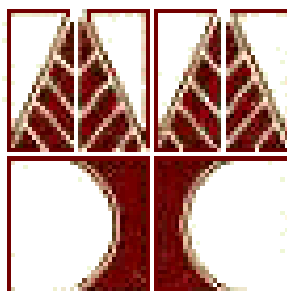


Ατομική Διπλωματική Εργασία

Survey on Internet of Things and Web of Things

Γιώργος Μοδέστου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2016

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Survey on Internet of Things and Web of Things

Γιώργος Μοδέστου

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Ανδρέας Πιτσιλλίδης

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2016

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή και πρόεδρο του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου Ανδρέα Πιτσιλλίδη για την βοήθεια που μου παρείχε κατά στη εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας ως επιβλέπων καθηγητής μου. Το θέμα που μου ανέθεσε ήταν πολύ ενδιαφέρον και μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα καινούργιο τομέα της Πληροφορικής. Η καθοδήγηση και οι συμβουλές του έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα των Δρ Ανδρέα Καμηλάρη ο οποίος με επίβλεπε και με καθοδηγούσε σε κάθε μου βήμα κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Με τις χρήσιμες συμβουλές τους και παρατηρήσεις του κατάφερα να κατανοήσω το θέμα μου και να φτάσω στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για την κατανόηση και υποστήριξη που μου παρείχαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Κύπρου και ειδικά τον τελευταίο χρόνο. Με βοήθησαν στις δύσκολες στιγμές και δεν με άφησαν ποτέ να τα παρατήσω.

Περίληψη

Στο πλαίσιο εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας κλήθηκα να αναπτύξω ερευνητικά το θέμα του διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Thing). Για όσους δεν έχουν ακόμη ακούσει τον όρο, το διαδίκτυο των πραγμάτων ορίζετε ως τα φυσικά αντικείμενα που περιέχουν τεχνολογία που τους επιτρέπει να επικοινωνούν, να αισθανθούν ή να αλληλεπιδρούν με τις εσωτερικές καταστάσεις τους ή το εξωτερικό περιβάλλον. Το θέμα αυτό περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία αντικειμένων που περιέχει, από αυτοκίνητα μέχρι βραχιόλια και λαμπτήρες. Στόχος του IoT είναι να κάνει όλα τα ιστορικά αποσυνδεδεμένα αντικείμενα μέρος του διαδικτύου.

Στην διπλωματική μου εργασία ανέπτυξα κάποια θέματα που αφορούν την σύνδεση των αντικειμένων με το διαδίκτυο και έδωσα κάποιες πιθανές λύσεις. Παράλληλα συμπεράνα αν ένα θέμα είναι ακόμη ανοιχτό, δηλαδή χρειάζεται περισσότερες και καλύτερες λύσεις, ή αν το θέμα είναι ολοκληρωμένο, δηλαδή είναι ένα κλειστό θέμα.

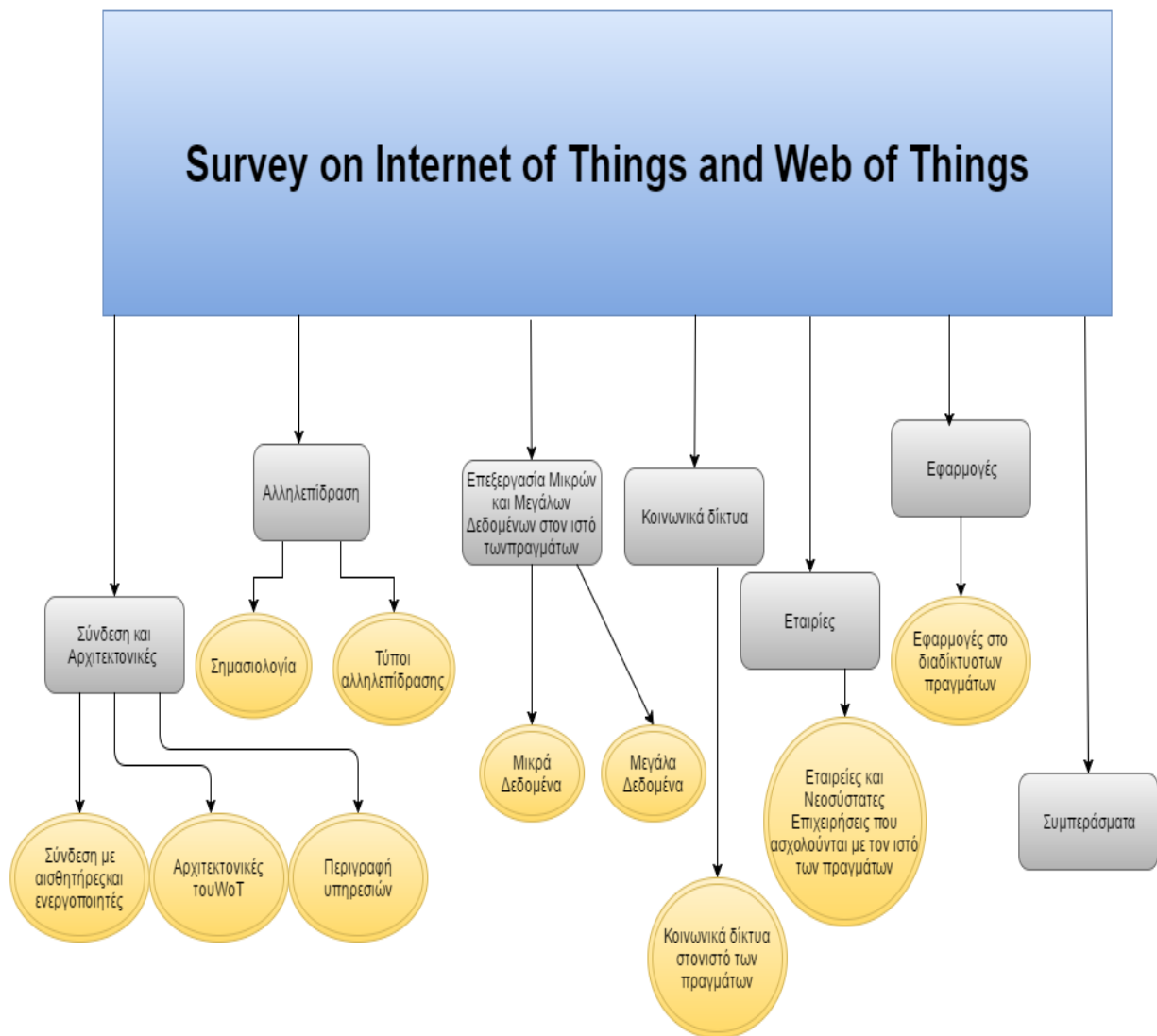
Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας μου ανέπτυξα την σύνδεση που έχουν η αισθητήρες μεταξύ τους, διάφορους τρόπους ανακάλυψης των συσκευών και περιέγραψα κάποιες υπηρεσίες των συσκευών στον ιστό των πραγμάτων (WoT).

Στο δεύτερο κεφάλαιο μίλησα για την έννοια της σημασιολογίας της πληροφορίας στο διαδίκτυο των πραγμάτων και ανέπτυξα τρόπους με τους οποίους μπορούν οι συσκευές να αλληλεπιδρούν.

Στο τρίτο κεφάλαιο της διπλωματικής μου εργασίας ανέπτυξα διάφορους τρόπους επεξεργασίας μικρών και μεγάλων δεδομένων που στέλνονται από τις συσκευές και τους αισθητήρες και στο τέταρτο κεφάλαιο βρήκα διάφορες εφαρμογές που συνδέουν το διαδίκτυο των πραγμάτων και τα κοινωνικά δίκτυα.

Στο πέμπτο κεφαλαίο βρήκα παλιές και νέες εταιρίες που ασχολούνται με το θέμα του διαδικτύου των πραγμάτων και στο έκτο κεφάλαιο περιέγραψα διάφορες έξυπνες εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια.

Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο περιγράφω τα συμπεράσματα που έχω καταλήξει από το θέμα του διαδικτύου των πραγμάτων.



Εικόνα 1 Survey on Internet of Things and Web of Things

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη	4
Περιεχόμενα	6
Κεφάλαιο 1 – Σύνδεση και Αρχιτεκτονικές.....	7
1.1 Σύνδεση με αισθητήρες και ενεργοποιητές.....	7
1.2 Αρχιτεκτονικές του WoT.....	15
1.3 Περιγραφή υπηρεσιών	19
Κεφάλαιο 2 – Αλληλεπίδραση.....	26
2.1 Σημασιολογία.....	26
2.2 Τύποι αλληλεπίδρασης	32
Κεφάλαιο 3 - Επεξεργασία Μικρών και Μεγάλων Δεδομένων στον ιστό των πραγμάτων	40
3.1 Μικρά Δεδομένα.....	40
3.2 Μεγάλα Δεδομένα.....	45
Κεφάλαιο 4 – Κοινωνικά δίκτυα.....	50
4. Κοινωνικά δίκτυα στον ιστό των πραγμάτων.....	50
Κεφάλαιο 5 – Εταιρίες.....	57
5. Εταιρείες και Νεοσύστατες Επιχειρήσεις που ασχολούνται με τον ιστό των πραγμάτων	57
Κεφάλαιο 6 – Εφαρμογές.....	63
6. Εφαρμογές στο διαδίκτυο των πραγμάτων.....	63
Κεφάλαιο 7 – Συμπεράσματα.....	70
7. Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία.....	70
Βιβλιογραφία	76

Κεφάλαιο 1 – Σύνδεση και Αρχιτεκτονικές

1.1 Σύνδεση με αισθητήρες και ενεργοποιητές

1.2 Αρχιτεκτονικές του WoT

1.3 Περιγραφή υπηρεσιών

1.1 Σύνδεση με αισθητήρες και ενεργοποιητές

Για την ανάπτυξη του οράματος του IoT είναι αναγκαία η ανάπτυξη ενός μεγάλου φάσματος τεχνολογιών όπου θα μπορέσουν όλα τα αντικείμενα να ενωθούν στον εικονικό κόσμο (διαδίκτυο) και σιγά-σιγά να χτίσουν το διαδίκτυο του μέλλοντος. Για την ένωση αυτή θα χρειαστεί η δημιουργία και η ανάπτυξη δικτύου υποδομής επικοινωνιών. Μια τεχνολογία που θα χρειαστεί και θα βοηθήσει άμεσα την ανάπτυξη δικτύου είναι τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) όπου μπορούν να παρέχουν αυτόνομη και παράλληλη ευφυή σύνδεση μεταξύ εικονικού και φυσικού κόσμου. Το WSN έχει εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια και θα αναπτυχθεί περισσότερο στο μέλλον έτσι ώστε να βοηθήσει στη δυνατότητα επέκτασης του IoT. Το WSN είναι ένας σημαντικός παράγοντας για το IoT αφού συμβάλλει άμεσα στη συλλογή πληροφοριών από διάφορους αισθητήρες με σκοπό να παρθούν οι αποφάσεις. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν ως βασικό στοιχείο τους κόμβους αισθητήρων, τους χαμηλούς τροφοδότες και τους πόρους περιορισμένων συσκευών, όπου μπορούν να ‘αισθανθούν’ τα φυσικά στοιχεία, να ‘σκεφτούν’ και να ‘συζητήσουν’ με άλλες συσκευές. Σε αυτή την παράγραφο θα αναπτύξουμε κάποια από τα προβλήματα που εμφανίζονται στα δίκτυα αισθητήρων κατά τη προσπάθεια ανάπτυξης του IoT. Θα αναφέρουμε κάποιες από τις υπάρχουσες λύσεις και τέλος θα παρουσιάσουμε τα συμπεράσματά μας και θα σχολιάσουμε εάν οι υπάρχουσες λύσεις είναι αρκετές ή αν χρειάζεται περαιτέρω ανάπτυξη και καλύτερες προοπτικές λύσεων σε μια μελλοντική έρευνα.

Αρχικά κληθήκαμε να ελέγξουμε την ασφάλεια των συνδεδεμένων αισθητήρων που υπάρχουν σε ένα σύστημα αλλά και το κατά πόσο θα πρέπει οι κόμβοι αισθητήρων να παρέχουν υπηρεσίες άμεσα. Επιπρόσθετα ελέγξαμε την ενδεχόμενη ανάθεση της πιο πάνω διαδικασίας στο σταθμό βάσης (Base Station). Οι λύσεις σε αυτό το ζήτημα

ποικίλουν και με βάση τις διάφορες μελέτες που έχουν γίνει η απάντηση εξαρτάται από τα σενάρια. Σε μερικά σενάρια (π.χ. συστήματα SCADA) ένας κόμβος αισθητήρων δεν πρέπει να παρέχει υπηρεσίες άμεσα, ενώ σε άλλα σενάρια (π.χ. first responders) ένας κόμβος αισθητήρων πρέπει να παρέχει άμεσα υπηρεσίες.

Στην συνέχεια θα εξετάσουμε ένα άλλο μεγάλο πρόβλημα ασφάλειας το οποίο αφορά τις διάφορες προκλήσεις ασφαλείας που συσχετίζονται με την ανάπτυξη των WSN στο IoT. Παρόλο που τα διάφορα δίκτυα αισθητήρων προστατεύονται από μηχανισμούς ασφαλείας η φύση του διαδικτύου είναι τόσο επικίνδυνη που θα χρειαστεί η βοήθεια ασφαλή πρωτοκόλλων επικοινωνίας έτσι ώστε να προστατευτεί η επικοινωνία μεταξύ δυο χρηστών. Οι κόμβοι αισθητήρων χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο 6LoWPAN για να καταφέρουν να αλληλεπιδράσουν με ένα IPV6 δίκτυο και μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα βασικά πρότυπα συστήματος κρυπτογραφικής (π.χ. s AES-128). Λόγω όμως της περιορισμένης δύναμης των κόμβων και της περιορισμένης υπολογιστικής ικανότητας των κόμβων δεν υπάρχει η δυνατότητα υποστήριξης πρωτοκόλλου σύνδεσης IPsec σε 6LoWPAN η οποία να είναι πιο ασφαλές. Για τον λόγο αυτό πρέπει να μελετηθούν και άλλοι μηχανισμοί που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν έτσι ώστε να δημιουργήσουν ένα end-to-end ασφαλές κανάλι επικοινωνίας (πχ TLS/SSL στο στρώμα μεταφορών). Αυτό το πρόβλημα είναι ενεργό και χρειάζεται μελλοντική δουλειά.

Μια άλλη μεγάλη πρόκληση που πρέπει να εξεταστεί περεταίρω είναι η δημιουργία ασφαλών καναλιών επικοινωνίας ανάμεσα στα WSN. Ο λόγος που πρέπει να δημιουργηθούν αυτά τα κανάλια επικοινωνίας είναι για να απομακρυνθεί ο κίνδυνος αναρμόδιοι χρήστες να έχουν πρόσβαση στην λειτουργία των αισθητήρων. Ακόμη πρέπει να μελετήσουμε περισσότερο και να αναπτύξουμε καλύτερα τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής (Intrusion Detection Systems(IDS)) για τον λόγο ότι με τη πάροδο του χρόνου περισσότερες κακόβουλες οντότητες θα προσπαθούν να διακόψουν τις υπηρεσίες των αισθητηρίων.

Μια από τις λύσεις που έχουν μελετηθεί για αυτό το πρόβλημα είναι η χρησιμοποίηση σταθμών βάσης (BS) ως εκπρόσωπος των κόμβων αισθητήρων. Οι σταθμοί βάσεις είναι μια ισχυρή συσκευή που είναι υπεύθυνη για την μετάδοση των υπηρεσιών των κόμβων

αισθητήρων ανάμεσα στο δίκτυο και τους χρήστες. Για την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ των κόμβων αισθητήρων και των BS θα χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένοι μηχανισμοί ασφάλειας WSN (π.χ. κοινά κλειδιά μεταξύ BS και αισθητήρων). Η πρόκληση αυτή πρέπει να μελετηθεί περισσότερο αφού υπάρχουν προβλήματα που δημιουργούνται όπως δηλαδή αν τερματιστεί ο σταθμός βάσης ή αν ο σταθμός βάσης μολυνθεί από κάποια κακόβουλη οντότητα, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μολυνθούν και οι αισθητήρες.

Τέλος μια άλλη πρόκληση ασφάλειας που θα εξετάσουμε είναι εάν οι υπάρχοντες μηχανισμοί και πρωτόκολλα ασφαλείας, που επιτρέπουν σε δυο μακρινές συσκευές που θέλουν ένα άμεσο κανάλι μεταξύ διαδικτύου και κόμβων αισθητήρων, μπορούν να προστατεύσουν την ροή των πληροφοριών τους. Για την λύση αυτού του προβλήματος έχουν δημιουργηθεί κάποια πρωτόκολλα για το στρώμα μεταφορών όπως το TLS και κάποια πρωτόκολλα ασφαλείας για το στρώμα υπηρεσιών όπως WSDL και SOAP. Η δυο αυτές κατηγορίες παρέχουν τους μηχανισμούς για ένα κοινό-μυστικό κλειδί για την επικοινωνία μεταξύ δυο χρηστών. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι βασισμένοι είτε στο PKC (public key cryptography), είτε στην ύπαρξη προ-κοινων μυστικών κλειδιών. Με την χρησιμοποίηση μηχανισμού PKC, δυο συσκευές μπορούν να ανταλλάζουν τις τυχαίες τιμές με ασφαλή τρόπο έτσι ώστε να δημιουργηθεί το κλειδί όπου θα επικοινωνούν. Αντίθετα ο μηχανισμός προ-κοινων κλειδιών μοιράζει εκ των προτέρων τα κλειδιά μεταξύ των κομματιών επικοινωνίας τα οποία θα τα χρησιμοποιήσουν για την δημιουργία ενός κλειδιού που θα είναι υπεύθυνο για τη επικοινωνία τους. Αυτοί όμως οι μηχανισμοί έχουν κάποια προβλήματα όπως ότι ο PKC είναι αρκετά χρονοβόρος στους περιορισμένους κόμβους αισθητήρες, και η χρήση προ-κλειδί είναι ακατάλληλη για ορισμένες εφαρμογές του IoT.

Σε μια περαιτέρω ανάπτυξη για το PKC και τα προ-κοινού κλειδιά μπορούμε να δούμε ότι με τα χρόνια η ανάπτυξη του PKC για τους κόμβους αισθητήρων έχει κάνει μεγάλα άλματα προόδου, όπως το ότι έχει μειώσει κατά πολύ τον χρόνο αποκρυπτογράφησης αλλά με σημαντικό μειονέκτημα το κόστος αφού είναι πολύ ακριβό να χρησιμοποιηθεί από τους κόμβους αισθητήρων. Το PKC παράγει ένα πολύ καλό σύνολο ιδιοτήτων όπως το ότι η διανομή των πιστοποιητικών μπορεί να γίνει και offline άλλα και online, και ακόμη τα πιστοποιητικά μπορούν να φορτωθούν εκ των προτέρων στην συσκευή ή να διαβαστούν κατόπιν αιτήματος. Όσον αφορά την χρήση PKC στους κόμβους

κεντρικών υπολογιστών η απόδοση στους κόμβους <κατηγορία II> (4–8 MHz, 4–16 kB RAM, 48– 256 kB flash) είναι πάρα πολύ χαμηλή για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα κεντρικό υπολογιστή δικτύου. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ισχυρότεροι κόμβοι ή υλικά όπως το κρυπτογραφικό τσιπ. Μερικά μειονεκτήματα υπάρχουν και με την χρησιμοποίηση προ-κοινών κλειδιών αφού όλες οι μυστικές πληροφορίες πρέπει να φορτωθούν εκ των προτέρων πριν από οποιαδήποτε ανταλλαγή των πληροφοριών. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η γενική ανθεκτικότητα των διαφόρων προσεγγίσεων ανάμεσα στους κόμβους για τον λόγο ότι το στοιχείο που θα αποθηκεύσει όλα τα προ-κοινά κλειδιά θα είναι το πιο ευάλωτο με αποτέλεσμα αν μια κακόβουλη οντότητα ελέγξει εκείνο το στοιχείο θα μπορεί να ελέγξει όλο τον δίκτυο. Πάρα τα μειονεκτήματα υπάρχουν και κάποια πλεονεκτήματα της χρήσης του προ-κοινού κλειδιών όπως είναι τα ελάχιστα κόστη που έχει, λόγω της φόρτωσης των κλειδιών εκ των προτέρων.

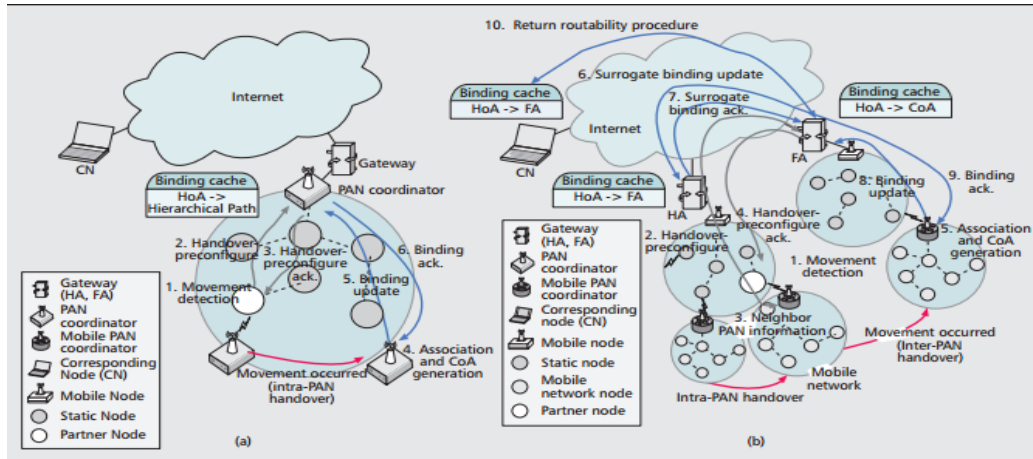
Μελετώντας το πρόβλημα της σύνδεσης δυο μακρινών συσκευών καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι μηχανισμοί PKC και προ-κοινού κλειδιού έχουν ακόμα πολλά προβλήματα και μειονεκτήματα μέχρι να ενώσουν με επιτυχία και ασφάλεια δυο μακρινές συσκευές. Για αυτό τον λόγο το θέμα πρέπει να μελετηθεί και να εξεταστεί ακόμα περισσότερο για να καταφέρει να επιλύσει όλα τα προβλήματα που έχει.

Μετά την προσέγγιση που κάναμε για το θέμα της ασφάλειας στα δίκτυα αισθητήρων ένα άλλο σημαντικό βήμα που πρέπει να γίνει για την ολοκλήρωση του IoT είναι να διευκολυνθούν οι κατάλληλες ασύρματες τεχνολογίες δικτύων αισθητήρων που είναι βασισμένες στο πρωτόκολλο διαδικτύου έτσι ώστε να υποστηρίζουν το διαδίκτυο των πραγμάτων. Για να ολοκληρωθεί όμως αυτό το βήμα πρέπει να λυθεί ένα άλλο ζήτημα το οποίο αφορά τη προσαρμογή του IP διάστημα των πραγμάτων. Το πρόβλημα του IP στο διάστημα των πραγμάτων μας δημιουργεί διάφορα προβλήματα όπως είναι το θέμα της κινητικότητας όπου οι χρήστες πρέπει να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα του IoT ενώ κινούνται μέσα στο ίδιο δίκτυο ή έξω από αυτό και παράλληλα οι διάφοροι αισθητήρες να στέλνουν δεδομένα στο IoT καθώς κινούνται. Τα υπάρχοντα πρωτόκολλα κινητικότητας δεν μπορούν να μας παρέχουν συνεχή σύνδεση αν τα πράγματα κινούνται λόγω του προβλήματος στην καθυστέρηση παράδοσης των δεδομένων.

