένων 28 bit και σειριακό αριθμό 32 bit. Ενώ ένα και μοναδικό IPv6 υποδίκτυο, μπορεί να καλύψει το σύνολο του χώρου. Με την ενσωμάτωση, η κλάση αντικειμένου RFID και ο σειριακός αριθμός, αποτελούν την διεπαφή του IPv6 ID. Έτσι κάθε ετικέτα RFID μπορεί να είναι προσπελάσιμη στο δίκτυο IPv6. Με RFID και IPv6, τα πάντα μπορούν να ακολουθηθούν.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ΙοΤ, αποσκοπεί στο να συνδυάσει όλες τις συσκευές μεταξύ τους, μέσω ασύρματων συνδέσεων, δηλαδή γίνονται προσπάθειες να ενωθούν οι διάφορες λειτουργίες σε ένα δίκτυο, όπως ακριβώς γίνεται και με τα δίκτυα υπολογιστών.

Σκοπός αυτού του εγχειρήματος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, χρόνου και χρήματος, μέσω της διαλειτουργικότητας.

Το πλεονέκτημα χρήσης του ΙοΤ, είναι ότι προσφέρει δυνατότητες οι οποίες κάνουν εφικτή την ανάπτυξη ενός μεγάλου πλήθους εφαρμογών, που προς το παρόν μόνο ένα μικρό κομμάτι από αυτές προσφέρονται στη κοινωνία. Οι τομείς που μπορεί να υλοποιηθεί η καινούρια αυτή τεχνολογία, βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο τη ποιότητα ζωής, είναι πολλαπλοί και έχουν ήδη παρουσιαστεί. Τα περιβάλλοντα αυτά, είναι εξοπλισμένα με αντικείμενα, τα οποία μέχρι σήμερα δεν είχαν καμία ικανότητα επικοινωνίας. Με τη παροχή της δυνατότητας επικοινωνίας των αντικειμένων μεταξύ τους, και τη δυνατότητα επεξεργασίας των λαμβανομένων, από το περιβάλλον, πληροφοριών, τα αντικείμενα πλέον είναι σε θέση να αντιληφθούν τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται, και ποιες από τις εφαρμογές μπορούν να υλοποιηθούν στο περιβάλλον αυτό.

Αδιαμφισβήτητα, η νέα αυτή εποχή του Διαδικτύου, έρχεται να ταράξει τις ισορροπίες που ίσχυαν μέχρι τώρα. Κάθε τι καινούριο και διαφορετικό, πρέπει αρχικά να αμφισβητηθεί, να κριθεί και στην συνέχεια να γίνει αποδεκτό. Με την εξαφάνιση του ανθρώπινου ρόλου και την αποδοχή της αξίας της ασύρματης σύνδεσης μεταξύ όλων των

πραγμάτων, και συνεπώς της αμφίδρομης επικοινωνίας τους, οι ζωές των ανθρώπων παίρνουν άλλοι διάσταση. Το μεταβατικό στάδιο είναι αρκετά δύσκολο και η προσαρμογή γίνεται αργά και δειλά. Πρέπει να ξεπεραστούν όλα οι κίνδυνοι και οι απειλές που αναφέρθηκαν παραπάνω, και να διαλυθούν όλοι οι φόβοι. Αυτό θα γίνει σταδιακά, γιατί πολύ απλά είναι στην φύση του ανθρώπου να χρειάζεται χρόνο.

Το πιο βασικό όμως είναι, ότι όταν θα έρθει η στιγμή όπου το IoT θα είναι πλέον οικείο και θα αποτελεί στοιχείο της καθημερινότητας μας, τότε θα έχει αλλάξει η ζωή μας προς το καλύτερο και θα αποκομίζουμε τα οφέλη αυτής της καινοτομίας..

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

International Telecommunication Union, (2005), «The Internet of Things», ITU INTERNET REPORTS http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things, Τελευταία Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2016

The Internet of Things – Promise for the Future? An Introduction. COETZEE, Louis και EKSTEEN, Johan. s.l. : IIMC International Information Management Corporation, 2011

Vermesan, Ovidiu και Friess, Peter. Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment. s.l. : River Publishers, 2014. 978-8793102941. www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

Weber, Rolf H. Internet of Things – New security and privacy challenges. ScienceDirect. 2010.