Ένα άλλο πρόβλημα είναι αυτό του web enablement, όπου προσπαθεί να ενσωματώσει τα διάφορα δίκτυα του IoT από την άποψη της φιλικότητας προς το χρήστη και της ανεξαρτησίας των πλατφόρμων που δουλεύουν. Το web enablement μπορεί να δουλέψει είτε με HTTP/TCP είτε HTTP/UDP αλλά και οι δυο αυτές προσεγγίσεις έχουν προβλήματα, όπως καθυστέρηση και περιττή αναμετάδοση. Δυο άλλα ζητήματα που δημιουργούνται είναι του χρονικού συγχρονισμού και ασφάλειας. Το πρόβλημα του χρονικού συγχρονισμού εστιάζεται στο ότι το IoT απαιτεί συνέπεια και ακρίβεια στο χρόνο που θα μεταδίδονται οι πληροφορίες. Τα υπάρχοντα πρωτόκολλα δεν μας ικανοποιούν αφού προκαλούν γενική καθυστέρηση λόγω της ανάγκης που έχουν να στέλνουν μηνύματα ελέγχου έτσι ώστε να συγχρονίζουν τον κάθε κόμβο. Το πρόβλημα της ασφάλειας δημιουργείται λόγω του ότι τα 'πράγματα' εκτίθενται άμεσα στις απειλές που υπάρχουν στο διαδίκτυο από τους άφθονους πόρους και τις κακόβουλες οντότητες.

Μια προτεινόμενη λύση για το πρόβλημα του IP στο διάστημα των πραγμάτων είναι η αρχιτεκτονική SNAIL (All IP world)[1] όπου περιλαμβάνει τέσσερα πρωτόκολλα δικτύων επικοινωνίας: το πρωτόκολλο κινητικότητας, το πρωτόκολλο ενεργοποίησης ιστού, το πρωτόκολλο χρονικού ιστορικού συγχρονισμού και το πρωτόκολλο ασφάλειας. Για την λύση στο πρόβλημα της κινητικότητας η αρχιτεκτονική SNAIL χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο κινητικότητας 'MARIO' όπου υποστηρίζει Intra-PAN και Inter-PAN παράδοση με βελτιστοποίηση διαδρομών για 6LoWPAN. Το πρωτόκολλο 'MARIO' είναι βασισμένο στην ιδέα του πρωτοκόλλου κινητικότητας MIPv6. Για μια Intra-PAN παράδοση το 'MARIO' χρησιμοποιεί ένα τροποποιημένο HiLow που εξετάζει και λειτουργεί την δρομολόγηση και M-HiLow όπου διατηρούνται χωριστά οι διευθύνσεις για τους κινητούς κόμβους και στους στατικούς κόμβους και χρησιμοποιεί ένα κατάλογο προηγούμενων κόμβων για να διαβιβαστούν τα πακέτα που προορίζονται για τους κινητούς κόμβους. Στην περίπτωση που έχουμε να παραδώσουμε inter-PAN όταν ανιχνεύεται από τον κόμβο-συνεργατών η μετακίνηση των κινητών κόμβων, τότε στέλνει μήνυμα προ-ρυθμίσεων με τις πληροφορίες του κινητού κόμβου. Οι πληροφορίες αυτές αποθηκεύονται από τους υποψήφιους ξένους πράκτορες (candidate foreign agents), οι κόμβοι συνεργατών δίνουν και τις πληροφορίες των καναλιών στους κινητούς κόμβους όπου ο κινητός κόμβος μπορεί να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες

καναλιών για να ανιχνεύσει επιλεκτικά ένα κανάλι χωρίς να πρέπει να ανιχνεύσει όλα τα κανάλια. Με αυτό τον τρόπο μειώνουμε την καθυστέρηση στην ανεύρεση καναλιών και στην δεσμευτική καθυστέρηση ανταλλαγής μηνυμάτων.



Εικόνα 2.1.1 MARIO Architecture

Για το πρόβλημα του web enablement η αρχιτεκτονική SNAIL έρχεται να δώσει λύση με το πρωτόκολλο ενεργοποίησης ιστού όπου έχει ως σκοπό να εξυπηρετήσει όσο το δυνατό πιο καλά το πλούσιο περιεχόμενο που υπάρχει στο διαδίκτυο και να μειώσει τα γενικά έξοδα των κόμβων αισθητήρων χωρίς να πρέπει να στερηθεί την διαλειτουργικότητα. Για να καταφέρει να υλοποιήσει το σκοπό του το πρωτόκολλο ενεργοποίησης ιστού χρησιμοποιεί HTTP/TCP και διανέμει την κυκλοφορία στους κεντρικούς υπολογιστές παρουσίασης και κόμβους αισθητήρων. Τα περιεχόμενα ιστού χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τα πραγματικά στοιχεία όπου είναι δυναμικά και τα πρότυπα παρουσίασης όπου είναι στατικά και διαμοιρασμένα στο διαδίκτυο. Τα πρότυπα παρουσίασης επεξεργάζονται από τους κεντρικούς υπολογιστές παρουσίασης και τα πραγματικά στοιχεία επεξεργάζονται από τους κόμβους αισθητήρων ενός κεντρικού υπολογιστή δικτύου.

Οι κεντρικοί υπολογιστές διαχειρίζονται τις πληροφορίες των διευθύνσεων IP που αντιστοιχούν σε μια περιοχή κόμβων και οι υπολογιστές παρουσίασης χρησιμοποιούν τα πρότυπα για την επεξεργασία των στοιχείων. Ο κάθε κεντρικός υπολογιστής παρουσίασης ορίζει τους δικούς του κόμβους αισθητήρων και ο κάθε κόμβος αισθητήρων μπορεί να έχει πολλούς διανεμημένους κεντρικούς υπολογιστές όπου αυτό

εξαρτάται από την κατασκευή του κόμβου ή τον τύπο εφαρμογής του κόμβου αισθητήρων. Στην συνέχεια μια πύλη εκτελεί συμπίεση και αποσυμπίεση των επιγραφών HTTP/TCP/IP για να μπορέσει να καλύψει το εύρος ζώνης του δικτύου με τη χρήση της διαλειτουργικότητας. Τέλος οι κόμβοι αισθητήρων λειτουργούν ως κεντρικοί υπολογιστές δικτύου και μπορούν να εξυπηρετήσουν τα στοιχεία που έχουν ,μέσω των υπηρεσιών του ιστού. Με αυτή όλη την διαδικασία, το πρωτόκολλο ενεργοποίησης ιστού μας βοηθά να εξυπηρετήσουμε τις μεγάλες επιγραφές και να μειώσουμε τα γενικά έξοδα που θα έχουμε όταν εξυπηρετούμε τις μεγάλες επιγραφές.

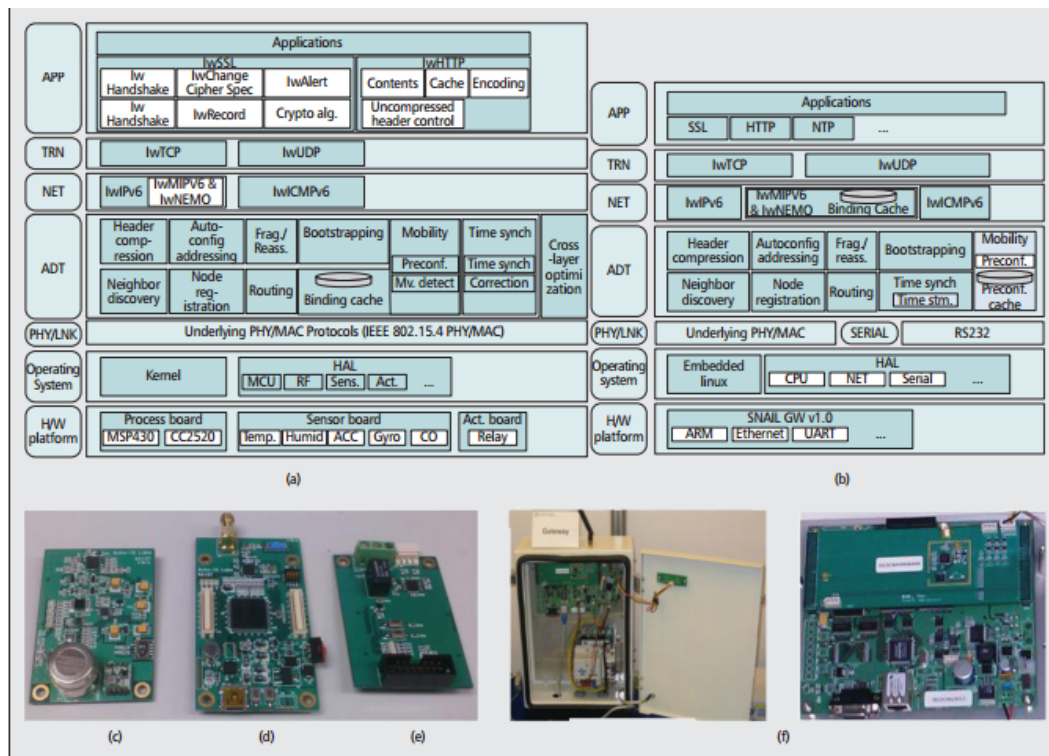
Η αρχιτεκτονική SNAIL μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα του χρονικού συγχρονισμού με το πρωτόκολλο του χρονικού συγχρονισμού. Το πρωτόκολλο αυτό έχει δύο φάσεις, την φάση συγχρονισμού πυλών και την φάση συγχρονισμού LoWPAN το οποίο ρυθμίζει το χρόνο αναφοράς από τη πύλη. Οι δύο αυτές φάσεις δουλεύουν ως εξής: στη φάση συγχρονισμού πυλών η πύλη 6LoWPAN διορθώνει το χρόνο με την ανταλλαγή των χρονικών πακέτων αιτήματος και απάντησης με ένα κεντρικό υπολογιστή. Στην συνέχεια στην φάση συγχρονισμού LoWPAN οι κόμβοι αισθητήρων συγχρονίζουν τον χρόνο τους με την πύλη που συγχρονίστηκε με τον κεντρικό υπολογιστή χρησιμοποιώντας πακέτα συγχρονισμού. Όταν στέλνετε ένα χρονικό αίτημα η πύλη στέλνει σαν απάντηση δυο μηνύματα, το ένα αφορά το χρόνο αναφοράς και ένα μήνυμα χρονικού λάθους που περιλαμβάνει όλες τις καθυστερήσεις. Όταν λαμβάνετε ένα αίτημα η πύλη στέλνει το μήνυμα του χρόνου αναφοράς υπολογίζοντας τη χρονική διαφορά μεταξύ του σφραγισμένου χρόνου αναφοράς και του τελικού χρόνου μετάδοσης του μηνύματος, στην συνέχεια η πύλη στέλνει ένα μήνυμα με την υπολογισμένη χρονική διαφορά. Όταν οι ενδιαμέσοι κόμβοι αισθητήρων λαμβάνουν το μήνυμα της υπολογισμένης χρονικής διαφοράς αποθηκεύουν το μήνυμα αναφοράς και το μεταδίδουν στον επόμενο hop.

Ακόμη, υπολογίζουν τη χρονική διαφορά του λαμβανομένου χρόνου του μηνύματος της χρονικής διαφοράς και του χρόνου της τελικής μετάδοσης για την αποστολή. Όταν λαμβάνεται το μήνυμα συνέχισης, οι ενδιαμέσοι κόμβοι αρχίζουν να ρυθμίζουν το χρόνο τους στον αποθηκευμένο χρόνο αναφοράς συν το χρόνο του χρονικού λάθους που λαμβάνει από το μήνυμα συνέχειας. Στην συνέχεια στέλνει μήνυμα συνέχειας στον

επόμενο hop. Με αυτή όλη τη διαδικασία μειώνουμε σημαντικά τις καθυστερήσεις στους ενδιάμεσους κόμβους.

Τέλος η αρχιτεκτονική SNAIL με το πρωτόκολλο ασφαλείας κατάφερε να σχεδιάσει ένα σύστημα κρυπτογράφησης, το elliptic curve cryptography (ECC) όπου μπορούν όλα τα πράγματα να διαδοθούν στο διαδίκτυο χωρίς να διατρέχουν κίνδυνο στην ασφάλεια τους. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο αρχείων που έχει ως στόχο να εξασφαλίσει ότι ένα μήνυμα εφαρμογής μπορεί να διαβιβαστεί με την κρυπτογράφηση αρχείου. Επιπλέον χρησιμοποιεί hashing για να παράγει τα ‘κύρια μυστικά’ και συμμετρικά κλειδιά. Ακόμη το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα alert and cipher για να μειώσουν το μέγεθος των επιγραφών χωρίς απώλειες και το handshake protocol για να μπορέσει να μοιραστούν ένα χώρο κρυπτογράφησης ένας πελάτη με ένα κεντρικό υπολογιστή. Το πρωτόκολλο ασφαλείας έχει ακόμη το πλεονέκτημα του γρηγορότερου υπολογισμού σε σχέση με την απόδοση της μειωμένης απαίτησης μνήμης και χαμηλά έξοδα μετάδοσης.

Συμπεραίνουμε πως από την αρχιτεκτονική SNAIL είναι ότι μπορεί να λύσει άμεσα το πρόβλημα της προσαρμογής του IP στο διάστημα των πραγμάτων, έχει πολύ θετικά χαρακτηριστικά και δεν χρειάζεται περεταίρω ανάπτυξη στο μέλλον. Έτσι το πρόβλημα αυτό θεωρείτε ένα κλειστό θέμα(close issue).



Εικόνα 1.1.3 SNAIL architecture and platform

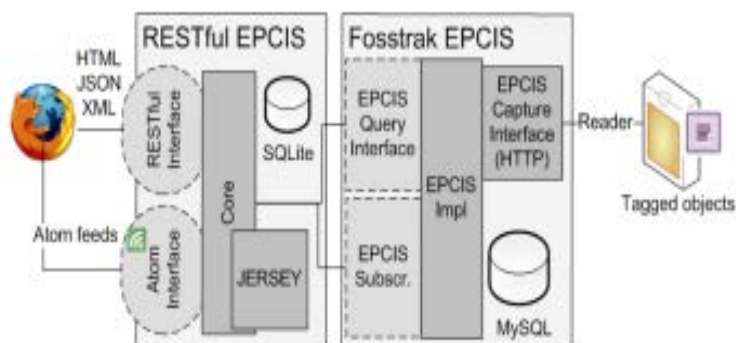
1.2 Αρχιτεκτονικές του WoT

Ένα μεγάλο βήμα για την πραγματοποίηση του οράματος του IoT είναι η ανάπτυξη και η άμεση σύνδεση των φυσικών συσκευών και υπηρεσιών στον κόσμο του internet of things. Τα περισσότερα φυσικά αντικείμενα στον κόσμο, όπως τα δίκτυα αισθητήρων, ενεργοποιητές, οι ενσωματωμένες συσκευές και τα καθημερινά ψηφιακά αντικείμενα δεν έχουν ακόμη καταφέρει να συνδεθούν με επιτυχία στον κόσμο του IoT. Μια λύση για αυτό το πρόβλημα είναι η ενσωμάτωση των φυσικών αντικειμένων ή αλλιώς έξυπνων πραγμάτων, όχι μόνο στο διαδίκτυο αλλά και στον ιστό (web), δηλαδή στο στρώμα εφαρμογής. Η σύνδεση των έξυπνων πραγμάτων στον ιστό μας δίνεται πιο εύκολα αφού μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορα εργαλεία που έχει ο ιστός όπως οι μηχανές αναζήτησης, οι γλώσσες προγραμματισμού (π.χ. HTML) και οι τεχνικές αλληλεπίδρασης. Όλα αυτά μπορούν άμεσα να εφαρμοστούν στον πραγματικό κόσμο.

Για την υλοποίηση του ιστού των πραγμάτων (WoT) απαιτείται να επεκταθεί ο ήδη υπάρχοντας ιστός έτσι ώστε τα πραγματικά αντικείμενα και οι ενσωματωμένες συσκευές να μπορούν να συνδεθούν με αυτόν χωρίς προβλήματα. Μέχρι τώρα για την

ένωση αυτή χρησιμοποιούσαμε τα πρωτόκολλα του ιστού ως πρωτόκολλα μεταφοράς, τώρα όμως θα κάνουμε τις συσκευές ένα κύριο κομμάτι του ιστού με την χρησιμοποίηση του HTTP ως πρωτόκολλο στρώματος εφαρμογής. Για την υλοποίηση αυτή έχει δημιουργηθεί ένα νέο αρχιτεκτονικό είδος, το REST [26] (representational state transfer). Το REST δεν είναι ένα συγκεκριμένο σύνολο τεχνολογιών, έτσι για αυτό τον λόγο η κεντρική του ιδέα περιστρέφεται γύρω από την έννοια των πόρων δηλαδή οποιαδήποτε φυσικά αντικείμενα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ή να αντιμετωπιστούν. Ακόμη, το REST βασίζεται σε πέντε περιορισμούς, ο πρώτος αναγνωρίζει τους πόρους μέσω Uniform Resource Identifiers (URI) για να καταφέρει να ενωθεί μαζί τους. Ο δεύτερος περιορισμός αφορά τη διαθεσιμότητα των πόρων μέσω μιας ομοιόμορφης διεπαφής με την οποία θα μπορεί να αλληλεπιδρά. Αυτή η βασική διεπαφή μέσω της οποίας θα χρησιμοποιηθούν οι πόροι είναι η HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Ο τρίτος περιορισμός είναι η μορφή των πόρων η οποία διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την αλληλεπίδραση των χρηστών με τους κεντρικούς υπολογιστές χωρίς να χρειάζονται ιδιαίτερες διαπραγματεύσεις. Αυτό γίνεται λόγω της χρησιμοποίησης του HTML (HyperText Markup Language). Ο τέταρτος περιορισμός αφορά τους χρήστες των RESTful υπηρεσιών οι οποίοι πρέπει να χρησιμοποιούν τους πόρους που βρίσκονται σε σύνδεση για να αλληλεπιδρούν με τις υπηρεσίες. Ο πέμπτος και τελευταίος περιορισμός που χρησιμοποιεί το REST είναι ότι απαιτεί όλα τα αιτήματα που έρχονται από τους χρήστες να είναι αυτόνομα, δηλαδή να μην έχουν κάποια σχέση με προηγούμενα αιτήματα. Με αυτό τον τρόπο δεν απαιτείται από τους servers να κρατούν οποιαδήποτε πληροφορία του χρήστη. Αυτός ο περιορισμός μπορεί να πετύχει με την χρησιμοποίηση HTTP ο οποίος χρησιμοποιεί αυτή την μέθοδο.

Το είδος αρχιτεκτονικής REST είναι ακόμη ενεργό θέμα οπου δεν έχει ακόμη μελετηθεί για πιο περίπλοκα μοτίβα αλληλεπίδρασης. Όμως βάση των υφιστάμενων στόχων για τον σχεδιασμό του ιστού όπου είναι δισεκατομμύρια διαθέσιμες φυσικές συσκευές και συνδεδεμένοι χρήστες να μπορούν να ενωθούν στον ιστό με παράλληλα εκατομμύρια ταυτόχρονες αλληλεπιδράσεις με ένα παροχέα υπηρεσιών και ένα ποσοστό να αλληλεπιδρούν διαρκώς, τότε συμπεράνουμε ότι το αρχιτεκτονικό είδος REST για τον ιστό των πραγμάτων είναι αποτελεσματικό και δεν χρειάζεται περεταίρω ανάπτυξη σε αυτό το συγκεκριμένο τομέα.



Εικόνα 1.2.1 Architecture of the RESTful EPCIS based on the Jersey RESTful framework and deployed on top of the Fosstrak EPCIS

Ένα άλλο μεγάλο θέμα που καλούμαστε να αναπτύξουμε για τα φυσικά αντικείμενα είναι ο εντοπισμός τους όταν δεν υπάρχουν από μόνα τους. Το σημαντικότερο βήμα για το αρχιτεκτονικό είδος REST είναι ο προσδιορισμός των πόρων που πρέπει να διατεθούν, δηλαδή, για ένα ιστό πρέπει να προσδιοριστούν όλα τα φυσικά αντικείμενα. Κάποιες φορές όμως αυτά τα φυσικά αντικείμενα περιλαμβάνονται μέσα σε ομάδες ή σενάρια στα οποία αξιολογούνται. Σε πολλά σενάρια έξυπνων πραγμάτων υπάρχουν οι συλλογές των πραγμάτων δηλαδή είναι κάποιες κατηγορίες που βασίζονται σε ορισμένες ιδιότητες των πραγμάτων ή σε σενάρια εφαρμογών. Αυτό το πρόβλημα λύνεται με την χρησιμοποίηση το ATOM με το οποίο ο ιστός έχει ένα σταθερό και restfull πρότυπο για να μπορεί να αλληλεπιδράσει με τις συλλογές των πραγμάτων. Το ATOM χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Atom Publishing Protocol (AtomPub or APP) το οποίο διαβάζει τις αλληλεπιδράσεις με την πρόσβαση στις συλλογές των πραγμάτων. Το πρωτόκολλο αυτό είναι πολύ βοηθητικό για τον λόγο ότι είναι restfull και πολύ απλό στην διαδικασία που δουλεύει, αφού η αλληλεπίδραση με τις ροές δεδομένων των πραγμάτων βασίζεται σε απλές εργασίες τύπου GET που αποθηκεύονται προσωρινά μέχρι να ολοκληρωθούν. Σε αυτό το απλό σενάριο το ATOM είναι πολύ αποδοτικό και δεν χρειάζεται περαιτέρω ανάπτυξη και έτσι θεωρώ ότι έχει ολοκληρωθεί το θέμα αυτό.

Από την άλλη, στα πιο εξελιγμένα και πολύπλοκα σενάρια που χρησιμοποιούν ροές, τα οποία έχουν την δυνατότητα να υποστηρίζουν ερωτήσεις δεν έχουμε ακόμη πρότυπα να αναπτύξουμε. Σε αυτά τα σενάρια πρέπει να αναπτυχθούν άμεσα λύσεις για τον λόγο

ότι χρόνο με το χρόνο η ανάπτυξη του IoT γίνεται πιο πολύπλοκη και θα χρειαστούν άμεσα αυτά τα σενάρια.

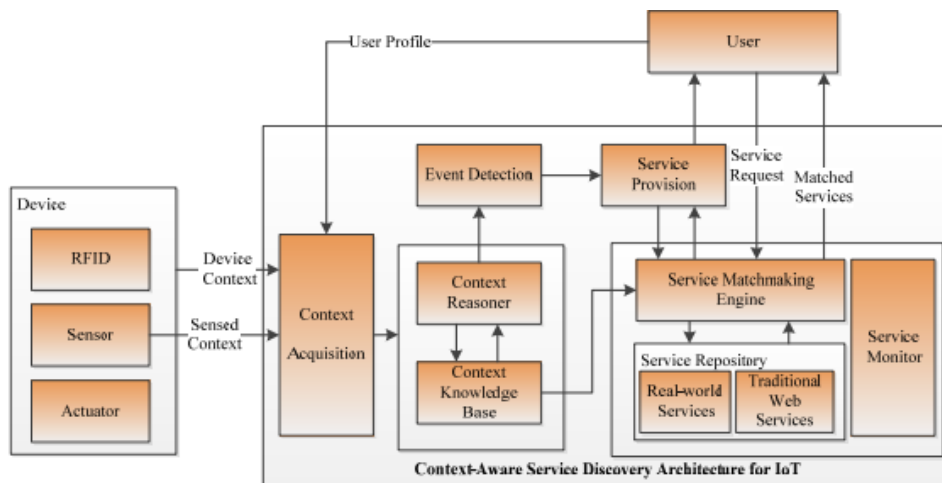
Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πριν ο σκοπός του IoT είναι να καταφέρει να ενώσει τον φυσικό κόσμο με τον ψηφιακό κόσμο και όλες οι συσκευές να μπορούν να λειτουργούν ως πραγματικές υπηρεσίες όπου θα μπορούν να αλληλεπιδρούν γενικά με το περιβάλλον ή και με άλλες συσκευές. Με την αλληλεπίδραση αυτή θα μπορούν να επικοινωνούν, να ανταλλάζουν στοιχεία, πληροφορίες και γενικά να μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα στα γεγονότα που γίνονται στο περιβάλλον. Αυτή όλη η διαδικασία δεν μπορεί να ολοκληρωθεί με την υπάρχουσα τεχνολογία και ειδικότερα με τα παραδοσιακά πλαίσια ενημέρωσης (context-aware) των υπηρεσιών του ιστού, όπου δεν είναι κατάλληλα λόγω των διαφορών που υπάρχουν μεταξύ των υπηρεσιών στον πραγματικό κόσμο και των ήδη παραδοσιακών υπηρεσιών του ιστού. Οι διαφορές αυτές βασίζονται στο ότι οι υπηρεσίες στον πραγματικό κόσμο δουλεύουν με συσκευές που βρίσκονται στο φυσικό κόσμο και παρέχουν σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση των συσκευών αυτών. Αντίθετα οι παραδοσιακές υπηρεσίες ιστού βασίζονται εξ ολοκλήρου σε εικονικές οντότητες.

Ακόμη μια μεγάλη διαφορά είναι ότι οι πραγματικές υπηρεσίες χρησιμοποιούν συσκευές που έχουν περιορισμένες δυνατότητες όπως υπολογιστικής ικανότητας και μπαταρίας, κάτι που δεν έχουν οι παραδοσιακές υπηρεσίες του ιστού οι οποίες αναπτύσσονται σε υπολογιστές σε πλούσιους πόρους.

Για να μπορέσουν να λυθούν τα προβλήματα και να ενωθεί ο φυσικός με τον πραγματικό κόσμο έχει αρχίσει να υλοποιείται μια νέα αρχιτεκτονική πλαισίου ενημέρωσης (context-aware) που θα παρέχει αποτελεσματική υποστήριξη των έξυπνων υπηρεσιών του ιστού στο IoT. Η καινούργια αυτή αρχιτεκτονική βασίζεται σε κάποια χαρακτηριστικά. Το πρώτο χαρακτηριστικό είναι το context acquisition όπου είναι υπεύθυνο για την συλλογή πληροφοριών από τις διάφορες πηγές, την μετατροπή τους και την αποθήκευση τους στην βάση γνώσεων του πλαισίου. Το δεύτερο χαρακτηριστικό είναι το context knowledge base όπου αποθηκεύει πληροφορίες του πλαισίου που προέρχονται από περιβάλλοντα χαμηλού επιπέδου. Ακόμη είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των πληροφοριών που υπάρχουν στο πλαίσιο. Το τρίτο

χαρακτηριστικό της νέας αρχιτεκτονικής είναι το context – reasoner που είναι υπεύθυνο στο να παρέχει υπηρεσίες που προέρχονται από χαμηλού επιπέδου πλαίσια σε υψηλού επιπέδου πλαίσια, να διατηρεί τη συνοχή μεταξύ των συγκρούσεων του πλαισίου γνώσης και του πλαισίου αποφασιστικότητας(resolve context). Το τέταρτο χαρακτηριστικό είναι το service provision το οποίο αποθηκεύει ξεχωριστά τις παραδοσιακές υπηρεσίες του ιστού από τις υπηρεσίες του πραγματικού κόσμου. Το πέμπτο και τελευταίο χαρακτηριστικό είναι το event detection and service provision το οποίο ανιχνεύει εάν τα γεγονότα που συμβαίνουν είναι σύμφωνα με τους κανόνες που έχουν οριστεί. Αυτή η διαδικασία γίνεται για να μπορέσει να εξυπηρετηθεί το δυναμικό περιβάλλον που δημιουργείται από την παροχή έξυπνων υπηρεσιών.

Η νέα αρχιτεκτονική πλαισίου ενημέρωσης (context-aware) έχει δημιουργηθεί για να μπορέσει να παρέχει μια πιο αποδοτική υποδομή για την υποστήριξη των έξυπνων συσκευών στο internet of things. Σχετικά συμπεράσματα δεν μπορούμε να βγάλουμε σε αυτό το στάδιο για το λόγο του ότι το νέο αυτό πλαίσιο είναι σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, δεν έχουν γίνει όλα τα απαραίτητα πειράματα και δεν έχουν εξεταστεί όλα τα σενάρια για μια σωστή αξιολόγηση. Για αυτό το λόγο το θέμα προϋποθέτει επιπρόσθετη μελλοντική ανάπτυξη όπου θα εξεταστούν περισσότερα και πιο περίπλοκα σενάρια.



Εικόνα 1.2.2 Context-aware service discovery architecture for Internet of Things

1.3 Περιγραφή υπηρεσιών

Με το πέρασμα των χρόνων το διαδίκτυο έχει ξεφύγει από τα στενά συνδεδεμένα δίκτυα των υπολογιστών και έχει γίνει ένα αναπόσπαστο κομμάτι των καθημερινών συσκευών που χρησιμοποιούνται από όλους τους χρήστες. Βάση μελετών που έχουν γίνει, σε λίγα χρόνια ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών στο διαδίκτυο θα είναι μεγαλύτερος από τους συνδεδεμένους χρήστες και των αριθμών των παραδοσιακών υπολογιστών. Για την επιτυχή υλοποίηση αυτού του οράματος πρέπει να ενσωματώνουμε όλα τα αντικείμενα στο World Wide Web (WWW) χρησιμοποιώντας τα γνωστά πρότυπα και σχεδιαγράμματα όπως URIs, HTTP και REST.

Για την υλοποίηση αυτής της ενσωμάτωσης θα εξετάσουμε μια πρωτότυπη λύση που είναι η ενσωμάτωση μικροσκοπικών web server σε κάθε αντικείμενο που θέλουμε να ενώσουμε με το web και η εμφάνιση των πόρων της μέσω Uniform Resource Identifier (URI). Αυτό θα γίνει με την χρησιμοποίηση των εντολών του HTTP POST, GET, PUT and DELETE. Δυστυχώς όμως, πρακτικά ζητήματα όπως η κινητικότητα, το εύρος ζώνης και ενέργειας και τα firewalls and Network Address Translators (NATs) αποτελούν προβλήματα που μας εμποδίζουν να υλοποιήσουμε το όραμα αυτό. Πιο συγκεκριμένα πρέπει να καταφέρουμε να λύσουμε τα κύρια προβλήματα που έχει το URI και τα οποία θα αναλύσω πιο κάτω. Για αρχή πρέπει να λύσουμε το πρόβλημα της διαθεσιμότητας οπού ακόμα και αν η συσκευή είναι σε asleep για να εξοικονομά ενέργεια το URIs της πρέπει να παραμένει ενεργό έτσι ώστε να ανταποκρίνεται, δεύτερο πρόβλημα που πρέπει να λύσουμε είναι της προσβασιμότητας οπού όλα τα URIs πρέπει να είναι προσβάσιμα ακόμα και αν η συσκευή που θέλουμε βρίσκεται σε NAT ή firewall. Τρίτο πρόβλημα είναι το πρόβλημα της σταθερότητας δηλαδή ότι τα URIs που σχετίζονται με τους πόρους δεν πρέπει να αλλάζουν ακόμη και αν μια συσκευή κινείται και αλλάζει το σημείο συνδέσεις με το διαδίκτυο. Τέλος πρέπει να λύσουμε το πρόβλημα της δυνατότητας εύρεσης των πόρων καθώς πρέπει να υπάρχει τρόπος για να ανακαλύψουμε το URIs των πόρων που είναι προσιτά σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

Για να καταφέρουμε να λύσουμε αυτά τα πρακτικά ζήτημα και παράλληλα τα προβλήματα που δημιουργούνται θα εξετάσουμε κάποιες λύσεις μέσω της συσκευή geotracker. Για αρχή θα δούμε πως η συσκευή αυτή μπορεί να λύσει το πρόβλημα των περιορισμών των πόρων. Η web servers που ενσωματώνονται στα αντικείμενα που

χρησιμοποιούμε καθημερινά πρέπει να μπορούν να εξετάζουν τους περιορισμούς που έχουν οι πόροι υπολογίζοντας τη δύναμη των πόρων ,τη κατάσταση των δικτύων και το ευρώ ζώνης και ενεργείας που χρειάζονται οι πόροι. Η συσκευή geotracker για την λύση αυτού του προβλήματος τροφοδοτείται μια φορά κάθε λίγα λεπτά, έτσι ώστε να μπορεί να λάβει την θέση των πόρων και τον υπόλοιπο χρόνο είναι asleep για να εξοικονομά ενέργεια. Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο είναι η ελαχιστοποίηση της κυκλοφορία των στοιχείων, είτε επειδή η συσκευή χρησιμοποιεί μια χαμηλής ισχύος τεχνολογία δικτύωσης (πχ IEEE της 802.15.4) με τα πολύ χαμηλότερα ποσοστά στοιχείων έναντι WiFi και Ethernet ,είτε επειδή η αποστολή των στοιχείων αυξάνει το κόστος ενεργείας που χρειάζεται να λειτουργήσει όπως στην περίπτωση χρησιμοποίησης GPRS. Ένα άλλο πρόβλημα που δημιουργείτε είναι ότι τα XML και HTTP που χρησιμοποιούνται συνήθως για της υπηρεσίες του WWW έχουν παρά πολλά κόστη.

Μια λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η εξειδικευμένες μορφές δεδομένων όπως το αποδοτικό XML (Efficient XML) και η γενική συμπίεση HTTP (general HTTP) όπου μπορούν να μειώσουν τα στοιχεία που μεταφέρονται στο σώμα των μηνυμάτων HTTP. Εντούτοις κάποιες συσκευές πρέπει να μεταφέρουν τα στοιχεία σε μικρές ομάδες (π.χ. η geotracker) και έτσι θα έχουμε αυξημένα κόστη. Για αυτό το πρόβλημα άρχισαν να εξελίσσονται η τεχνικές συμπίεσης επιγραφών HTTP όπου χρησιμοποιών μια ενδιάμεση πύλη για να γίνει η συμπίεση των στοιχείων στη ώρα που συνδέεται ο κεντρικός υπολογιστής με τον πελάτη.

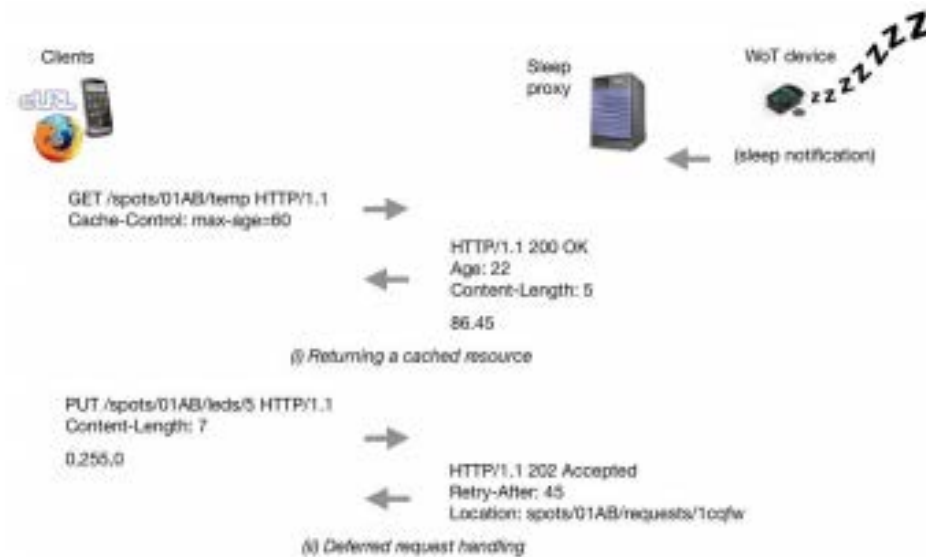
Αντίθετα με τους σταθερούς κεντρικούς υπολογιστές που χρησιμοποιούνται στο WWW ,οι συσκευές που περιέχουν web servers όπως η συσκευή geotracker μπορεί να κινούνται σε όλη την διάρκεια της σύνδεσης τους με αποτέλεσμα η διεύθυνση IP στο διαδίκτυο να αλλάζει, αυτό δημιουργεί το πρόβλημα της κινητικότητας. Οι φορείς παροχής υπηρεσιών DSL και οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύου (cellular network operators) προσφέρουν μονό βραχυπρόθεσμες διεύθυνσης IP με αποτέλεσμα να δημιουργείτε η αντίληψη ότι μια συσκευή κινείται ακόμη και αν δεν κινείται. Κάποιες λύσεις για το πρόβλημα της κινητικότητας είναι το κινητό IP και το δυναμικό DNS. Το κινητό IP επιτρέπει σε μια συσκευή να διατηρεί την αρχική διεύθυνση IP της ακόμη και αν βρίσκεται σε ξένα δίκτυα, αυτό γίνεται καθώς όταν κινείται ο κινητός κόμβος

ειδοποιεί τον εγχώριο πράκτορα (home agent) και αυτό με τη σειρά του εμποδίζει τα πακέτα του κινητού κόμβου να ανοιχτούν στο αρχικό δίκτυο και τα ανοίγει στο δίκτυο στο οποίο βρίσκεται. Η λύση του δυναμικού DNS επιτρέπει σε μια συσκευή να επανασυνδέεται δυναμικά με τον κεντρικό υπολογιστή στη τρέχουσα διεύθυνση IP που βρίσκεται και παράλληλα επιτρέπει και σε άλλες συσκευές που θέλουν να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν στο κεντρικό υπολογιστή (μόνιμο). Εντούτοις ούτε αυτή οι δυο τρόποι μπορούν να λύσουν το προβλήμα όταν μια συσκευή κινηθεί σε ένα ιδιωτικό χώρο διευθύνσεων. Η κινητή IP είναι παρά πολύ προβληματική αφού απαιτεί να γίνουν αλλαγές στον κώδικα λειτουργικών συστημάτων και για αυτό το λόγο υπάρχουν θέματα αφού θα πρέπει να επέμβουν στην NAT και firewall. Ο εγχώριος πράκτορας ή ο δυναμικός DNS κεντρικός υπολογιστής μπορούν να θεωρηθούν ως πληρεξούσιο (proxy) για τη κινητή συσκευή, έτσι δημιουργήθηκε η αρχιτεκτονική δικτύου όπου παγώνει τα πληρεξούσια και δίνει μια λύση στο πρόβλημα αυτό.

Μια δυνατή αρχιτεκτονική δικτύου για το WoT πρέπει να μπορεί να παρέχει κάποιες λειτουργίες. Η λειτουργίες αυτές είναι, πρέπει να μπορούν να δέχονται αιτήματα για συσκευές που είναι asleep, πρέπει να μπορεί να αποθηκεύει προσωρινά τους πόρους για της συσκευές που είναι asleep και να λειτουργεί σαν μέσο για τη μείωση της κίνησης στο δίκτυο. Ακόμη πρέπει να μπορεί να κάνει συμπίεση έτσι ώστε να μικραίνει το δίκτυο και της απαιτήσεις για επεξεργασία των πρωτοκόλλων και πρέπει να μπορεί να είναι ένας routable network end-point όπου θα χρησιμοποιείτε ως κοινός μεσολαβητής για μια συσκευή που θα συνδέεται σε ένα ιδιωτικό δίκτυο πίσω από ένα NAT. Τέλος πρέπει να έχει λειτουργία στη οποία θα διαχειρίζεται τη κινητικότητα.

Η λειτουργία αυτή χωρίζεται σε τρία κομμάτια, (i) την ανίχνευση κίνησης, είτε από το κινητό είτε από κάποιο δίκτυο, (ii) την λειτουργία να ειδοποιεί τη συσκευή ότι μπορεί να χρησιμοποιεί το “home agent” όταν η συσκευή είναι μακριά από το αρχικό δίκτυο της και (iii) στη λειτουργία να ανακατευθύνει τη κυκλοφορία στην τρέχουσα θέση της συσκευής. Για να ελέγξουμε την αρχιτεκτονική αυτή θα εξετάσουμε μια συσκευή με capable of regular HTTP και μια συσκευή που δεν είναι capable of regular HTTP. Η συσκευή που θα εξετάσουμε αρχικά με capable of regular HTTP είναι η geotracker. Στην αρχή χρειάζεται ένα ‘πληρεξούσιο ύπνου’ (sleep proxy) μεταξύ της συσκευής και του πελάτη, το πληρεξούσιο αυτό μπορεί να βρίσκεται στο δημόσιο διαδίκτυο και

μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως σημείο σύνδεσης της συσκευής αφού η συσκευή δεν χρειάζεται κανένα πρωτόκολλο μετάφρασης που να μπλοκάρεται από το firewall. Ακόμη δεν χρειάζεται να βρίσκεται σε συνεχή σύνδεση με μια TCP αφού συνδέεται μόνο όταν η συσκευή βρίσκεται σε awake mode. Στους υπόλοιπους χρόνους η πύλη ή θα ανταποκρίνεται σε ένα αίτημα μέσω των πόρων της κρυφής μνήμης ή θα τα τοποθετεί στην ουρά για να τα εξετάσει μετά. Στην συνέχεια ο πελάτης χρησιμοποιεί το HTTP Cache-Control για να καθορίσει τα κριτήρια freshness και η πύλη ανταποκρίνεται μόνο αν η αποθηκευόμενοι πόροι πληρούν τα κριτήρια αυτά. Αν δεν πλήρη τα κριτήρια περιμένει στη ουρά και στέλλεται ένα μήνυμα HTTP code 202 (Accepted). Το μήνυμα αυτό περιλαμβάνει location header with a URI όπου ο πελάτης μπορεί να βλέπει τα αναβαλλόμενα αιτήματα και ένα Retry-After header όπου η πύλη μπορεί να εκτιμήσει πότε η συσκευή πρέπει να ‘ξυπνήσει’ την επόμενη. Όταν ‘ξυπνήσει’ η WoT συσκευή επαφών της πύλης στέλλει μια ειδοποίηση ότι ‘ξύπνησε’, μια ειδοποίηση κινητικότητας και δημιουργεί ένα κανάλι για την συσκευή αν αυτή βρίσκεται πίσω από NAT / Firewall. Με την σειρά της η συσκευή στέλλει σαν απάντηση αιτήματα στην πύλη, αν κατά την κατάσταση που η συσκευή είναι ‘ξύπνια’ φτάσουν νέα αιτήματα αυτά προωθούνται άμεσα χωρίς να περιμένουν στη πύλη. Στην συνέχεια θα εξετάσουμε τον τρόπο λειτουργίας μια συσκευή που δεν είναι capable of regular HTTP, και συγκεκριμένα θα δούμε μια συσκευή ειδοποιήσεων (alerting device) για κάποιο σενάριο. Η συσκευή αυτή στην αρχή αποκαλύπτει ένα ενιαίο URI “/alert” και την ταχυδρόμηση ενός ακέрайου σε αυτό το URI προκαλώντας ένα buzz στην συσκευή και το flash των LED για κάποια δευτερόλεπτα. Σε αυτό το σενάριο απαιτείται και ένας μεταφραστής πρωτοκόλλου (protocol translator) ο οποίος κάνει μετατροπές μεταξύ του regular HTTP και του native protocol. Η λειτουργικότητα του μεταφραστή πρωτοκόλλου δεν μπορεί να σταθεροποιηθεί στην πύλη του WoT λόγο ότι η ανάγκες του βρίσκονται στο δημόσιο διαδίκτυο και η συσκευή δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει το native protocol μέσω του firewall σε αυτή στη πύλη. Ένας κοινός μεταφραστής πρωτοκόλλου μπορεί να υποστηρίξει πολλαπλές συσκευές και πρέπει να μπορεί να ανακαλύπτει ποιες συσκευές βρίσκονται κοντά του και για κάθε συσκευή που βρίσκει κοντά του πρέπει να στέλλει μήνυμα διαθεσιμότητας.

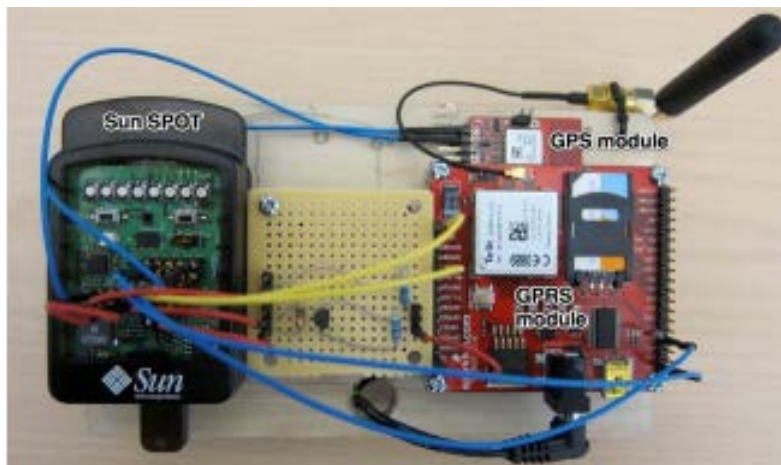


Εικόνα 1.3.1 sleep proxy can ensure availability of URIs associated with a duty-cycled WoT device even while the device sleeps

Ένα άλλο πρόβλημα που θα δούμε τώρα είναι η ανακάλυψη των πόρων έτσι ώστε να μπορεί να αλληλεπιδρά με ένα πελάτη. Για αρχή για να καταφέρει ένας πελάτης να αλληλεπιδρά με ένα πόρο πρέπει να έχει το URI του, κάθε URI είναι μοναδικό και έχει μακρά διάρκεια ζωής. Οι πελάτες πρέπει να είναι σε θέση να ανακαλύπτουν δυναμικά ποιες είναι οι διαθέσιμες συσκευές και τι πόρους μπορούν να προσφέρουν. Για να ανακαλύψουμε τους διαθέσιμους πόρους σε μια συσκευή ή για να αναζητήσουμε ένα συγκεκριμένο πόρο σε μια συσκευή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το DNS-Based Service Discovery και όταν η συσκευές υποστηρίζουν IP πρέπει να χρησιμοποιήσουμε πρότυπα IP. Στην περίπτωση που η συσκευή δεν είναι γνωστή πρέπει να μπορεί να μεταδίδει τα αιτήματα για ανεύρεση των πόρων στις υπόλοιπες συσκευές που βρίσκονται στο τοπικό δίκτυο. Ένας τρόπος είναι με τη χρησιμοποίηση Multicast DNS (mDNS) και ο άλλος είναι αντί να μεταδίδει ένα-ένα αίτημα κάθε φορά να εγγραφούν όλοι οι πόροι σε ένα αρχείο και όταν ο πελάτης χρειάζεται ένα πόρο να στέλνει αίτημα στο αρχείο αυτό. Τα πλεονεκτήματα από αυτόν τον τρόπο είναι ότι δεν χρειάζεται να είσαι στο τοπικό δίκτυο για ανακάλυψη πόρων και ακόμη διευκολύνει πιο σύνθετες αναζητήσεις για το λόγο ότι χρησιμοποιείτε mDNS.