Vasseur, Jean-Philippe και Dunkels, Adam. Interconnecting smart objects with IP-The next Internet. s.l. : Morgan Kaufmann Publishers, June 2010. 978-0-12-375165-2.

K. Främling, M. Harrison, J. Brusey, J. Petrow, (2007), «Requirements on unique identifiers for managing product lifecycle information: comparison of alternative approaches», International Journal of Computer Integrated Manufacturing

Kefalakis, Nikos, Petris, Stavros και Soldatos, John. Core OpenIoT Middleware Platform. s.l. : OpenIoT Consortium, 2013.

Dr. J. Schwarz da Silva, (2007), «Future Internet Research: The EU framework», ACM SIGCOMM, Computer Communication Review, Volume 37, Number 2

Ron Weinstein, IT Pro 2005, «RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise», Διαθέσιμο Online στο: <http://www.cs.sunysb.edu/~jgao/CSE370-spring07/RFID.pdf>,

Robert Adelman, Marc Langheinrich, Christian Flörkemeier, Workshop Mobile and Embedded Interactive Systems 2006, «Toolkit for Bar Code Recognition and Resolving on Camera Phones Jump Starting the Internet of Things,

Landt, Jeremy., (2005), «The history of RFID», Potentials IEEE, Vol. 24, Issue 4, Page: 8-11

Glover B., Bhatt H. (2006), «RFID Essentials», O'Reilly Media Inc, Sebastopol, CA., Διαθέσιμο Online στο: <http://www.scribd.com/doc/15491054/RFID-Essentials>,

Chaouchi H., (2010), «The Internet of Things-Connecting Objects to the Web»

Aim Global org., (2008),«RFID: What is RFID» Διαθέσιμο Online στο: <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/>,

Σμπυράκης Σ.,(2009), «Τεχνολογίες RFID στην Ελληνική Πραγματικότητα», Διαθέσιμο Online στο : <http://www.sbyrakis.net/2009/11/rfid-in-the-greek-reality/>,

Robert Adelman, Marc Langheinrich, Christian Flörkemeier, Workshop Mobile and Embedded Interactive Systems 2006, «Toolkit for Bar Code Recognition and Resolving on Camera Phones Jump Starting the Internet of Things,

Karygiannis T., Eydt B., Barber G., Bunn L., Phillips T., (2007), «Guidelines for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems», Natl. Inst. Stand. Technol. Spec. Publ. 800-98, Future Internet Design: <http://www.nets-find.net/>

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ, (2009), «Το Ίντερνετ των πραγμάτων - Ένα σχέδιο δράσης για την Ευρώπη», Διαθέσιμο Online στο: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0278:FIN:EL:PD>

Ιωσήφ Σηφάκης, (Ιούλιος 2011), «Συνέντευξη σχετικά με τις νεότερες εξελίξεις και προοπτικές της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών», Διαθέσιμο Online στο: <http://www.adslgr.com/forum/archive/index.php/t-529204.html>,

Πρωτονοτάριος Δ., (2004), «Τεχνολογίες Αυτόματης Αναγνώρισης Προϊόντων με Χρήση Ραδιοκυμάτων για την Ολοκλήρωση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Διαθέσιμο Online στο: <http://www.logistics.tuc.gr/Contents/Diatrives/Protonotarios.pdf>,

Weis, S.,(2003), «Security and Privacy in Radio-Frequency Identification Devices»

<http://www.webvistas.org/topic/1940-wireless-sensor-networks>

http://el.wikipedia.org/wiki/Ασύρματο_δίκτυο_αισθητήρων

<http://www.webvistas.org/topic/1940-wireless-sensor-networks>

<http://en.wikipedia.org/wiki/6LoWPAN>

<http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=zigbee:zigbee>

http://el.wikipedia.org/wiki/Ασύρματο_δίκτυο_αισθητήρων