Στο πιο πάνω κείμενο έχουμε δει τα προβλήματα που δημιουργούνται στη προσπάθεια ένωσης των συσκευών στο WWW, έτσι ώστε να καταφέρουμε να υλοποιήσουμε το

όραμα του IoT. Στην προσπάθεια μας να λύσουμε τα προβλήματα αυτά χρησιμοποιήσαμε τη συσκευή geotracker και είδαμε μια καινούργια αρχιτεκτονική ,την αρχιτεκτονική δικτύου. Τα συμπεράσματα που βγαίνουν είναι ότι τα προβλήματα της διαθεσιμότητας, της προσβασιμότητας, της σταθερότητας και το πρόβλημα της δυνατότητας εύρεσης των πόρων έχουν λυθεί και δεν χρειάζονται περεταίρω ανάπτυξη στο μέλλον. Όμως κατά την άποψη μου αυτό που πρέπει να αναπτυχτεί σε μια σχετική εργασία στο μέλλον είναι η λύση αυτών των προβλημάτων με μια διαφορετική συσκευή που δεν θα έχει τα χαρακτηριστικά της geotracker. Ακόμη πρέπει να ελέγξουμε σε σχετική εργασία στο μέλλον την αρχιτεκτονική δικτύου με διαφορετικές συσκευές και να βγάλουμε σχετικά συμπεράσματα.



Εικόνα 1.3.2 A Geotracker prototype built by attaching the Sun SPOT to GPS and GPRS modules

Κεφάλαιο 2 – Αλληλεπίδραση

2.1 Σημασιολογία

2.2 Τύποι αλληλεπίδρασης

2.1 Σημασιολογία

Ένα μεγάλο κομμάτι της ανάπτυξη του οράματος του IoT όπως έχουμε αναφέρει είναι η σύνδεση των συσκευών - αντικειμένων στο World Wide Web(WWW), έτσι ώστε να καταφέρουν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Το Web αυτό περιέχει συνδεδεμένα έγγραφα, που όμως τα περιεχόμενα τους δεν μπορούν να αξιοποιηθούν από τους υπολογιστές με αποτέλεσμα να μην μπορούν να επεξεργασθούν με αυτοματοποιημένο τρόπο. Για την λύση αυτού του μεγάλου προβλήματος άρχισε να αναπτύσσετε και να επεκτείνετε ο Σημασιολογικός Ιστός. Τα δεδομένα που χρειάζεται σήμερα μια εταιρία, μια συσκευή, ακόμη και ένα νοικοκυριό είναι διαφορετικά από τα δεδομένα που θα χρειάζεται αύριο, τον άλλο μήνα ή ακόμη και τα επόμενα χρόνια. Οι αλλαγές αυτές απαιτούν μια προσέγγιση διαχείρισης πληροφοριών που να μπορεί να συνδέει δεδομένα και πληροφορίες από οποιαδήποτε πηγή και σε οποιαδήποτε μορφή χωρίς μεγάλο και συνεχή σχεδιασμό.

Με την γρήγορη διάδοση των έξυπνων κινητών συσκευών, οι άνθρωποι μπορούν να έχουν πρόσβαση σχεδόν οπουδήποτε στο διαδίκτυο ανά το παγκόσμιο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη ποσότητα πληροφοριών στο διαδίκτυο καθώς και τη σημαντική αύξηση των υπηρεσιών εξυπηρέτησης τοποθεσιών (real time location service) και υπηρεσίες πραγματικότητας (reality services) όπως layer, foursquare, facebook's places. Η ανάπτυξη αυτή ανάγκασε την χρήση αισθητήρων έξυπνων συσκευών σε μια ευρέως χρήση (π.χ. multiple axis gyro sensor, accelerometer sensor, proximity sensor, light sensor, GPS and digital compass). Οι πληροφορίες των συσκευών αυτών κυμαίνονται ανάμεσα στο εικονικό και πραγματικό κόσμο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το web να πρέπει να υποστηρίζει ανταλλαγή πληροφοριών καθώς και διαλειτουργικότητα των συσκευών. Έτσι με αυτό το τρόπο στενεύει το πεδίο μεταξύ φυσικών και εικονικών κόσμων και αυξάνει κατά πολύ το μέγεθος και το πεδίο

εφαρμογής του web. Λόγω αυτών των προβλημάτων η σημασιολογική προσέγγιση έγινε επιβεβλημένη, έτσι ώστε τα τεράστια δεδομένα να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά. Με την αντιμετώπιση αυτή εννοούμε την αναζήτηση δεδομένων, ανάλυση των δεδομένων και την συστηματική αποστολή τους στους χρήστες.

Για την χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών αποτελεσματικά στο web αναπτύχθηκε ο σημασιολογικός ιστός (semantic web). Ο σημασιολογικός ιστός μπορεί να χαρακτηριστεί και σαν μια επέκταση του World Wide Web, και τα δεδομένα του ιστού ορίζονται τυπικά και με μορφή οντολογίας έτσι ώστε να μεταφράζονται για της μηχανές. Με την ανάπτυξη του σημασιολογικού ιστού και την ευρύς ανάπτυξη των αισθητήρων για το όραμα του IoT αναπτύχθηκε και το SWOT (σημασιολογικός ιστός των πραγμάτων). Το SWOT είναι ένα νέο πρότυπο υπηρεσιών περιεχομένου και δεδομένων, που παράγονται από τους αισθητήρες. Όμως επειδή η σημασιολογική προσέγγιση είναι δύσκολο να παρέχει κατάλληλη λύση για όλες τις καταστάσεις που θα υπάρξουν στον ιστό και αν όλα τα ακατέργαστα δεδομένα που εξάγονται από τους αισθητές, εισέρθουν στο διαδίκτυο τότε με βάση αυτά τα δύο ζητήματα θα επέλθουν πολλά προβλήματα. Επιπρόσθετα, η συνεχής ανανέωση και διαχείριση των δεδομένων των αισθητήρων θα αυξήσουν το κόστος της πλατφόρμας του διαδικτύου και των υπηρεσιών. Για τη λύση αυτού του προβλήματος θα δούμε ένα νέο περιβάλλον υπηρεσιών που έχει αναπτυχθεί στο σημασιολογικό ιστό και είναι το περιβάλλον SSW (Semantic Sensor Web), το οποίο ελαχιστοποιεί τη διακίνηση δεδομένων που προέρχονται από τους αισθητήρες. Το περιβάλλον αυτό αποτελείται από τη κατανεμημένη αρχιτεκτονική SSW, η οποία χωρίζεται από την SSWP (Semantic Sensor Web Platform) και την πύλη SG (Smart Gateway).

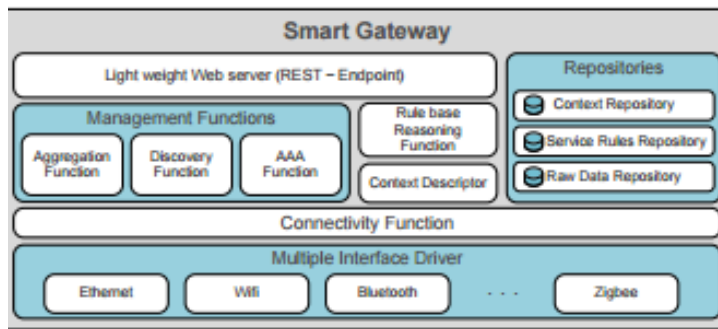
Προτού δούμε την υλοποίησης του SSWP και της πύλης SG, θα πρέπει να δούμε τις απαιτήσεις που έχει ο σημασιολογικός ιστός των πραγμάτων για το περιβάλλον υπηρεσιών SSW έτσι ώστε να υποστηρίζει ένα user-centric context web service. Η πρώτη απαίτηση είναι ένας αισθητήρας οπου θα έχει σύνδεση στο διαδίκτυο, και για να εφαρμοστεί θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα πρωτόκολλο 6LoWPAN. Το πρωτόκολλο αυτό είναι ένα ελαφρύ στρώμα προσαρμογής IPv6 το οποίο επιτρέπει στους αισθητήρες να κάνουν ανταλλαγή πακέτων IPv6 στο Internet. Η επομένη απαίτηση είναι μια σημασιολογική περιγραφή του αισθητήρα και της κινητής συσκευής. Αυτή είναι μια

πολύ σημαντική απαίτηση για το περιβάλλον των υπηρεσιών SSW αφού οι πληροφορίες του πλαισίου πρέπει να βρίσκονται σε μορφή που να μπορεί η μηχανή να τις αναγνωρίζει. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί με την χρησιμοποίηση ενός περιγραφέα πλαισίου (context descriptor) ο οποίος μετατρέπει τις λειτουργίες, την περιγραφή πληροφοριών πλαισίου στην πύλη SG και την σημασιολογική μετάφραση στοιχείων στην SSWP. Η τρίτη απαίτηση που χρειαζόμαστε είναι η μετατροπή των πληροφοριών, δηλαδή αν οι πληροφορίες μιας συσκευής περιλαμβάνονται στη περιγραφή πλαισίου(context description) τότε η υπηρεσία μπορεί να αναζητήσει συσκευές που χρησιμοποιούν ειδική γλώσσα ερωτημάτων(special query language). Αφού πάρουμε όμως τις πληροφορίες αυτές πρέπει να τις μετατρέψουμε. Αυτό θα επιτευχθεί με την βοήθεια του RRF (Rule base Reasoning Function) στην πύλη SG, καθώς θα συλλέγει πληροφορίες μέσω του προγράμματος ανίχνευσης πληροφοριών στην SSWP. Η τετάρτη και τελευταία απαίτηση είναι ότι οι πληροφορίες των καταστάσεων, στατικές και δυναμικές, για τα πλαίσια βάσης(context based) πρέπει να ενσωματωθούν. Για να γίνει αυτό χρησιμοποιούμε αφαίρεση, καταγραφή και διαχείριση των σχετικών υπηρεσιών με τη χρήση SBF (Service Brokering Functions) στο SSWP. Στην συνέχεια λαμβάνοντας τα αιτήματα υπηρεσιών περνούμε τις στατικές πληροφορίες από το φορέα παροχής υπηρεσιών και το περιεχόμενο των πληροφοριών αυτών από την πύλη SG. Στο τέλος με τη υλοποίηση της διαδικασίας αυτής και τη χρησιμοποίηση των πληροφοριών δημιουργείται η υπηρεσία πλαισίου βάσης.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η αρχιτεκτονική SSW αποτελείται από την SSWP (Semantic Sensor Web Platform) και την πύλη SG (Smart Gateway). Η πύλη SG βρίσκεται σε όλες τις περιοχές υπηρεσιών και σκοπός της είναι να αθροίζει τα δεδομένα που παράγονται από τους αισθητήρες και τις συσκευές και να ορίζει τους κανόνες με βάση το πλαίσιο περιγραφής. Ακόμη ένας σκοπός της είναι να στέλνει τις πληροφορίες του πλαισίου (context information) στο SSWP. Για την υλοποίηση του σκοπού της, η πύλη SG αποτελείται από τα πολλαπλά προγράμματα οδήγησης (multiple interface drivers) που υποστηρίζουν διαφορές διασύνδεσης των αισθητήρων και των συσκευών(π.χ. WiFi, ZigBee,), την λειτουργία σύνδεσης, το MF (Management Functions), τον περιγραφέα πλαισίου (the context descriptor), το RRF (Rich Release Format), τα αρχεία καταγραφής και το light weight web server. Σκοπός της λειτουργίας σύνδεσης είναι να παρέχει διαχείριση στον οδηγό πολλαπλών διαπασών και ακόμη να παρέχει σύνδεση

μεταξύ του management functions και των πολλαπλών συσκευών. Η management functions με τη σειρά της αποτελείται από την λειτουργία ανακαλύψεων (discovery function), την λειτουργία συνάθροιση (aggregation function) και από την λειτουργία AAA. Στην αρχή αποθηκεύει τις πληροφορίες για τους κανόνες των πληροφοριών και τις πληροφορίες απαιτήσεων σε αποθήκες καταγραφής για τις συγκεκριμένες λειτουργίες. Στην συνέχεια επικοινωνεί με το SSWP χρησιμοποιώντας το light weight web server που υποστηρίζει APIs το οποίο στηρίζεται στην αρχή του REST. Η λειτουργία της συνάθροισης έχει σαν σκοπό να συλλέγει τα πρωτογενή δεδομένα από τις συνδεδεμένες συσκευές, και να τα αποθηκεύει στο RDR (Raw Data Repository). Ακόμη χρησιμοποιεί τις λειτουργίες pull οι οποίες ενεργοποιούνται από την συνάθροιση για να ικανοποιεί της απαιτήσεις της SSWP και την λειτουργία push η οποία ενεργοποιείται από το RRF όταν ανιχνεύσει κάποια συγκεκριμένη περίπτωση. Η λειτουργία ανακαλύψεων με την σειρά της αναζητά τις κινητές συσκευές που μπορούν να παράγουν την πληροφορία που απαιτείται όπως είχε απαιτηθεί από την αίτηση πληροφοριών και στη συνέχεια κάνει σύνδεση με την συγκεκριμένη συσκευή με σκοπό να αποκτήσει τις πληροφορίες που χρειάζεται. Η λειτουργία AAA καθορίζει τα δικαιώματα των συσκευών που βρίσκονται στο MF και ο περιγραφέας πλαισίου με την σειρά του παράγει τα context information, δηλαδή μετατρέπει τα ακατέργαστα δεδομένα από της συσκευές που βρίσκονται στο MF.

Επιπρόσθετα μια δουλειά του περιγραφέα είναι να επεξεργάζεται τις επιπρόσθετες πληροφορίες (π.χ. θέση) των συσκευών που έχουν σταλεί τα δεδομένα. Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας το κανόνα όπου το SRR, υπάρχει μια κατώτατη τιμή για κάποια ειδικά γεγονότα, η οποία ορίζεται από τη λειτουργία αφαίρεσης της υπηρεσία SSWP. Η RRF παίρνει αποφάσεις σχετικά με τη κατάσταση των συσκευών. Οι αποθήκες των στοιχείων αποτελούν το RDR όπου αποθηκεύει τα ακατέργαστα στοιχεία των συσκευών, το SRR που αποθηκεύει τους κανόνες υπηρεσιών και την αποθήκη CR (Context Repository) που αποθηκεύει τις πληροφορίες πλαισίου που δημιουργήθηκαν από το RRF. Τέλος, ο light weight web server παρέχει συνδέσης API της αρχιτεκτονικής REST που σύνδεε την πύλη SG και την SSWP, για να γίνει η συνδέσει αυτή χρησιμοποιεί μια διαδικασία υπηρεσιών η οποία αποτελείται από την υπηρεσία αιτημάτων (service request) και την διαδικασία ανίχνευσης γεγονότος (event detection procedure).



Εικόνα 2.1.1 Functional architecture of the smart gateway

Το υπόλοιπο μέρος, το οποίο αποτελείται η αρχιτεκτονική SSW είναι η SSWP (Semantic Sensor Web Platform), η πλατφόρμα αυτή μπορεί να παρέχει στο χρήστη ένα κατάλληλο περιβάλλον που δημιουργείται μέσω των πληροφοριών του χρήστη. Η πλατφόρμα αυτή αποτελείται από MF, τον ανιχνευτή πληροφοριών, το SBF, το σημασιολογικό μεταφραστή δεδομένων (semantic data translator), την συλλογιστική λειτουργία (reasoning function), τις αποθήκες των πληροφοριών και τέλος τον web server. Με τη σειρά της η MF αποτελείται από την λειτουργία συνάθροισης, τη λειτουργία AAA και το profile/history της MF. Σκοπός της MF στο SSWP είναι να ανακαλύπτει να επιλεγεί και να ομαδοποιεί τις πληροφορίες σύμφωνα με το αίτημα του SBF. Η δουλειά της λειτουργίας συνάθροισης είναι να επιλέγει τις πληροφορίες πλαισίου (context information) από το SGs με την βοήθεια του ανιχνευτή πληροφοριών. Όταν σε κάποιες περιπτώσεις χρειαζόμαστε περισσότερες πληροφορίες από άλλες υπηρεσίες η λειτουργία ζητά από τον ανιχνευτή επιπλέον πληροφορίες. Με την λειτουργία επιλογής προσπαθεί να βρει μια πύλη SG έτσι ώστε να πάρει τις απαιτούμενες πληροφορίες πλαισίου και να στείλει τις πληροφορίες που περιλαμβάνουν την θέση της πύλης. Η λειτουργία AAA καθορίζει τα δικαιώματα για τις πληροφορίες της πύλης, των υπηρεσιών και των χρηστών που απαιτούνται από την MF και ακόμη είναι υπεύθυνο να παρέχει ασφάλεια στις πληροφορίες. Τέλος, η λειτουργία διαχείρισης profile/history είναι υπεύθυνη έτσι ώστε να χειρίζεται το προφίλ του χρήστη και την ιστορία των υπηρεσιών πληροφοριών και ακόμη να τις αποθηκεύει στο χώρο αποθήκευσης του χρήστη.

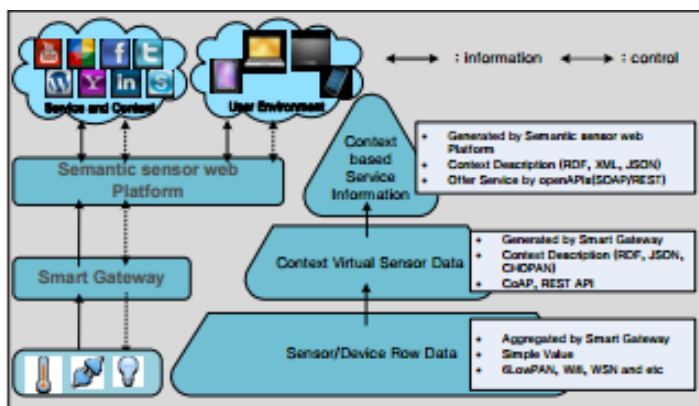
Το δεύτερο μέλος της πλατφόρμας MF είναι το SBF το οποίο αποτελείται από την λειτουργία ανακάλυψης υπηρεσιών (service discovery function) και τη λειτουργία αφαίρεσης υπηρεσιών (service abstraction function). Το SBF αρχικά επικοινωνεί με το

παροχέα υπηρεσιών και περιεχομένου χρησιμοποιώντας τον web server, προσφέρει στον χρήστη περιβάλλον υπηρεσιών και ένα σημείο εισόδου με τη βοήθεια SOAP. Στην συνέχεια η λειτουργία υπηρεσιών ανακάλυψης προσπαθεί να βρει την σχετική υπηρεσία και το περιεχόμενο ανάλογα με την αίτηση και η λειτουργία υπηρεσιών μητρώου (service registry function) διαχειρίζεται το περιβάλλον SSW που δημιουργείται από την πλατφόρμα και αποθηκεύει την πληροφορία αυτή στο SR. Τέλος η λειτουργία αφαίρεσης υπηρεσιών (service abstraction function) συνοψίζει τις πληροφορίες των υπηρεσιών στο SR. Το τρίτο μέλος της πλατφόρμας MF είναι ο σημασιολογικός μεταφραστής δεδομένων (semantic data translator) ο οποίος μετατρέπει τις πληροφορίες των υπηρεσιών και των χρηστών στο πλασιέ περιγραφής τύπο (context description type) και στην συνέχεια τις αποθηκεύει.

Το επόμενο μέλος της πλατφόρμας είναι η συλλογιστική λειτουργία που έχει ως σκοπό να παράγει πληροφορίες υψηλού επιπέδου με την χρήση πολλαπλών πλαισίων πληροφοριών οι οποίες έχουν παραληφθεί από τη SG και από τις πολλές παροχές περιεχομένων. Όπως και στην υλοποίησης της πύλης SG όπου χρησιμοποιούσε αποθήκες για τις αποθήκευση πληροφοριών, οι αποθήκες για την SSWP αποτελούνται από την OR (Ontology Repository), την αποθήκη SR, την SRR και την αποθήκη του χρήστη. Η SR αποθηκεύει τις πληροφορίες της υπηρεσίας που αποκτήθηκε από τη λειτουργία της υπηρεσία αφαίρεσης (service abstraction function) και ο χώρος αποθηκεύει SRR αποθηκεύει τους κανόνες παροχής υπηρεσιών που αποκτήθηκε από τη λειτουργία αφαίρεση υπηρεσιών. Τέλος η αποθήκη του χρήστη αποθηκεύει τις πληροφορίες του χρήστη που αποκτήθηκε από τη λειτουργία διαχείρισης profile/history. Το τελευταίο μέλος της πλατφόρμας ο web server είναι υπεύθυνος να παρέχει SOAP και REST API για τους χρήστες, της υπηρεσίας και τους παροχής περιεχομένου (content provider). Ακόμη μπορεί να παρέχει API για την επικοινωνία μεταξύ της πύλης SG and της SSWP με την διαδικασία εξυπηρέτησης που επιτελείτε από τη διαδικασία δημοσίευσης των υπηρεσιών και τη διαδικασία αίτησης υπηρεσιών.

Ο σημασιολογικός ιστός είναι ένα μεγάλο κομμάτι του οράματος του IoT και ο οποίος μπορεί να λύσει παρά πολλά από τα προβλήματα που έχουμε κατά την είσοδο και κατά την επεξεργασία των δεδομένων στον ιστό. Όμως τα πολλά ακατέργαστα δεδομένα και η συνεχής ανανέωση και διαχείριση των δεδομένων των αισθητήρων που έχουν

αυξήσει σημαντικά τα κόστη του διαδικτύου και των υπηρεσιών, μας οδήγησαν στην ανάπτυξη του περιβάλλοντος SSW. Το περιβάλλον SSW είναι πολύ αποδοτικό και δεν έχει πρόβλημα πού χρίζουν περισσότερης έρευνας και επεξεργασίας. Όμως στο μέλλον θα πρέπει να αναπτυχθεί ένας μηχανισμός αφαίρεσης υπηρεσιών (service abstraction) ο οποίος θα δημιουργεί απαιτήσεις υπηρεσιών(service requirement) και μεταδεδομένων (metadata) Επίσης θα πρέπει να δημιουργηθεί ένας μηχανισμός παραγωγής κανόνων (rule generation mechanism) ο οποίος περιέχει απλούς κανόνες για συλλογισμό και δημιουργία πλαισίου. Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το θέμα αυτό είναι ενεργό (open issue) για μελλοντική δουλειά.



Εικόνα 2.1.2 Information processing levels

2.2 Τύποι αλληλεπίδρασης

Με την συνεχή πρόοδο των τεχνολογιών υπολογισμού όπως είναι οι κινητές συσκευές, έχουμε αναγκαστικά αυξήσει σε μεγάλο αριθμό τις ψηφιακές πληροφορίες και υπηρεσίες στο διαδίκτυο. Παράλληλα με την αύξηση των πληροφοριών και υπηρεσιών, έχει αλλάξει ο τρόπος με τον οποίο τις χρησιμοποιούμε και ακόμη και ο τρόπος που αλληλεπιδρούμε μεταξύ τους. Με την συνεχή ανάπτυξη του IoT τα ψηφιακά δεδομένα των αντικειμένων, ενσωματώνονται στον ιστό και αποκτούν ταυτότητα. Όμως ένα μεγάλο κομμάτι του οράματος του IoT είναι η υλοποίηση μιας πλήρους αλληλεπίδρασης που θα έχουν τα αντικείμενα μεταξύ τους, έτσι ώστε όλες οι διεργασίες που εκτελούνται να γίνονται αυτοματοποιημένες και χωρίς την χρήση ανθρώπινης αλληλεπίδρασης.

Για την πρόσβαση των δεδομένων και υπηρεσιών των φυσικών αντικειμένων στον ιστό, το WoT χρησιμοποιεί διαδεδομένα πρωτόκολλα όπως Hypertext Transfer Protocol (HTTP) και κτίστηκε με βάση της αρχιτεκτονική REST (Representational State Transfer). Ο στόχος είναι να επιτρέπεται στους χρήστες η επαναχρησιμοποίηση των πραγματικών λειτουργιών που παρέχεται από τα έξυπνα πράγματα και η σύνδεση των υπηρεσιών μέσω physical mashups. Αφού όμως τα πλεονεκτήματα για physical mashups εξαρτώνται από τα στοιχεία και τις υπηρεσίες που είναι διαθέσιμες για επεξεργασία, πρέπει να μειωθεί η προσπάθεια για διευκόλυνση του εντοπισμού και της αλληλεπίδρασης με τις συσκευές. Όπως έχουμε σχολιάσει σε προηγούμενη ενότητα η αρχιτεκτονική REST επικεντρώνεται στη δημιουργία σύνδεσης υπηρεσιών που μπορούν εύκολα να επαναχρησιμοποιηθούν. Όμως για την δημιουργία σύνδεσης και επαναχρησιμοποίησης των υπηρεσιών πρέπει να εντάξουμε τις έξυπνες συσκευές στον ιστό. Για αυτό το λόγο δημιουργήθηκε το AutoWoT Deployment Toolkit[15], ένα πρόγραμμα που επιτρέπει την ταχεία ενσωμάτωση των συσκευών στο Web των πραγμάτων. Το AutoWoT υποστηρίζει τον χρήστη στη δημιουργία μιας ιεραρχικής περιγραφής των υπηρεσιών μιας συσκευής και μετά δημιουργεί αυτόματα το λογισμικό του web server που αποκαλύπτει τη λειτουργικότητα που προσφέρεται από την έξυπνη συσκευή. Ακόμη το AutoWoT επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με μια συσκευή που χρησιμοποιεί πολλαπλές μορφές (π.χ. XML, HTML) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με εικονικούς πόρους για αλληλεπίδραση με βάση δεδομένων.

Ακολούθως, θα δούμε τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα και το τρόπο λειτουργίας του λογισμικού AutoWoT. Το πρώτο γνώρισμα είναι, για να μπορέσει ο web server να αρχίσει να παράγει λογισμικό για μια συσκευή, το λογισμικό AutoWoT στην αρχή θα επιτρέπει στο χρήστη να προσδιορίζει τη δομή και τις ιδιότητες του πόρου που αντιπροσωπεύει το φυσικό αντικείμενο και που πρέπει να περιλαμβάνονται στο Web των πραγμάτων μέσω ενός Drag and Drop based GUI. Για την επέκταση ενός υψηλού επιπέδου πόρου ο χρήστης επιλέγει μια από τις προτεινόμενες επιλογές και κάνει drag το αντίστοιχο εικονίδιο στα αριστερά. Στη συνέχεια το AutoWoT ζητά τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την επιλογή που έχει γίνει και όταν εισαχθούν όλες οι ανάλογες πληροφορίες δημιουργεί και εμφανίζει τον πόρο που ταιριάζει. Μετά την

δημιουργία μια δομή πόρων, το AutoWoT, υλοποιεί το πρόγραμμα του web server που συνδέει την συσκευή με τον IoT.

Το δεύτερο γνώρισμα που θα αναλύσουμε είναι το σύστημα σχεδιασμού του AutoWoT-Generated Web Servers. Συγκεκριμένα, ο web server ο οποίος δημιουργείται από το λογισμικό της AutoWoT βασίζεται σε ένα ελαφρύ ανοιχτό πλαίσιο του REST για Java, το Restlet. Έτσι για κάθε πόρο που έχει οριστεί από τον χρήστη το λογισμικό δημιουργεί μια κλάση Java. Στην συνέχεια οι πόροι, οι οποίοι τώρα είναι σε μια ειδική κατηγορία, κληρονομούνται από μια ειδική βάση πόρων και ανάλογα με την κατηγορία που έχουν ταξινομηθεί (Getters, Posters, Putters, Deleters) προκαλούν τη σύνδεση έτσι ώστε να λειτουργήσει η συσκευή.

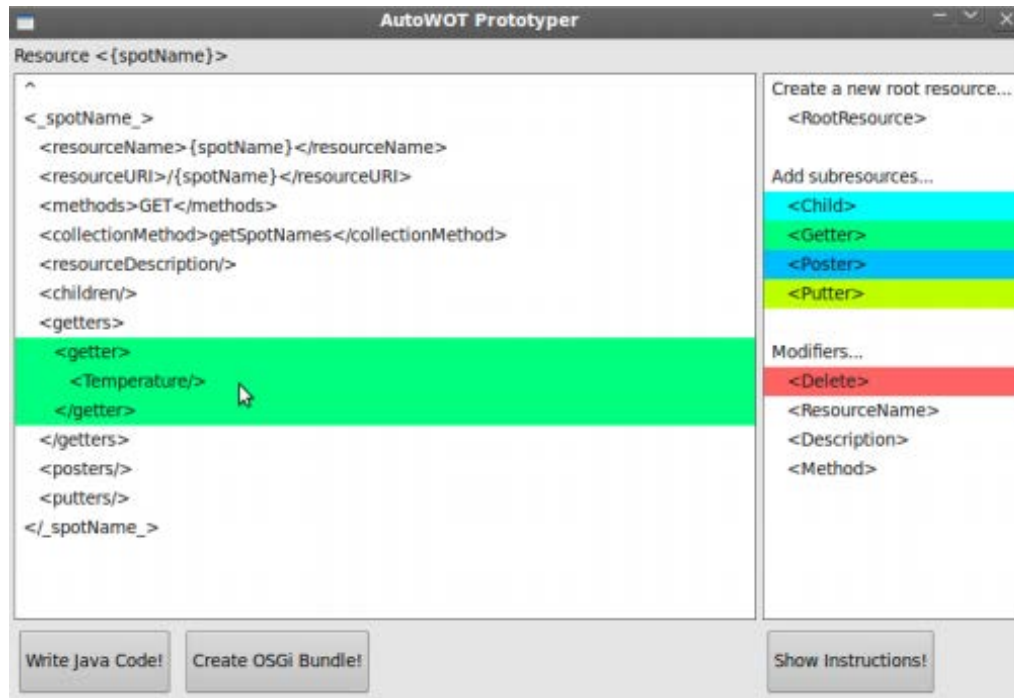
Το τρίτο κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι η αλληλεπίδραση των πόρων του AutoWoT. Αυτό είναι το πιο σημαντικό γνώρισμα για το λόγο ότι ο βασικός σκοπός ενός WoT-enabling web server είναι να παρέχει στους χρήστες του HTTP μια κατάλληλη και ακριβή εκπροσώπηση στις ενεργοποιημένες συσκευές. Για να επιτευχθεί αυτό, ο web server του λογισμικού AutoWoT δημιουργεί τρεις μορφές πόρων, όπου ο πραγματικός πόρος που παραδίνεται στον πελάτη καθορίζεται με την χρησιμοποίηση HTTP accept-header. Η πρώτη μορφή πόρων είναι το HTML όπου για να διευκολύνει την αλληλεπίδραση με το χρήστη για κάθε πόρο δημιουργείται μια HTML/CSS-based website. Αυτές οι βασικές διασυνδέσεις δίνουν στους χρήστες την ικανότητα να πλοηγηθούν μέσα στη δομή των πόρων από συνδέσμους (links) parents/children, να κατανοήσουν τις πληροφορίες που έχει ο κάθε πόρος και να αλληλεπιδράσουν με τα Posters του πόρου. Η δεύτερη μορφή πόρων είναι JSON. Το λογισμικό AutoWoT υποστηρίζει απλή ενσωμάτωση στον ιστό χρησιμοποιώντας το JSON (Object Notation JavaScript) που μπορεί να μεταφράσει άμεσα τα αντικείμενα σε JavaScript και να χρησιμοποιήσει strings που περιγράφουν την αλληλεπίδραση ενός έξυπνου αντικειμένου.

Η τρίτη μορφή πόρων είναι το XML όπου προσφέρεται για την ενίσχυση της διαλειτουργικότητας των πόρων. Το τελευταίο κύριο γνώρισμα που θα δούμε έχει σχέση με τη σημασιολογική σήμανση (Semantic Markup) των πόρων και αναφέρεται στην δυνατότητα που πρέπει να έχουν οι πόροι έτσι ώστε να παρέχουν κάποια είδη πληροφοριών σχετικά με τις υπηρεσίες που παρέχουν για να μπορέσει να γίνεται η

αλληλεπίδραση από machine-to-machine όντος του πλαισίου(context) του Web of Things. Αυτή η σήμανση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια από τους χρήστες για να μπορέσουν να ταξινομήσουν και να κάνουν συνεχή χρήση των πληροφοριών και των λειτουργιών αλληλεπίδρασης που παρέχονται από τον πόρο. Το λογισμικό της AutoWoT δημιουργεί ένα Microformat με βάση τη περιγραφή του πόρου που προκύπτει από τις πληροφορίες που παρέχονται από το χρήστη κατά τη διαμόρφωση των πόρων του ιστού, για να μπορέσει να παρέχει τις πληροφορίες που σχετίζονται με τους πόρους του. Πιο συγκεκριμένα οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται για να παρέχουν σημασιολογική σήμανση για τον πόρο χρησιμοποιώντας hRESTS Microformat το οποίο περιέχει τα στοιχεία που περιγράφουν την δυνατότητα αλληλεπίδρασης για τις λειτουργίες που χρησιμοποιεί το HTTP και συγκεκριμένα GET, POST, PUT και DELETE.

Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω, ένα μεγάλο κομμάτι του οράματος του IoT είναι η υλοποίηση μιας πλήρους αλληλεπίδρασης που θα έχουν τα αντικείμενα μεταξύ τους. Για να γίνει αυτό πρέπει πρώτα όλα τα έξυπνα αντικείμενα να καταφέρουν να συνδεθούν με τον ιστό. Για την ένταξη αυτή έχουμε δει το πρόγραμμα AutoWoT το οποίο είναι ένα πρόγραμμα που επιτρέπει την ταχεία ενσωμάτωση των συσκευών στο Web των πραγμάτων. Τα προτερήματα αυτού του προγράμματος είναι ότι χρησιμοποιεί ένα GUI για να μπορέσει ο χρήστης να ορίσει την ιεραρχική δομή και τις ιδιότητες μιας έξυπνης συσκευής η οποία θα ενσωματωθεί στο WoT. Ακόμη το AutoWoT έχει την ιδιότητα να δημιουργεί πολλαπλές αναπαραστάσεις για τους πόρους του ιστού και να τους επεξεργάζεται, με σημασιολογική σήμανση σχετικά με τις λειτουργίες και τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης τους. Αυτό είναι πολύ θετικό επειδή βοηθά σε πολλά σενάρια όπου οι μηχανές χρησιμοποιούν και επεξεργάζονται αυτές τις αναπαραστάσεις όπως για παράδειγμα όταν χρειάζεται να δημιουργηθεί αυτόματη διεπαφή χρήστη ή ακόμα και για να επιτρέπει η πλήρης αυτοματοποιημένη αλληλεπίδραση μεταξύ μηχανών. Παρόλο που το λογισμικό της AutoWoT έχει θετικά στοιχεία, χρειάζεται επιπρόσθετη προσπάθεια και εξέλιξη για να γίνει πλήρες. Για παράδειγμα πρέπει να επεκταθεί το βασικό μοντέλο των πόρων για να ενισχυθεί η εκφραστικότητα σε σχέση με περισσότερες ιδιότητες των πόρων οι οποίες υπάρχουν ή μπορεί να δημιουργούν στα επόμενα χρόνια. Ακόμη, πρέπει να βελτιωθεί η χρήση του toolkit και το πρόγραμμα να αναπτύξει ένα καλύτερο περιβάλλον εργασίας για τον χρήστη. Βάση αυτών των

συμπερασμάτων έχω καταλήξει πως το θέμα αυτό παραμένει ανοιχτό (open issue), δηλαδή, χρειάζεται μελλοντική έρευνα και εμβάθυνση για να λυθούν τόσο τα ήδη υπάρχοντα θέματα όσο και αυτά που θα προκύψουν αργότερα.



Εικόνα 2.2.1 The AutoWoT User Interface

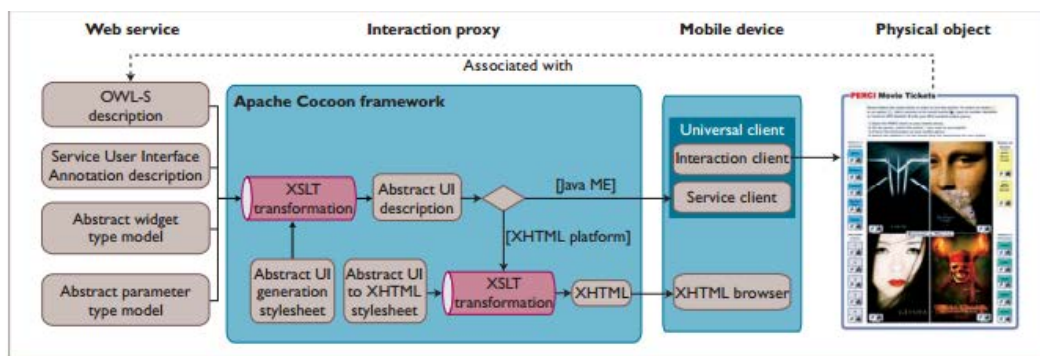
Ένα άλλο μεγάλο ζήτημα που πρέπει να ερευνήσουμε και έχει σημαντικό ρόλο στην πρόοδο του IoT είναι η κινητή αλληλεπίδραση με ετικέτα (mobile interaction with tagged). Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω η συνεχής πρόοδος των τεχνολογιών υπολογισμού (κινητές συσκευές, ασύρματα δίκτυα) έχει αυξήσει τη διαθεσιμότητα των ψηφιακών πληροφοριών και υπηρεσιών. Έτσι παράλληλα με τη συνεχή ανάπτυξη του internet of things όπου συνδέει τα καθημερινά αντικείμενα με τους ψηφιακούς πόρους, έχουμε το αποτέλεσμα τα πραγματικά αντικείμενα να περνούν ψηφιακές ταυτότητες και στην συνέχεια να ενσωματώνονται στο δίκτυο για να συνδέονται με άλλες πληροφορίες και υπηρεσίες. Το πλεονέκτημα των αντικειμένων αυτών είναι ότι μπορούν να διευκολύνουν την πρόσβαση στους ψηφιακούς πόρους και την αλληλεπίδραση που υπάρχει μεταξύ τους. Για την αλληλεπίδραση μεταξύ των αντικειμένων και των φυσικών πραγμάτων έχει δημιουργηθεί η φυσική κινητή αλληλεπίδραση (Physical mobile interaction - PMI) όπου εκμεταλλεύεται τις κινητές συσκευές που αλληλεπιδρούν με τα φυσικά αντικείμενα με ετικέτα (tagged objects) έτσι ώστε να

διευκολύνουν την αλληλεπίδραση με τις συσχετιζόμενες πληροφορίες και υπηρεσίες. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της φυσικής αλληλεπίδρασης είναι ότι μπορεί να κάνει την κινητή αλληλεπίδραση με τους ανθρώπους, τους τόπους και τα πράγματα καταλληλότερη και διαισθητική λόγω της απλότητας της. Με την πάροδο των χρόνων πολλές εφαρμογές χρησιμοποιούν τη κινητή αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα με ετικέτα για την ανακάλυψη και επίκληση υπηρεσιών (service discovery and invocation), για ανάκτηση πληροφοριών και για άλλες υπηρεσίες. Με την χρησιμοποίηση των εφαρμογών αυτών και με την εξέλιξη των ετικετών μπορούμε να μετακινηθούμε από τις αρχικές απλές αλληλεπιδράσεις με ενιαίες ετικέτες σε πιο πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις (complex multitag interaction - MTI) με πολλαπλές ετικέτες και αντικείμενα.

Για να μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε την κινητή αλληλεπίδραση με τα φυσικά αντικείμενα και τους ψηφιακούς πόρους θα εξετάσουμε την Διάχυτη Υπηρεσία Αλληλεπίδραση (Pervasive Service Interaction - Perci) η οποία εξετάζει τις διάφορες πτυχές του PMI. Το Perci αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο του Μονάχου και DOCOMO Euro Labs για την εφαρμογή βασικών μηχανισμών και για την απρόσκοπτη αλληλεπίδραση μεταξύ κινητών υπηρεσιών και αντικειμένων με ετικέτα. Το Perci χρησιμοποιεί περιγραφές των υπηρεσιών για να μπορέσει να δημιουργεί αυτόματα διεπαφές που υποστηρίζουν την κινητή αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα με ετικέτα. Η Διάχυτη Υπηρεσία Αλληλεπίδραση δημιούργησε την αρχιτεκτονική Perci η οποία χωρίζεται σε τρία κομμάτια. Αυτά τα κομμάτια αποτελούνται από τις κινητές συσκευές (mobile devices), τον generic universal client on mobile devices και το πληρεξούσιο αλληλεπίδρασης (interaction proxy).

Οι κινητές συσκευές αλληλεπιδρούν με τα αντικείμενα με ετικέτα, συνδέονται με τις υπηρεσίες του ιστού και παρέχουν πληροφορίες για την επίκληση (invocation). Ο generic universal client χειρίζεται τις αλληλεπιδράσεις με τα αντικείμενα με ετικέτα (interaction client) και άλλων συναφή υπηρεσιών (service client). Τέλος, το interaction proxy διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών του ιστού και των κινητών χρηστών. Ακόμη παράγει διεπαφές από τις περιγραφές των υπηρεσιών, έτσι ώστε να υποστηρίζει PMI σε κινητές συσκευές.

Οι υπηρεσίες ιστού και PMI περιέχουν μηχανισμό, έτσι ώστε να δημιουργούν αυτόματα διεπαφές που υποστηρίζουν την αλληλεπίδραση. Για το λόγο αυτό το *perci* επέκτεινε την Σημασιολογική Σήμανσης για Web Services (OWL-S) περιγράφοντας μια οντολογία με τη βοήθεια του Service User Interface Annotation (SUIA). Η οντολογία αυτή προσθέτεται στη βασική περιγραφή των παραμέτρων του OWL-S προσθέτοντας πληροφορίες για την απόδοση των γραφικών στοιχείων (widgets) της κινητής διεπαφής του χρήστη. Συγκεκριμένα το Abstract Widget Type Model καθορίζει τα κοινά widgets της διεπαφής σε μια συσκευή και ακόμη προτείνει τα καταλληλότερα widgets για κάθε παράμετρο υπηρεσίας. Τα widgets αυτά βοηθούν τους χρήστες να συλλέγουν πληροφορίες από τα αντικείμενα με ετικέτα και έτσι παρέχουν στοιχεία για τις παραμέτρους των υπηρεσιών που εκπροσωπούν. Η υπηρεσία *Perci* χρησιμοποιεί αφηρημένους τύπους παραμέτρων για να χαρτογραφήσει σωστά τις πληροφορίες από τα αντικείμενα με ετικέτα για τις παραμέτρους της υπηρεσίας. Επιπρόσθετα, είναι απαραίτητο να παρέχετε διαλειτουργικότητα μεταξύ των πληροφοριών και υπηρεσιών. Αυτό πετυχαίνεται με την χρησιμοποίηση μοντέλου πληκτρολόγησης (typing model) για τις υπηρεσίες παραμέτρων και πληροφοριών μεταξύ των αντικείμενα με ετικέτα. Πιο συγκεκριμένα τα αντικείμενα με ετικέτα επιτρέπουν σε διάφορες εφαρμογές να διαθέσουν το ένα στο άλλο σωστά και δυναμικά.



Εικόνα 2.2.2 The Perci framework architecture

Η ομάδα η οποία ανέπτυξε το *Perci* για να αναδείξει τη κινητή αλληλεπίδραση των υπηρεσιών μέσω της φυσικής αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα με ετικέτα, ανέπτυξε ένα πρότυπο για mobile ticketing. Συγκεκριμένα το πρωτότυπο αυτό περιλαμβάνει δύο αφίσες (posters) που σχετίζονται με τις υπηρεσίες του ιστού για κινητά εισιτήρια (Ταινίες και μεταφορά), οι οποίες παρέχουν πολλές επιλογές (ταινίες, κινηματογράφους, σταθμούς, αριθμοί των επιβατών). Κάθε ετικέτα περιέχει

αριθμητικό αναγνωριστικό (numeric identifier), ένα NFC tag και ένα visual marker. Οι ετικέτες περιέχουν τις πληροφορίες για την επιλογή που αντιπροσωπεύουν. Ο κινητός χρήστης υποστηρίζει τεχνικές PMI αγγίζοντας το poster με την χρήση NFC, κατευθύνοντας την camera στο poster με την χρήση visual marker ή εισάγοντας το αριθμητικό αναγνωριστικό. Οι χρήστες χρησιμοποιώντας αυτές τις 3 τεχνικές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις ετικέτες το poster, να λάβουν οποιαδήποτε σχετική πληροφορία θέλουν και να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα.

Η κινητή αλληλεπίδραση είναι ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο για την ανάπτυξη του Internet of Things. Με την πάροδο των χρόνων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας οι ψηφιακοί πόροι θα γίνονται περισσότεροι και πιο περίπλοκοι. Γι' αυτό το λόγο συνεχώς πρέπει να αναπτύσσουμε καινούργιες αρχιτεκτονικές οι οποίες θα μας βοηθούν στην αναγνώριση και επεξεργασία των πόρων. Η υπηρεσία Perci σε πρώτο στάδιο είναι πολύ καλή και δεν έχει προβλήματα. Έτσι κατά την άποψη μου δεν χρειάζεται περισσότερη ανάπτυξη και θεωρείται ένα κλειστό θέμα (close issue).



Εικόνα 2.2.3 Poster for mobile ticketing. The (a) poster contains, (b) tagged options that support the interaction techniques, (c) touching, (d) pointing, and (e) direct input of numeric

Κεφάλαιο 3 - Επεξεργασία Μικρών και Μεγάλων Δεδομένων στον ιστό των πραγμάτων

3.1 Μικρά Δεδομένα

3.2 Μεγάλα Δεδομένα

3.1 Μικρά Δεδομένα

Ένα μεγάλο μέρος του IoT το οποίο είναι πολύ σημαντικό είναι τα δεδομένα που εισέρχονται και χρειάζεται να επεξεργασθούν στον ιστό. Οι χαμηλού κόστους συσκευές αισθητήρων, η συνεχής ανάπτυξη των έξυπνων συσκευών και παράλληλα η εύκολη αλληλεπίδραση στον ιστό έχουν αυξήσει κατά πολύ τα τελευταία χρόνια τα δεδομένα στο διαδίκτυο. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι μικρά άλλα μπορεί να είναι και μεγάλα δεδομένα όπου χρειάζονται μεγαλύτερη επεξεργασία και διαφορετικό τρόπο ανάλυσης και αποθήκευσης. Η συνεχής αύξηση των δεδομένων πρέπει να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά αφού αν ο ιστός γεμίσει από ακατέργαστα δεδομένα τα οποία δεν μπορούν να επεξεργαστούν, να αποθηκευτούν και να αναλωθούν τότε ο ιστός θα καταστεί άχρηστος και το όραμα του IoT δεν θα μπορεί να υλοποιηθεί.

Για να μπορέσουν οι χρήστες του ιστού και οι διάφορες εφαρμογές να εκμεταλλευτούν τα δεδομένα πρέπει πρώτα τα δεδομένα να ταξινομηθούν σε κατηγορίες. Τα δεδομένα μπορεί να είναι διακριτά και κάποια συνεχής, κάποια μπορεί να εισάγονται από τους χρήστες και κάποια να παράγονται αυτόματα. Η πρώτη κατηγορία δεδομένων είναι τα Radio Frequency Identification (RFID) τα οποία αναφέρονται στην αναγνώριση και στον εντοπισμό, χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα. Η ετικέτες RFID εισέρχονται στα διάφορα αντικείμενα και είναι υπεύθυνα για την μετάδοση και τη λήψη πληροφοριών. Η ετικέτα RFID αποτελείται από ένα κύκλωμα που μπορεί να αποθηκεύσει πληροφορίες από μια κεραία η οποία λαμβάνει και μεταδίδει σήματα. Η ετικέτα ενεργοποιείται με ραδιοκύματα που εκπέμπονται από μια συσκευή ανάγνωσης RFID (RFID reader) και ο χρήστης μπορεί να επικοινωνεί ασύρματα με την ετικέτα. Οι ετικέτες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρά καθημερινά αντικείμενα επειδή

μπορούν να είναι πολύ μικρές. Όταν η ετικέτα RFID είναι σε λειτουργία τότε στέλνει δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη μνήμη πίσω στον χρήστη. Μερικές ετικέτες RFID είναι ενεργές, δηλαδή περιέχουν μια μπαταρία και μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα. Μερικές είναι παθητικές, δηλαδή ενεργοποιούνται μόνο όταν λαμβάνουν ένα ραδιοφωνικό κύμα. Οι ετικέτες RFID έχουν και κάποια προβλήματα ασφαλείας όπως για παράδειγμα το γεγονός πως μπορούν να διαβαστούν από απόσταση, χωρίς να το γνωρίζει ο χρήστης.

Η δεύτερη κατηγορία δεδομένων είναι οι Διευθύνσεις / Μοναδικά αναγνωριστικά (Addresses/Unique Identifiers). Όλα τα 'πράγματα' στο διαδίκτυο των πραγμάτων πρέπει να έχουν μια μοναδική διεύθυνση IP έτσι ώστε να γίνονται μοναδικά. Καθώς όμως περνούν τα χρόνια και το WoT μεγαλώνει τα αντικείμενα θα αυξάνονται, και έτσι τα απαιτούμενα αναγνωριστικά θα αυξηθούν και αυτά. Για την λύση του προβλήματος αυτού δημιουργήθηκε το IPv4 (Internet Protocol version 4) το οποίο όμως με την αύξηση των αντικείμενων άρχισε να έχει προβλήματα με τις διαθέσιμες διευθύνσεις του, και για το λόγο αυτό άρχισε να αναπτύσσεται το IPv6 (Internet Protocol version 6). Το IPv6 δεν είναι ακόμη διαδεδομένο πρωτόκολλο και χρειάζεται πολλή μελλοντική δουλειά για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί πλήρως.

Η τρίτη κατηγορία δεδομένων που θα δούμε είναι τα περιγραφικά δεδομένα που σχετίζονται με τα αντικείμενα, τις διαδικασίες και τα συστήματα. Μεγάλο μέρος του ιστού των πραγμάτων θα γεμίσει από δεδομένα ή μεταδεδομένα που θα προέρχονται από διάφορα αντικείμενα, διαδικασίες και συστήματα. Η σημασία των μεταδεδομένων είναι πολύ σημαντική για το λόγο ότι είναι δεδομένα για τα δεδομένα και έτσι είναι απαραίτητα για να μπορούν οι χρήστες να έχουν πρόσβαση στα κατάλληλα δεδομένα που θέλουν. Υπάρχουν πολλοί τύποι μεταδεδομένων, κάποιοι μας εξηγούν τα δεδομένα, άλλοι από τι αποτελούνται και κάποιοι τύποι από που ήρθαν. Σε αυτή την κατηγορία θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα κατάλληλο σύστημα το οποίο θα καταγράφει τους διαφορετικούς τύπους δεδομένων και μεταδεδομένων έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η χρησιμότητα τους και για να μπορούν οι χρήστες να βρίσκουν αυτά που θέλουν πιο εύκολα.

Η τέταρτη κατηγορία δεδομένων είναι τα δεδομένα θέσης και τα διάχυτα δεδομένα περιβάλλοντος (Positional Data and Pervasive Environmental Data). Τα δεδομένα θέσης μας δίνουν την θέση ενός συγκεκριμένου αντικείμενου, είτε με την βοήθεια του παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού θέσης (GPS), είτε με την βοήθεια του τοπικού συστήματος εντοπισμού θέσης. Τα δεδομένα που μας δίνουν την θέση ενός αντικείμενου θα έχουν σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση του IoT για τον λόγο ότι τα αντικείμενα μπορεί να είναι στατικά ή κινητά. Το άλλο είδος δεδομένων είναι τα διάχυτα δεδομένα περιβάλλοντος. Τα δεδομένα αυτά μας δίνουν πληροφορίες για κάθε περιβάλλον που είναι διακριτά διαθέσιμο και το οποίο θα ενισχύσει και θα υποστηρίξει την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Αυτό το νέο είδος πληροφορίας θα είναι μέρος του νέου διαδικτύου. Μελλοντική έρευνα σε αυτό το νέο τομέα είναι η ανάπτυξη του mobile computing και η δημιουργία γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων.

Η πέμπτη κατηγορία δεδομένων είναι τα δεδομένα που εισέρχονται από τα WSN. Τα δεδομένα αυτά είναι τα πιο σημαντικά στον τομέα του IoT. Για τα δεδομένα αυτά πρέπει να παίρνονται διάφορες αποφάσεις όπως πόσο συχνά πρέπει να συλλαμβάνονται, δηλαδή σε τακτά χρονικά διαστήματα ή μόνο όταν ερωτηθούν και τότε πρέπει τα δεδομένα αυτά να αρχειοθετούνται. Μελλοντικό έργο σε αυτό τον τομέα δεδομένων είναι η ανάπτυξη συστήματος για την αναζήτηση και εξόρυξη των δεδομένων, όταν αυτά είναι σε τεράστιες ποσότητες.

Η επομένη κατηγορία δεδομένων είναι τα ιστορικά δεδομένα (Historical Data). Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα περισσότερα και πιο σημαντικά δεδομένα στο IoT προέρχονται από τα WSN, και απαιτείται αυτά τα δεδομένα να αποθηκευτούν. Έτσι με τη πάροδο των χρόνων τα δεδομένα αυτά γίνονται ιστορικά και παράλληλα αυξάνονται επικίνδυνα. Για τον λόγο αυτό πρέπει να δημιουργηθούν διάφορες εφαρμογές οι οποίες θα παίρνουν αποφάσεις για το τρόπο που θα αποθηκεύονται και θα διατηρούνται τα δεδομένα. Ακόμη, προβλήματα όπως η απώλεια δεδομένων και η ανακριβής καταγραφή πρέπει να συμπεριληφθούν σε μελλοντική έρευνα.

Μια άλλη κατηγορία δεδομένων είναι τα δεδομένα μοντέλων φυσικής. Τα δεδομένα αυτά θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορους αλγόριθμους που χρειάζονται σε

πολλές εφαρμογές του IoT. Τα συγκεκριμένα δεδομένα όταν χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές του IoT βοηθούν την λειτουργικότητά του.

Τελευταία και πολύ σημαντική κατηγορία δεδομένων είναι τα δεδομένα για τις εντολές και για τον έλεγχο των ενεργοποιητών. Μερικά από τα στοιχεία που εισέρχονται στο IoT θα είναι οι εντολές δεδομένων για τον έλεγχο των απομακρυσμένων συσκευών και απαιτείται πρώτα να δημιουργηθεί κατάλληλη διεπαφή. Παράλληλα πρέπει να αναπτυχθεί και μια κατάλληλη γλώσσα έτσι ώστε να επιτευχθεί ο έλεγχος των συσκευών.

Ένα άλλο μεγάλο κεφάλαιο που έχει άμεση σχέση με τα δεδομένα και χρίζει επιτακτικής ανάπτυξης είναι οι βάσεις δεδομένων στο διαδίκτυο των πραγμάτων. Το κεφάλαιο της διαχείρισης των βάσεων δεδομένων έχει παρά πολλές προκλήσεις και χρειάζεται άμεση αλλαγή από τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων. Το πρώτο μεγάλο θέμα που θα αναπτύξουμε είναι το μέγεθος και η ευρετηρίαση των δεδομένων στις βάσεις. Με την πάροδο των χρόνων και την συνεχή αύξηση των συσκευών το μέγεθος και η έκταση των δεδομένων στο IoT θα είναι πολύ μεγάλη. Έτσι τα δεδομένα θα πρέπει να διαχειρίζονται μέσω των υπεύθυνων της τοπικής ιδιοκτησίας (local ownership). Οι τοπικοί ιδιοκτήτες θα αποφασίσουν ποια δεδομένα και υπηρεσίες θα θέτουν στη διάθεση του παγκόσμιου δικτύου, με αποτέλεσμα αυτού το IoT να λειτουργεί σε δύο επίπεδα το ιδιωτικό και το δημόσιο.

Στο ιδιωτικό επίπεδο οι χρήστες βρίσκονται σε ομάδες και έχουν πρόσβαση σε κάποια ιδιόκτητα στοιχεία δεδομένων, ενώ στο δημόσιο επίπεδο η πρόσβαση στα δεδομένα γίνεται από το δημόσιο διαδίκτυο. Σε αυτή την πρόκληση είναι σημαντικό στο μέλλον να αναπτύξουμε σύστημα εμπιστοσύνης (trust systems) και σύστημα φήμης (reputation systems) έτσι ώστε να παρέχεται μια πληροφορία σχετικά με τη ποιότητα των δεδομένων στους χρήστες. Μια άλλη πρόκληση που έχει σχέση με το μέγεθος των δεδομένων είναι η ευρετηρίαση. Η ευρετηρίαση είναι ένα πολύ μεγάλο θέμα αφού με τον πολλαπλασιασμό των δεδομένων θα πρέπει να δημιουργηθεί μια κεντρική αρχή η οποία θα διαχειρίζεται τις διευθύνσεις και τα αναγνωριστικά των δεδομένων. Ειδικά στο IoT πρέπει να αναπτυχθεί μια πιο εξελιγμένη βιβλιοθήκη διαχείρισης καταλόγου από την ήδη υπάρχουσα για τον λόγο ότι στο διαδίκτυο των πραγμάτων υπάρχουν

πολλοί διαφορετικοί τύποι αντικείμενων. Όλα αυτά είναι απαραίτητα για μελλοντική έρευνα έτσι ώστε να αναπτυχθεί το όραμα του IoT.

Το δεύτερο μεγάλο θέμα που θα δούμε είναι η μοντελοποίηση των διαδικασιών και οι συναλλαγές στις βάσεις δεδομένων. Η κεντρική ιδέα των συναλλαγών μέχρι σήμερα είναι ότι ανεξάρτητοι φορείς προσφέρουν υπηρεσίες με ένα ενιαίο τρόπο και στην συνέχεια οι χρήστες χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες για δική τους χρήση. Έτσι οι λεπτομέρειες των εφαρμογών κρύβονται από τους χρήστες με αποτέλεσμα οι συναλλαγές να απαρτίζονται από low lever εργασίες και υπηρεσίες. Αυτό είναι μειονέκτημα για το διαδίκτυο των πραγμάτων αφού δημιουργείται πρόβλημα επεξεργασίας συναλλαγών. Στα παραδοσιακά συστήματα βάσεων δεδομένων το πρόβλημα αυτό έχει αντιμετωπιστεί με την βοήθεια των ιδιοτήτων ACID ατομικότητα, συνέπεια, απομόνωση, μονιμότητα. Δηλαδή, μια συναλλαγή πρέπει να ολοκληρωθεί στο σύνολό της ή καθόλου. Μια συναλλαγή πρέπει να αφήσει την βάση δεδομένων σε μια σταθερή κατάσταση, οι συναλλαγές δεν θα πρέπει να δείχνουν άλλες συναλλαγές, και τα ενδιάμεσα αποτελέσματα και αλλαγές που έγιναν από μια συναλλαγή πρέπει να είναι μόνιμα.

Με βάση μελέτες που έχουν γίνει έχει ανακαλυφθεί ότι οι ιδιότητες του ACID δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε επεξεργασία συναλλαγών στο διαδίκτυο, για τον λόγο ότι οι υπηρεσίες ιστού είναι ουσιαστικά αυτόνομες και πρέπει να διατηρήσουν ανεξάρτητη συνοχή. Για την λύση του προβλήματος αυτού έχουν αναπτυχθεί νέες μέθοδοι και μοντέλα όπως συστήματα συναλλαγών που χαλαρώνουν διάφορες ιδιότητες ACID. Απαραίτητη φαίνεται να είναι η περαιτέρω ανάπτυξη σε αυτό το πρόβλημα αφού θα πρέπει να αναπτυχθούν νέα συστήματα συναλλαγών γιατί στο μέλλον θα υπάρξουν πιο περίπλοκες εφαρμογές που δεν θα μπορούν να ανταπεξέλθουν με χαλάρωση των ιδιοτήτων ACID.

Η τρίτη πρόκληση που θα δούμε είναι η ομαδοποίηση χρονολογικών σειρών (Time Series Aggregation). Το πρόβλημα αυτό περιστρέφεται γύρω από την ικανότητα να επιλεγεί η βέλτιστη περίοδο δειγματοληψίας για κάποια συνεχή δεδομένα. Αυτό είναι πολύ μεγάλο ζήτημα αφού έχει αποδειχθεί ότι η ακατάλληλη επιλογή χρόνου για την δειγματοληψία μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα. Στο διαδίκτυο των

πραγμάτων η βέλτιστη περίοδος για τον χρόνο δειγματοληψίας θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τη φύση των δεδομένων και την εφαρμογή που έχουμε. Για αυτό τον λόγο πρέπει να αναπτυχθούν κατάλληλες γλώσσες ερωτήσεων, αφού έχει αποδειχθεί ότι οι παραδοσιακές γλώσσες(π.χ. SQL) δεν είναι κατάλληλες.

Γενικότερα το θέμα αυτό πρέπει να εξεταστεί στο μέλλον τόσο για την ανάπτυξη κατάλληλης γλώσσας ερωτήσεων, όσο και για την ανάπτυξη τρόπων για καλύτερη ροή συνεχών δεδομένων. Μια ακόμη πρόκληση των βάσεων δεδομένων του IoT είναι η προστασία των δεδομένων. Το διαδίκτυο των πραγμάτων λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων που έχει, θα έχει σαν αποτέλεσμα να αποθηκεύει πολύ περισσότερες προσωπικές πληροφορίες. Ακόμη, λόγω των πολλών δεδομένων και της συνεχής διασύνδεσης των συστημάτων τα προσωπικά δεδομένα θα είναι πιο ευάλωτα σε κακόβουλες ενέργειες. Για την λύση του προβλήματος αυτού πρέπει να δημιουργηθούν κατάλληλοι μηχανισμοί προστασίας των δεδομένων και παράλληλα να δημιουργηθεί ένα κατάλληλο νομικό πλαίσιο για την προστασία των προσωπικών δεδομένων.

Το κεφάλαιο των βάσεων δεδομένων και γενικά οι διάφορες μορφές των δεδομένων θα διαδραματίσουν καταλυτικό ρόλο στην ανάπτυξη του οράματος του IoT. Οι παραδοσιακές βάσεις δεδομένων δεν μπορούν να λύσουν τα προβλήματα που υπάρχουν για την ανάπτυξη του διαδικτύου των πραγμάτων και για αυτό το λόγο χρειάζεται παρά πολύ μελλοντική έρευνα στο τομέα αυτό. Οι διάφορες προκλήσεις που έχουμε επεξεργαστεί είναι ένα πολύ μικρό δείγμα των προβλημάτων που έχουν οι βάσεις και με βάση τις έξυπνες συσκευές που εξελίσσονται συνεχώς τα τελευταία χρόνια τα προβλήματα αυτά πρέπει να λυθούν άμεσα. Για τους παραπάνω λόγους συμπεραίνω πως το πρόβλημα των βάσεων δεδομένων είναι ακόμη ένα open issue.

3.2 Μεγάλα Δεδομένα

Εκτός από τα γενικά δεδομένα που υπάρχουν στο διαδίκτυο των πραγμάτων που πρέπει να επεξεργαστούμε και να αναλύσουμε υπάρχει ακόμη μια πιο περίπλοκη κατηγορία δεδομένων, τα μεγάλα δεδομένα (Big Data). Τα μεγάλα δεδομένα δεν υπάρχουν μόνο στο IoT αλλά και σε πολλούς άλλους τομείς της πληροφορικής όπως τα κέντρα δεδομένων και Hadoop. Σε πρόσφατες μελέτες που έχουν γίνει έχει αποδειχθεί ότι τα μεγάλα δεδομένα του IoT σε λίγα χρόνια θα είναι το πιο σημαντικό μέρος των μεγάλων

δεδομένων. Η επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις, την παραγωγή των δεδομένων, την απόκτηση των δεδομένων, την αποθήκευση τους και τέλος την ανάλυση των δεδομένων.

Το μεγαλύτερο παράδειγμα απόκτησης δεδομένων για το IoT προέρχεται από τα δίκτυα αισθητήρων όπου μπορούν να συλλέξουν διάφορα είδη δεδομένων ανάλογα με τη συσκευή ή εφαρμογή που έχουμε (π.χ. περιβαλλοντικά δεδομένα, γεωγραφικά δεδομένα, αστρονομικά δεδομένα, κτλ). Τα μεγάλα δεδομένα που παράγονται από το IoT είναι πιο περίπλοκα από τα άλλα είδη μεγάλων δεδομένων εφόσον έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και συλλέγονται διαφορετικοί τύποι δεδομένων κάθε φορά. Τα πιο κύρια χαρακτηριστικά έχουν σχέση με την ετερογένεια (heterogeneity), την ποικιλία των χαρακτηριστικών, τα αδόμητα χαρακτηριστικά (unstructured feature) και τα χαρακτηριστικά θορύβου (noise).

Στο στάδιο που βρισκόμαστε τώρα η ικανότητα επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων του διαδικτύου των πραγμάτων χρειάζεται παρά πολύ ανάπτυξη έτσι ώστε να τελειοποιηθεί πλήρως και να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Ακόμη υπάρχει επιτακτική ανάγκη να υιοθετήσει μεγάλα στοιχεία στις εφαρμογές του IoT, καθώς και η ανάπτυξη των μεγάλων δεδομένων χρειάζεται περαιτέρω ανέλιξη. Έχει αποδειχθεί ότι οι δύο αυτές τεχνολογίες είναι αλληλένδετες αφού από την μια πλευρά η ευρεία διάδοση του διαδικτύου των πραγμάτων οδηγεί την υψηλή αύξηση των δεδομένων παρέχοντας έτσι ευκαιρία στην ανάπτυξη εφαρμογών και μεγάλων δεδομένων και από την άλλη πλευρά οι εφαρμογές των μεγάλων τεχνολογιών δεδομένων στο IoT επιταχύνει την έρευνα προόδου και ανάπτυξης επιχειρηματικών μοντέλων στο τομέα του IoT.

Όπως έχουμε σχολιάσει και πιο πάνω η επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις την παραγωγή των δεδομένων, την απόκτηση των δεδομένων, την αποθήκευση τους και τέλος την ανάλυση των δεδομένων. Για αρχή θα αναπτύξουμε τις δυο πρώτες φάσεις δηλαδή την μεγάλη παραγωγή δεδομένων και την απόκτηση των δεδομένων.

Σύμφωνα με τις διεργασίες απόκτησης δεδομένων και μετάδοση στο IoT, η αρχιτεκτονική του δικτύου χωρίζεται σε τρία στρώματα. Το πρώτο στρώμα είναι αυτό

της ανάχνευσης το οποίο είναι υπεύθυνο για την απόκτηση δεδομένων και αποτελείται κυρίως από δίκτυα αισθητήρων. Το δεύτερο είναι το στρώμα δικτύου το οποίο είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση πληροφοριών και επεξεργασία των δεδομένων. Τέλος το στρώμα εφαρμογής είναι υπεύθυνο για ειδικές εφαρμογές του IoT.

Ακολουθώς θα αναφερθώ στα χαρακτηριστικά των δεδομένων τα οποία δημιουργούνται μετά την απόκτηση. Μετά την απόκτηση των δεδομένων τα δεδομένα που δημιουργούνται από το IoT έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά. Το πρώτο χαρακτηριστικό είναι τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας (Large-scale data), το δεύτερο είναι το strong time and space correlation, το τρίτο είναι ότι τα ενεργά δεδομένα αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό τμήμα των μεγάλων δεδομένων και το τελευταίο χαρακτηριστικό είναι αυτό της ετερογένειας.

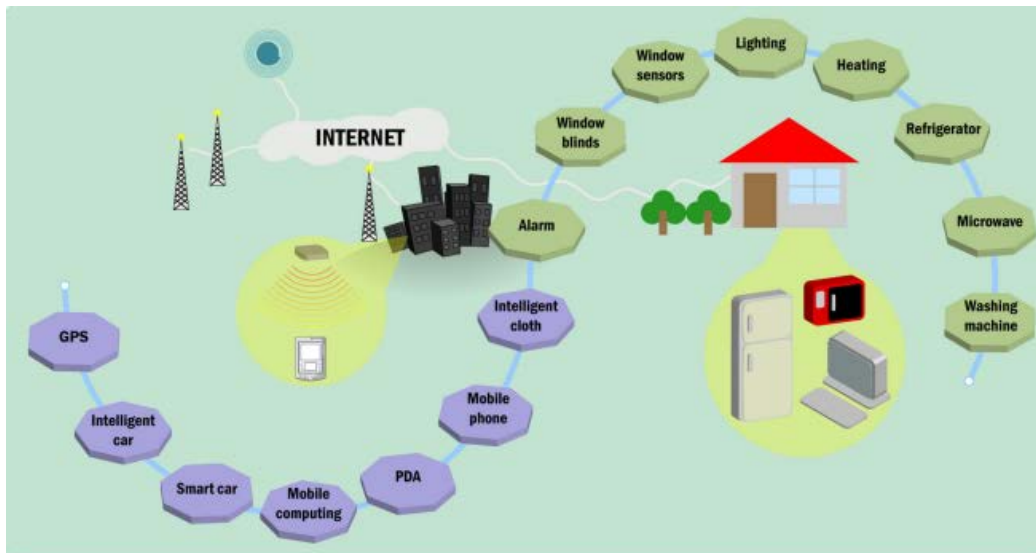
Η τρίτη φάση της επεξεργασίας των μεγάλων δεδομένων αποτελεί την αποθήκευση των δεδομένων. Για την λύση του προβλήματος αυτού έχουν δημιουργηθεί διάφορα συστήματα αποθήκευσης όπως το Direct Attached Storage (DAS) και network storage ενώ για την αποθήκευση στο δίκτυο δημιουργήθηκαν το Network Attached Storage (NAS) και Storage Area Network (SAN). Το Direct Attached Storage συνδέεται άμεσα με τους servers και η διαχείριση των δεδομένων είναι server-centric. Έτσι οι συσκευές αποθήκευσης είναι περιφερειακές συσκευές, που η κάθε μια παίρνει ένα ορισμένο αριθμό πόρων. Για το λόγο αυτό το DAS είναι κατάλληλο για διασύνδεση με servers σε μικρή κλίμακα. Ωστόσο λόγω της χαμηλής επεκτασιμότητας του το DAS θα δημιουργήσει προβλήματα στην απόδοση του όταν η χωρητικότητα του είναι αυξημένη. Ως εκ τούτου το DAS χρησιμοποιείται κυρίως σε προσωπικούς υπολογιστές και servers μικρού μεγέθους.

Το Network storage χρησιμοποιεί το δίκτυο που παρέχεται στους χρήστες και μια διεπαφή για να μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα που υπάρχουν ήδη μέσα αλλά και για ανταλλαγή δεδομένων. Το Network storage περιλαμβάνει ειδικό εξοπλισμό ανταλλαγής δεδομένων, πίνακα δίσκων, βιβλιοθήκη και άλλα μέσα αποθήκευσης. Το Network Attached Storage (NAS) είναι ένα βοηθητικό σύστημα αποθήκευσης δικτύου. Είναι άμεσα συνδεδεμένος με ένα δίκτυο μέσω ενός hub ή μέσω πρωτοκόλλων TCP / IP. Σε NAS τα δεδομένα μεταδίδονται με τη μορφή αρχείων. Σε αντίθεση με το NAS το SAN έχει σχεδιαστεί με σκοπό την αποθήκευση δεδομένων με ένα μεγάλο εύρος ζώνης

εντατικού δικτύου (intensive network). Ακόμη, η διαχείριση για την αποθήκευση των δεδομένων είναι ανεξάρτητη.

Η τέταρτη φάση της επεξεργασίας των μεγάλων δεδομένων είναι η ανάλυση των δεδομένων. Για την υλοποίηση της φάσης αυτής υπάρχουν μερικοί τρόποι που μας βοηθούν στην ανάλυση των δεδομένων. Οι τρόποι αυτοί είναι οι ακόλουθοι, το Bloom Filter όπου αποτελείται από Hash λειτουργίες, ο κατακερματισμός (Hashing) ο οποίος είναι μια μέθοδος που μετατρέπει τα στοιχεία σε μικρότερου μήκους αριθμητικές τιμές και το Index το οποίο είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για τη μείωση του βάρους της ανάγνωσης και γραφής στους δίσκους.

Μετά από τα απλά δεδομένα που έχουμε στο διαδίκτυο των πραγμάτων έχουμε παρατηρήσει και μια άλλη κατηγορία δεδομένων, τα μεγάλα δεδομένα. Έχουμε εστιάσει τη προσοχή μας σε κάποιες τεχνολογίες στις οποίες χρησιμοποιούνται τα μεγάλα δεδομένα και ακολούθως επεξεργαστήκαμε τις 4 φάσεις που αφορούν την επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων. Όπως έχουμε αναφερθεί και προηγουμένως τα μεγάλα δεδομένα χρειάζονται μελλοντική έρευνα, έτσι ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα και να υλοποιηθεί πλήρως το όραμα και οι στόχοι του IoT. Επιπρόσθετα, μελλοντική μελέτη μπορεί να γίνει για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας των απεικονίσεων, της αποθήκευσης και της ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να λυθούν θεμελιώδη προβλήματα των μεγάλων δεδομένων όπως η δημιουργία ενός δομικού μοντέλου για μεγάλα δεδομένα και μια τυπική περιγραφή των μεγάλων δεδομένων. Απαραίτητη είναι η τυποποίηση των μεγάλων δεδομένων δηλαδή να δημιουργηθεί ένα σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας των δεδομένων και ένα πρότυπο αξιολόγησης. Επιπλέον επιβάλλεται να αναπτυχθούν νέοι τρόποι για μετατροπή της μορφής και μεταφορά των μεγάλων δεδομένων. Εν κατακλείδι, συμπεραίνουμε πως υπάρχουν πολλά open issue και πως το κεφάλαιο αυτό προϋποθέτει μελλοντική εξέλιξη και έρευνα με σκοπό τόσο την επίλυση των ήδη υπάρχων προβλημάτων όσο και την αποφυγή ζητημάτων που θα εμφανιστούν αργότερα.



Εικόνα 3.1 Illustration of data acquisition equipment in IoT

Κεφάλαιο 4 – Κοινωνικά δίκτυα

4. Κοινωνικά δίκτυα στον ιστό των πραγμάτων

4. Κοινωνικά δίκτυα στον ιστό των πραγμάτων

Ένας νέος αναπτυσσόμενος τομέας που έχει διεισδύσει για τα καλά στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων είναι τα κοινωνικά δίκτυα (social network). Στα κοινωνικά δίκτυα οι χρήστες μπορούν να μοιραστούν πληροφορίες, φωτογραφίες, βίντεο και γενικά οποιοδήποτε δεδομένο με την οικογένεια του, τους φίλους ή και τους συνεργάτες του οποιαδήποτε στιγμή. Τα πιο γνωστά κοινωνικά δίκτυα σήμερα είναι το Facebook με 1,43 δισεκατομμύρια χρήστες και το Twitter με 332 εκατομμύρια ενεργούς χρήστες. Με την παράλληλη ανάπτυξη των κοινωνικών δικτύων και την εξέλιξη του διαδικτύου των πραγμάτων η ανάπτυξη μιας σχέσης μεταξύ τους ήταν επιβεβλημένη. Η συνεχής εξέλιξη του IoT οπου οδήγησε στην ένωση των υπολογιστών με τα φυσικά πράγματα επέτρεψε την μετατροπή των καθημερινών αντικείμενων σε συσκευές πληροφοριών. Αυτή η ένωση επέτρεψε στην δημιουργία και στην ανάπτυξη έξυπνων σπιτιών, αυτοκινήτων, πόλεων και γενικά παρά πολλών έξυπνων εφαρμογών. Σε αυτήν την ενότητα θα περιγράψουμε λίγες έξυπνες εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια και τον τρόπο με τον οποίο τα κοινωνικά δίκτυα συνεργάζονται με τις εφαρμογές αυτές έτσι ώστε τα αποτελέσματα τους να μοιράζονται και με άλλους χρήστες.

Πριν δούμε όμως τις έξυπνες εφαρμογές θα δούμε μια πιο λεπτομερή ανάπτυξη των κοινωνικών δικτύων και τον τρόπο που δουλεύουν με τους χρήστες τους. Ο γενικός ορισμός των κοινωνικών δικτύων είναι, ένα σύνολο αλληλεπιδράσεων και διαπροσωπικών σχέσεων μεταξύ διαφόρων χρηστών. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται επίσης για να περιγράψει ιστοσελίδες οι οποίες επιτρέπουν την επαφή ανάμεσα στους χρήστες, π.χ. με σχόλια και φωτογραφίες. Όπως έχουμε πει και πιο πάνω οι πιο γνωστές ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης είναι το Facebook και το Twitter και λίγο πιο διαδεδομένες το Instagram και το LinkedIn. Οι ιστότοποι αυτοί αποτελούν εικονικές κοινότητες όπου οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν και να αναπτύσσουν επαφές

μέσα από αυτές. Ένα κοινωνικό δίκτυο είναι μια κοινωνική δομή που αποτελείται από ένα σύνολο ατόμων ή οργανισμών. Στο διαδίκτυο, τα κοινωνικά δίκτυα είναι μία πλατφόρμα που βοηθά στην δημιουργία κοινωνικών σχέσεων μεταξύ των ανθρώπων, που συνήθως αποτελούν ενεργά μέλη του κοινωνικού δικτύου, με κοινά ενδιαφέροντα ή δραστηριότητες. Ένα βασικό πλεονέκτημα των πλατφορμών αυτών που βοήθησε στην ανάπτυξη τους είναι το ότι μπορούν να υποστηρίζουν ανοιχτές, Web Based Application Programming Interfaces (API). Οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης είναι οργανωμένες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο με περισσότερο ομαδοκεντρικό χαρακτήρα που παρέχουν, μία σειρά από βασικές και δωρεάν υπηρεσίες όπως τη δημιουργία προφίλ, το ανέβασμα εικόνων και βίντεο, τον σχολιασμό σε ενέργειες που γίνονται από άλλα μέλη του δικτύου ή μίας ομάδας, την άμεση ανταλλαγή μηνυμάτων και πολλά άλλα. Το διαδίκτυο των πραγμάτων ενδιαφέρει περισσότερο για τα κοινωνικά δίκτυα που είναι σε απευθείας σύνδεση (online). Το πλεονέκτημα των κοινωνικών δικτύων απευθείας σύνδεση από τις υπόλοιπες διαδικτυακές υπηρεσίες είναι ότι έχουν εξελιγμένα εργαλεία που επιτρέπουν στους χρήστες να διαμοιράζονται ψηφιακά αρχεία (π.χ. κείμενο, εικόνες και άλλα) και εξελιγμένα εργαλεία για την επικοινωνία και την κοινωνικοποίηση των χρηστών.

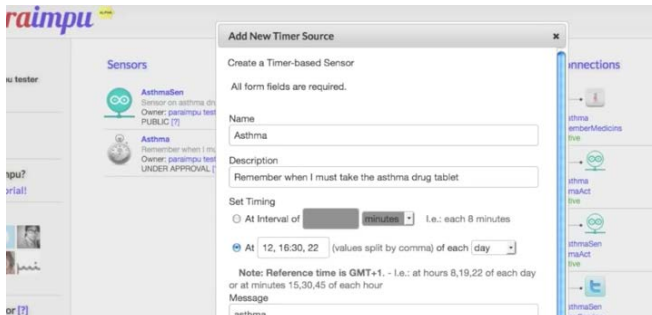
Η πρώτη έξυπνη εφαρμογή που θα δούμε και που συνδέετε και με τα κοινωνικά δίκτυα είναι το έξυπνο σπίτι (Smart Home) [30]. Τα μελλοντικά έξυπνα σπίτια θα αποτελούνται από τις συσκευές πληροφοριών που προσφέρουν τις προηγμένες ικανότητες τους στους χρήστες τους. Το έξυπνο σπίτι αποτελείται από τρία μέρη, τις ενσωματωμένες έξυπνες συσκευές που μπορούν να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο, ένα web server στον οποίο θα υπάρχει η εφαρμογή που θα επιτρέπει στο smart home να ενσωματωθεί στο κοινωνικό δίκτυο και τέλος θα χρειαστούμε ένα λογαριασμό σε ένα κοινωνικό δίκτυο (π.χ. facebook). Για να μπορέσουν οι έξυπνες συσκευές να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο θα πρέπει ή να έχουν ενσωματωμένο κεντρικό υπολογιστή ή με την βοήθεια πυλών. Όταν οι ενσωματωμένες έξυπνες συσκευές δεν θα έχουν την δυνατότητα για σύνδεση στο διαδίκτυο τότε θα χρησιμοποιούνται οι πύλες έτσι ώστε να μεταφράζουν τα πρωτόκολλα, από TCP/IP στο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται από τη συσκευή (π.χ. Bluetooth) και αντίστροφα. Η καταλληλότερη αρχιτεκτονική που χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση των φυσικών πραγμάτων είναι το

αρχιτεκτονικό είδος REST για τον λόγο ότι χρησιμοποιεί το HTTP ως πρωτόκολλο εφαρμογής. Ακόμη η κάθε συσκευή που θα χρησιμοποιείτε στο έξυπνο σπίτι θα έχει το δικό της μοναδικό προσδιοριστικό για τους πόρους της (URI). Η δουλειά του web server θα είναι να προσθέτει ή να αφαιρεί τις φυσικές συσκευές που εμφανίζονται ή εξαφανίζονται μέσα στο έξυπνο σπίτι. Αυτό θα γίνεται με την βοήθεια των πόρων που έχει η κάθε συσκευή. Ακόμη ο web server θα παρέχει στα μέλη της οικογένειας τον τρόπο να εκμεταλλεύονται τις συσκευές αυτές μέσω ενός γραφικού περιβάλλοντος (GUI) διάμεσου του κοινωνικού δικτύου τους. Ένα παράδειγμα συσκευής στο έξυπνο σπίτι που μπορούμε να δούμε είναι οι αισθητήρες Telosb motes που λειτουργούν με τους έξυπνους μετρητές TinyOS και Plogg. Πιο συγκεκριμένα είναι ασύρματες συσκευές που μπορούν να μετρούν σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ενέργειας διάφορων ηλεκτρικών συσκευών και ταυτόχρονα να ελέγχουν την λειτουργία τους. Οι αισθητήρες αυτοί περνούν διαφορές μέτρησης για την ενέργεια που καταναλώνουν οι ηλεκτρονικές συσκευές που υπάρχουν στο σπίτι και με την βοήθεια διαφόρων εργαλείων (π.χ. mySQL, Phplot) αποθηκεύουν και παρουσιάζουν τα αποτελέσματα σε ένα online λογαριασμό στο κοινωνικό δίκτυο facebook. Τα μέλη της οικογένειας στην συνέχεια έχοντας πρόσβαση στο λογάριθμο αυτό μπορούν να δουν τα αποτελέσματα των γραφικών παραστάσεων και να ειδοποιηθούν για κάποιο σφάλμα με διάφορους τρόπους. Οι τρόποι αυτοί είναι είτε μέσω ενός μηνύματος στο τοίχο του, είτε μέσω email, είτε μέσω αναπροσαρμογή της κατάστασης του ή και ακόμη μέσω νέας σημείωσης σε Notes. Η εφαρμογή του έξυπνου σπιτιού που είδαμε σίγουρα θα αποτελέσει ένα σημαντικό βήμα για την περεταίρω ολοκλήρωση ενός ανεπτυγμένου έξυπνου σπιτιού όχι μόνο στον τομέα της κατανάλωσης ενεργείας αλλά και σε άλλους τομείς. Σίγουρα όμως χρειάζεται να λυθούν κάποια προβλήματα όπως αν χαλάσει ένας αισθητήρας θα μπορέσουμε να το καταλάβουμε εγκαίρως ή αν θέλω πολλά άτομα να βλέπουν τις μετρήσεις στο κοινωνικό δίκτυο θα μπορέσει να παρέχει αυτήν την δυνατότητα? Ακόμη θα χρειαστεί να αναπτύξουμε καινούργια εργαλεία τα οποία θα μας δίνουν πιο γρήγορα και ακριβή αποτελέσματα και μια καινούργια εφαρμογή η οποία θα μπορούμε να βλέπουμε τα αποτελέσματα μας μέσω κοντών συσκευών.



Η δεύτερη εφαρμογή που θα δούμε έχει σχέση με την λήψη φαρμάκων ενός ασθενή. Πιο συγκεκριμένα θα δούμε ένα ανεπτυγμένο πρωτότυπο το Paraimpu. Το Paraimpu επιτρέπει στους ανθρώπους να συνδέουν, να χρησιμοποιούν, να μοιράζονται και να δημιουργούν φυσικά και εικονικά πράγματα, υπηρεσίες και συσκευές προκειμένου να δημιουργηθούν εξατομικευμένες εφαρμογές. Το πρότυπο αυτό αποτελείται από ένα ενεργοποιητή, ένα αισθητήρα και ένα λογαριασμό στο κοινωνικό δίκτυο Twitter. Το σενάριο της εφαρμογής αυτής δημιουργήθηκε για να αποτρέπει τους ασθενείς από το να ξεχνούν να παίρνουν τα φάρμακα που τους έδωσε ο γιατρός. Να ξεχάσει ένας ασθενής να λάβει τα φάρμακα του είναι πολύ κοινό σε παρά πολλούς ανθρώπους και ειδικά σε ηλικιωμένους. Για αυτό το λόγο όταν ο ασθενής επισκεπτει τον γιατρό και του δώσει τα κατάλληλα φάρμακα τότε ο γιατρός ρυθμίζει ένα αισθητήρα χρονομέτρου Paraimpu με τις ώρες που ο ασθενής πρέπει να λάβει τα φάρμακα του μέσω της πλατφόρμας Paraimpu. Στο σπίτι ο ασθενής έχει τοποθετήσει το κουτί με τα φάρμακα του πάνω στο αισθητήρα και έχει ακόμη μαζί του την συσκευή Karotz όπου είναι μια έξυπνη συσκευή σε σχήμα κουνελιού η οποία είναι συνδεδεμένη με την πλατφόρμα Paraimpu. Όταν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας χρονομέτρου για να πάρει ο ασθενής τα φάρμακα του τότε η συσκευή Karotz, υπενθυμίζει τον ασθενή χρησιμοποιώντας ήχο, περιστροφή των αυτιών του και άνοιγμα των LED φώτων που έχει επάνω του. Στην συνέχεια ο ασθενής παίρνει από τον αισθητήρα το κουτί των φαρμάκων με αποτέλεσμα ο αισθητήρας να εισέρθει σε ενεργή κατάσταση και όταν τοποθετήσει το κουτί ξανά πάνω στον αισθητήρα τότε αυτός γίνεται ανενεργός στέλλοντας σήμα μέσω του ενεργοποιητή στην πλατφόρμα Paraimpu και εκείνη με την σειρά της στέλλει ένα αυτόματο μήνυμα στο κοινωνικό δίκτυο Twitter για να ειδοποιήσει τον γιατρό και τους φίλους του ασθενή ότι έχει λάβει τα φάρμακα του. Για την εφαρμογή αυτή η χρήση ενεργοποιητή και αισθητήρα είναι πολύ σημαντική γιατί επιλύουν το πρόβλημα ετερογένεια των

δεδομένων. Μέσω αυτών χρησιμοποιείτε μηχανισμός δεδομένων ο οποίος επιτρέπει στη επικοινωνία μεταξύ των διαφορετικών συνδεδεμένων αντικείμενων και τις πλατφόρμας Paraimpu.

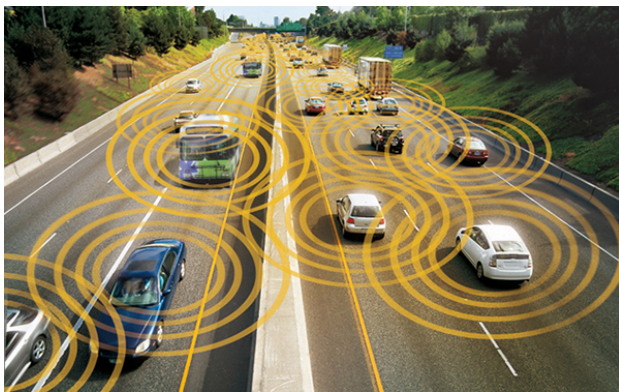


Η επόμενη εφαρμογή που θα δούμε βασίζεται και πάλι στην πλατφόρμα Paraimpu [23] και χρησιμοποιείτε σε ένα ξενοδοχείο στην Ιταλία. Η εφαρμογή αυτή ονομάζεται Thight και έχει την δυνατότητα μέσω του κοινωνικό δίκτυο Twitter να επιτρέπει σε οποιοδήποτε χρήστη που βρίσκεται οπουδήποτε στο κόσμο να αλλάζει το φωτισμό του πάνω μέρους του ξενοδοχείου. Πιο συγκεκριμένα οι χρήστες του Twitter με μια απλή δημοσίευση η οποία περιέχει hashtag (#) thotel και στην συνέχεια το όνομα κάποιου χρώματος (π.χ. green) μπορούν να αλλάξουν τους χρωματισμούς των RGB φώτων που έχει το ξενοδοχείο. Οι δημοσίευση διαβάζονται από ενώ ad-hoc Twitter Paraimpu αισθητήρα, ο οποίος με την σειρά του συνδέεται με ένα Paraimpu ενεργοποιητή ο οποίος χρησιμοποιείτε για να στείλει τα αποτελέσματα των δημοσιεύσεων στα RGB φώτα που υπάρχουν στο ξενοδοχείο με τους κατάλληλους μηχανισμούς.



Η τέταρτη εφαρμογή που θα δούμε έχει να κάνει με την κυκλοφοριακή συμφόρηση που παρουσιάζεται στους δρόμους. Συγκεκριμένα ένας αντιπρόσωπος πωλήσεων διαφόρων

ειδών κινείται συχνά με το αυτοκίνητο του γύρω από την πόλη έτσι ώστε να μπορέσει να παραδώσει γρήγορα τα εμπορεύματα στους πελάτες του. Με την αύξηση των αυτοκινήτων όμως η κυκλοφορία έγινε πολύ πιο δύσκολη με αποτέλεσμα ο πωλητής να αργεί να παραδώσει τα αντικείμενα του στους πελάτες του. Η λύση στο πρόβλημα αυτό είναι το κοινωνικό δίκτυο που είναι ενσωματωμένο στο αυτοκίνητο του. Το αυτοκίνητο του συγκέντρωνε πληροφορίες για την κυκλοφορία με την βοήθεια άλλων αυτοκινήτων που είναι και αυτά μέλη στο κοινωνικό δίκτυο με αποτέλεσμα να μπορεί να δίνει πληροφορίες στον οδηγό εκ των πρότερων. Με την σειρά του αυτός επιλέγει την πιο γρήγορη διαδρομή. Το αυτοκίνητο του πωλητή μπορεί με την σειρά του να δίνει και αυτό πληροφορίες για την κατάσταση που επικρατεί στους δρόμους σε άλλα αυτοκίνητα που χρειάζονται τις πληροφορίες αυτές. Ακόμη οι χρήστες μπορεί να μοιράζονται διαδρομές με άλλους χρήστες τους οποίους δεν γνωρίζουν.



Η επόμενη εφαρμογή που θα δούμε έχει σαν σκοπό να βοηθήσει τα αυτοκίνητα που έχουν κάποιο πρόβλημα. Συγκεκριμένα κάποιος αγοράζει ένα αυτοκίνητο το οποίο μετά από κάποιο χρονικό διάστημα δημιουργεί κάποια μηχανικά προβλήματα. Ο κάτοχος του αυτοκινήτου δεν μπορεί να καταλάβει το πρόβλημα που έχει το αυτοκίνητο του. Με την βοήθεια της εφαρμογής του IoT και τους αισθητήρες που έχει το αυτοκίνητο του, συλλέγει πληροφορίες για το πρόβλημα που έχει. Στην συνέχεια μέσω του κοινωνικού δικτύου που είναι συνδεδεμένο με την εφαρμογή του IoT ανταλλάσει πληροφορίες με άλλους κάτοχους αυτοκινήτων που έχουν παρόμοιο προβλήματα. Τέλος η εφαρμογή παρουσιάζει κάποιες πιθανές αιτίες και λύσεις του προβλήματος στον χρήστη του αυτοκινήτου.

Η τελευταία εφαρμογή που θα δούμε έχει να κάνει με τους χρήστες που ταξιδεύουν συνεχώς σε διάφορα μέρη του κόσμου. Με την συνεχή ανάπτυξη του IoT εκατομμύρια αισθητήρες τοποθετούνται σε διάφορες πόλεις και συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την θερμοκρασία που επικρατεί, τα επίπεδα υγρασίας που υπάρχουν και άλλες πληροφορίες για τον καιρό. Οι πληροφορίες αυτές με την βοήθεια εφαρμογών του IoT επεξεργάζονται και εισέρχονται στα κοινωνικά δίκτυα τα οποία με την σειρά τους ενημερώνουν τους χρήστες που έχουν λογαριασμό στο κοινωνικό δίκτυο για τα ρούχα που θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν στο ταξίδι τους. Οι χρήστες του δικτύου μπορούν να μοιραστούν τις πληροφορίες αυτές με άλλους φίλους του.

Κεφάλαιο 5 – Εταιρίες

5. Εταιρίες και Νεοσύστατες Επιχειρήσεις που ασχολούνται με τον ιστό των πραγμάτων

5. Εταιρίες και Νεοσύστατες Επιχειρήσεις που ασχολούνται με τον ιστό των πραγμάτων

Το όραμα του IoT έχει αρχίσει σιγά-σιγά και ολοκληρώνεται με απόλυτη επιτυχία. Όπως έχουμε πει και σε προηγούμενα κεφάλαια το διαδίκτυο των πραγμάτων είναι ένα τεράστιο θέμα που άρχισε να μπαίνει στις ζωές μας πριν από πολλά χρόνια, σε πιο γοργούς ρυθμούς στην αρχή, και έχει φτάσει σήμερα στο σημείο να είναι μέρος της ζωής μας και της καθημερινότητας μας. Από την αρχή τις ‘ζωής’ του διαδικτύου των πραγμάτων πολλές εταιρίες ενδιαφέρθηκαν για το θέμα αυτό και άρχισαν δειλά να το αναπτύσσουν. Σήμερα εν έτη 2016 χιλιάδες εταιρίες και δυναμικό προσωπικό ασχολούνται με το θέμα αυτό και παράλληλα δισεκατομμύρια κεφάλαια προωθούνται έτσι ώστε το όραμα του IoT να γίνει πραγματικότητα. Ενδεικτικά μετά από πρόσφατες μελέτες που έγιναν από εταιρίες ερευνών ανακαλύφθηκε ότι το Internet of Things θα επιφέρει μία συνολική οικονομική πρόσθετη αξία της τάξης των 1,9 τρισεκατομμυρίων δολαρίων, μέχρι το έτος 2020. Παράλληλα, υπολογίζεται ότι ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών θα φτάσει τον αριθμό των 26 δισεκατομμυρίων, ενώ τα δεδομένα που διαχειρίζονται οι επιχειρήσεις θα αυξηθεί έως και 14 φορές. Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε κάποιες παλιές εταιρίες που άρχισαν να ασχολούνται με το θέμα του διαδικτύου των πραγμάτων και κάποιες πιο καινούργιες εταιρίες που δημιουργήθηκαν τα τελευταία χρόνια για το θέμα αυτό.

- ARM (The Architecture for the Digital World) ιδρύθηκε το 1990 και σχεδιάζει εξελιγμένους, αποδοτικούς, ενεργειακούς επεξεργαστές και σχετικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση της νοημοσύνης στις εφαρμογές. Στις τεχνολογίες αυτές



περιλαμβάνονται smartphones, tablets και το διαδίκτυο των πραγμάτων. Το εύρος του χαρτοφυλακίου της τεχνολογίας ARM, συμπεριλαμβανομένων, silicon IP, tools and software IP, σε συνδυασμό με την προσέγγιση της εταιρίας και του οικοσυστήματος της για κάλυψη των αναγκών των ταχέως εξελισσόμενων τεχνολογιών, εξασφάλισε τη διασύνδεση της στο IoT. Ακόμη η εταιρία παρέχει την γρηγορότερη και αποδοτικότερη πορεία ανάπτυξης συνδεδεμένων πλατφορμών και των σχετικών υπηρεσιών.

- Atmel είναι μια αμερικάνικη εταιρία που έχει σαν βάση της την σχεδίαση και την κατασκευή semiconductors. Ιδρύθηκε το 1984 και εστιάζει στα ενσωματωμένα συστήματα που χτίζονται γύρω από τους μικροελεγκτές. Τα προϊόντα της περιλαμβάνουν μικροελεγκτές (AVR, 32-bit AVR, 32-bit ARM-based), συσκευές ραδιοσυχνοτήτων (RF), συμμετρικά και ασύμμετρα τσιπ ασφαλείας, αισθητήρες αφής και εφαρμογές ειδικών προϊόντων. Η εταιρία από πολύ παλιά ασχολείται με τον τομέα του IoT και ειδικότερα αναπτύσσει τεχνολογίες που περιλαμβάνουν συνδεδεμένα αυτοκίνητα, drones, smart gizmos και gadgets και φορητές συσκευές.



- Bosch μία πολυεθνική εταιρεία από τη Γερμανία που ιδρύθηκε το 1886. Είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής εξοπλισμού αυτοκινήτων παγκοσμίως, ενώ δραστηριοποιείται επίσης και σε άλλους τομείς, όπως η παραγωγή ηλεκτρικών εργαλείων, συσκευών. Η ενασχόληση της εταιρίας με το IoT άρχισε από πολύ νωρίς με αποτέλεσμα να αποκτήσει 'Innovations Software Technology' το 2008 και 'inubit' το 2011, τα οποία διαθέτουν βασικές τεχνολογίες για τους επιχειρησιακούς κανόνες και για την διαχείριση επιχειρηματικών διαδικασιών. Σήμερα, αυτά τα προϊόντα λογισμικού αποτελούν μέρος της Bosch IoT Suite, συμπληρώνεται της διαχείρισης συσκευών και της επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων. Ακόμη η εταιρία χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες λογισμικού της Bosch IoT Suite παρείχε την δυνατότητα στους προγραμματιστές να μπορούν γρήγορα να χτίσουν, να εφαρμόσουν και να λειτουργήσουν υπηρεσίες βασισμένες σε σύννεφα



BOSCH

(cloud) και υψηλής επεκτασιμότητας εφαρμογές IoT. Οι υπηρεσίες Bosch IoT Suite είναι Bosch IoT Hub, Bosch IoT Remote Manager, Bosch IoT Things, Bosch IoT Integrations, Bosch IoT Rollouts, Bosch IoT Permissions και Bosch IoT Analytics.

- Ericsson είναι μια σουηδική πολυεθνική εταιρεία που ιδρύθηκε το 1876 και παρέχει την τεχνολογία και τις υπηρεσίες επικοινωνίας. Η εταιρεία προσφέρει υπηρεσίες, λογισμικά και την υποδομή των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών για τους φορείς εκμετάλλευσης τηλεπικοινωνιών, των παραδοσιακών τηλεπικοινωνιών και πρωτοκόλλα διαδικτύου για τον εξοπλισμό δικτύωσης. Ακόμη η εταιρεία ασχολείται με την καλωδιακή τηλεόραση, IPTV και τα συστήματα βίντεο. Η ενασχόληση της Ericsson με το διαδίκτυο των πραγμάτων γίνεται μέσω συνεργατών από την βιομηχανία και τον ακαδημαϊκό τομέα, με την βοήθεια προγραμμάτων χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ και το οποίο ονομάζεται πρωτοβουλία Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT-i). Αυτό το πρόγραμμα έχει σαν στόχο την αύξηση των πλεονεκτημάτων και των δυνατοτήτων του διαδικτύου των πραγμάτων καθώς και τον εντοπισμό τρόπων για αντιμετώπιση διαφόρων προκλήσεων.



- NXP είναι ένας παγκόσμιος κατασκευαστής ημιαγωγών (semiconductor) με έδρα την Ολλανδία. Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1953 και απασχολεί περίπου 45.000 άτομα σε περισσότερες από 35 χώρες. NXP είναι σήμερα η πέμπτη μεγαλύτερη προμηθευτής μη-μνήμης ημιαγωγών (non-memory semiconductor) παγκοσμίως και ο μεγαλύτερος προμηθευτής ημιαγωγών για την ασφαλή αναγνώριση (Secure Identification), την αυτοκινητοβιομηχανία (Automotive) και την ψηφιακή βιομηχανία δικτύωσης (Digital Networking industries). Η ταχεία αύξηση του ηλεκτρονικού περιεχομένου, η συνδεσιμότητα σε αυτοκίνητα και οι αυξανόμενες απαιτήσεις για τη δικτύωση του εύρους ζώνης που συνδέονται βιομηχανίες, σπίτια και έξυπνες συσκευές οδήγησαν την NXP να ασχοληθεί με το IoT. Σήμερα η NXP βρίσκεται σε ηγετική θέση στον τομέα των υποδομών του IoT με ενσωματωμένους



επεξεργαστές για ενσύρματη και ασύρματες εφαρμογές. Ακόμη αναπτύσσει συστήματα ασφαλείας για το IoT, συστήματα συνδεσιμότητα και αισθητήρες.

- IBM είναι πολυεθνική εταιρεία που ασχολείται με την τεχνολογία των υπολογιστών και στη παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών σε θέματα υπολογιστών. Έχει έδρα τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερική και είναι από τις λίγες εταιρείες πληροφορικής με μια συνεχή ιστορία που χρονολογείται από τον 19ο αιώνα. Η IBM κατασκευάζει και πωλεί το υλικό του υπολογιστή και



του λογισμικού και προσφέρει υπηρεσίες υποδομών, υπηρεσίες φιλοξενίας, καθώς και συμβουλευτικές υπηρεσίες σε διάφορους τομείς. Η IBM είναι από τις πρώτες εταιρίες που ασχολήθηκαν ενεργά με το διαδίκτυο των πραγμάτων και για αυτών τον λόγο ανέπτυξαν και δική τους πλατφόρμα, στη IBM Watson IoT Platform, η οποία παρέχει απλή και ισχυρή πρόσβαση για τις εφαρμογές που βρίσκονται στις συσκευές IoT. Ακόμη περιέχει δεδομένα που θα μας βοηθήσουν να συνθέσουμε γρήγορα αναλυτικά στοιχεία για τις εφαρμογές, πίνακες απεικόνισης και κινητές εφαρμογές IoT. Η IBM αναπτύσσει εφαρμογές IoT που συσχετίζονται με τις πόλεις, την ενέργεια, την υγεία, τα μέσα ψυχαγωγίας και το πετρέλαιο.

- Η Intel είναι μια αμερικανική πολυεθνική εταιρία τεχνολογίας που εδρεύει στην Καλιφόρνια. Η Intel είναι μια από τις μεγαλύτερες και με υψηλότερη αξία εταιρίες στις κατασκευαστές τσιπ ημιαγωγών στον κόσμο. Είναι η εταιρία



που εφεύρε την σειρά x86 των μικροεπεξεργαστών, που είναι οι επεξεργαστές που βρίσκονται στους περισσότερους προσωπικούς υπολογιστές. Η Intel κάνει επίσης τσιπ μητρικής πλακέτας, ελεγκτές διασύνδεση δικτύου και ολοκληρωμένα κυκλώματα, τσιπ γραφικών, ενσωματωμένους επεξεργαστές και άλλες συσκευές που σχετίζονται με τις επικοινωνίες και την πληροφορική. IoT και Intel είναι στενά συνδεδεμένη για τον λόγο ότι η Intel εργάζεται στην ανάπτυξη και εγκατάσταση του διαδικτύου των πραγμάτων μέσα από την κατασκευή ευφυών συσκευών, δημιουργώντας συστήματα συστημάτων με τη σύνδεση συσκευών με την βοήθεια σύννεφου(cloud), και επιτρέποντας end-to-end ανάλυση στοιχείων.

- Μια καινούργια εταιρία στον χώρο του IoT είναι η AdhereTech. Η AdhereTech ασχολείται με την υγειονομική περίθαλψη των ασθενών και συγκεκριμένα δημιουργεί ειδικά δοχεία με αισθητήρες που ελέγχουν αν ένας ασθενής πήρε το φάρμακο του και αν το πήρε στην σωστή δοσολογία. Η εταιρία ιδρύθηκε τον Οκτώβριο 2011 και έχει κεφάλαιο 2.3 εκατομμυρίων δολαρίων.



- Η Enlighted είναι ακόμη μια καινούργια εταιρία στον τομέα του IoT και ασχολείται με την παροχή έξυπνων συστημάτων φωτισμού. Εδρεύει στην Καλιφόρνια, ιδρύθηκε το 2009 και απασχολεί κεφάλαιο περίπου 20 εκατομμυρίων δολαρίων.



- Μια ακόμη καινούργια εταιρία που απασχολείται με το IoT είναι η Humavox. Η Humavox δημιουργήθηκε το 2013 στο Ισραήλ και το θέμα της είναι η δημιουργία τεχνολογιών για ασύρματη ισχύς στο IoT. Αυτό προσπαθεί να το υλοποιήσει με την χρήση ραδιοσυχνοτήτων έτσι ώστε να εξαλείψει την χρησιμοποίηση καλωδίων. Η Humavox λόγω του ότι είναι μια καινούργια εταιρία έχει πολύ μικρό κεφάλαιο, περίπου στα 5 εκατομμύρια.



- Ακόμη μια νεοσύστατη εταιρία που ασχολείται με το IoT είναι η Neura η οποία ιδρύθηκε το 2013. Η εταιρία αυτή έχει σαν στόχο να γίνει μια ηλεκτρονική 'κόλλα' (glue) που θα συνδέει το διαδίκτυο των πραγμάτων με την ανάπτυξη μιας ανοικτής πλατφόρμας η οποία συνδέει τα αντικείμενα, τις τοποθεσίες, τους ανθρώπους και τον ιστό. Η εταιρεία έχει την έδρα της στην Καλιφόρνια.



- Η EVRYTHNG είναι μια web of things εταιρία λογισμικού με έδρες στο Λονδίνο, Ζυρίχη και Νέας



Υόρκης. Η εταιρία διαχειρίζεται τα δεδομένα ψηφιακών ταυτοτήτων ευφυή προϊόντων μέσω σύννεφων έτσι ώστε να συνδέονται τα καταναλωτικά προϊόντα με τον παγκόσμιο ιστό. Η εταιρία ιδρύθηκε το 2011.

- Η Texas Instruments Inc. (TI) είναι μια αμερικανική εταιρεία ηλεκτρονικών ειδών που σχεδιάζει και κατασκευάζει ημιαγωγούς και



τους οποίους τους πωλεί σε ηλεκτρονικούς σχεδιαστές και κατασκευαστές παγκοσμίως. Με έδρα το Ντάλας και το Τέξας η TI είναι ο τρίτος μεγαλύτερος κατασκευαστής ημιαγωγών παγκοσμίως και ο μεγαλύτερος παραγωγός επεξεργαστών ψηφιακού σήματος (DSPs) και αναλογικών ημιαγωγών. Η Texas Instruments ιδρύθηκε το 1951.

- Η Qualcomm Inc είναι μια αμερικανική πολυεθνική εταιρεία ημιαγωγών που σχεδιάζει και εμπορεύεται ασύρματα τηλεπικοινωνιακά προϊόντα και υπηρεσίες.



Τα κεντρικά γραφεία βρίσκονται στο Σαν Ντιέγκο και Καλιφόρνια ενώ έχει ακόμη γραφεία σε 224 τοποθεσίες ανά τον κόσμο. Η Qualcomm ιδρύθηκε το 1985.

Κεφάλαιο 6 – Εφαρμογές

6. Εφαρμογές στο διαδίκτυο των πραγμάτων

6. Εφαρμογές στο διαδίκτυο των πραγμάτων

➤ Έξυπνο αυτόματο σύστημα στάθμευσης οχημάτων

Το έξυπνο σύστημα στάθμευσης έχει αρχίσει να αναπτύσσεται σε παρά πολλές χώρες και έχει σαν σκοπό να εξοικονομά χρόνο στους οδηγούς που θέλουν να σταθμεύσουν το αυτοκίνητο τους. Το αυτόματο σύστημα στάθμευσης οχημάτων πρέπει να είναι σχεδιασμένο ώστε να είναι έξυπνο και εύκολο στην διαχείριση του. Το σύστημα στάθμευσης λειτουργεί με το ακόλουθο σενάριο, το όχημα κινείται προς την πύλη του γκαράζ, ο οδηγός παίρνει από την μηχανή εισιτηρίων ένα εισιτήριο για τον χώρο στάθμευσης και στην συνέχεια οδηγεί το όχημα του έτσι ώστε να βρει ένα κενό χώρο στάθμευσης. Ο σημαντικότερος στόχος του υποσυστήματος διαχείρισης στάθμευσης είναι να παρέχει διεπαφή στο χρήστη και να παρουσιάζει την κατάσταση του συστήματος και τις πληροφορίες για την στάθμευση. Το κάθε όχημα έχει ενσωματωμένο ένα υποσύστημα ελέγχου και εντοπισμού θέσης το οποίο μπορεί να ελέγξει τη συμπεριφορά του κινητού οχήματος και τον υπολογισμό των διαθέσιμων θέσεων ανάλογα με τα λαμβανόμενα σήματα που λαμβάνει από τους αισθητήρες του χώρου στάθμευσης. Στο χώρο στάθμευσης έχει αναπτυχθεί ένα υποσύστημα δικτύου και ένα σύστημα WSN. Το υποσύστημα δικτύου και το σύστημα WSN είναι υπεύθυνο για την συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης που βρίσκεται το όχημα, καθώς και για την διαβίβαση των εντολών και των δεδομένων μεταξύ του υποσυστήματος διαχείρισης στάθμευσης και του υποσυστήματος ελέγχου και εντοπισμού θέσης. Στην επιφάνεια του δρόμου όπου είναι ο ατομικός χώρος στάθμευσης έχει βαφτεί με μια ειδική μπογιά έτσι ώστε να ανιχνεύεται από τον αισθητήρα υπεθύρων που είναι ενσωματωμένος στο όχημα. Ο αισθητήρας αυτός είναι υπεύθυνος να μεταδίδει τα δεδομένα στο υποσύστημα ελέγχου και εντοπισμού θέσης έτσι το όχημα μπορεί να αποφύγει απόκλιση από τη γραμμή στάθμευσης. Στο έξυπνο αυτόματο σύστημα στάθμευσης οχημάτων ο οδηγός παίρνει μόνο ένα εισιτήριο στάθμευσης και αφήνει το όχημα στην πύλη. Το σύστημα διαχείρισης στάθμευσης θα επικοινωνεί με το υποσυστήματος ελέγχου και εντοπισμού

θέσης και με την μετάδοση εντολής το όχημα θα οδηγείται προς το χώρο στάθμευσης έτσι ώστε να βρει ένα διαθέσιμο χώρο. Το σύστημα διαχείρισης WSN θα συνεχίσει να παρακολουθεί το χώρο στάθμευσης για λόγους ασφάλειας. Όταν ο οδηγός θέλει να πάρει πίσω το όχημα, πληρώνει μόνο τα τέλη στάθμευσης και το όχημα θα κινηθεί αυτόματα προς την πύλη εξόδου. Το σύστημα αυτό θα βοηθήσει του κάτοχους οχημάτων στην αποφυγή ατυχημάτων στους χώρους στάθμευσης, στην εξοικονόμηση χρόνου αφού συνήθως λόγο των πολλών αυτοκινήτων χάνουμε χρόνο στην εύρεση χώρου στάθμευσης και στην εξοικονόμηση χρημάτων αφού δεν θα χρειάζεται να απασχολεί προσωπικό στους χώρους αυτούς.



➤ Έξυπνα συστήματα σκίασης στο σπίτι (Curtains/ Blinds)

Το έξυπνο σύστημα σκίασης για το σπίτι είναι μια καινούργια εφαρμογή που άρχισε να αναπτύσσεται από διάφορες εταιρίες που ασχολούνται με το IoT. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να ρυθμίζει και να ελέγχει, ανεξάρτητα ή σε σύνολα τα ρολά (Blinds) και τις τέντες (awnings) ενός κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει το ηλιακό φως που εισέρχεται σε ένα κτήριο ανάλογα με την ρυθμίσει που βάζει ο χρήστης. Για να μπορεί να εφαρμοστεί η εφαρμογή αυτή προϋποθέτει ότι όλα τα ρολά και όλες οι τέντες είναι μηχανοκίνητα και ενώνονται με μια συσκευή οικιακού αυτοματισμού. Κάθε ένα από τα blinds έχουν το δικό τους αυτόματο έλεγχο και η σύνδεση με την συσκευή οικιακού αυτοματισμού μπορεί να γίνει από τον ίδιο χώρο άλλα μπορεί και από απόσταση. Η συσκευή μπορεί να ελέγχει όλα τα blinds μαζί ή ένα-ένα. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με την κάθε στιγμή της ημέρας πόσο φως να επιτρέπει να εισέρθει στο κτήριο, αυτό βοηθά στην εξοικονόμηση ενέργειας αφού εκμεταλλεύεται το φυσικό φως και μειώνει τη χρήση του ηλεκτρικού

φωτισμού. Τέλος αν ο χρήστης επιθυμεί να χρησιμοποιεί τα συμβατικά χειριστήρια (κουμπιά και διακόπτες) μπορεί να το κάνει χωρίς κάποιο πρόβλημα.



➤ Έξυπνα συστήματα συναγερμού και ασφάλειας

Το έξυπνο σύστημα συναγερμού και ασφάλειας άρχισε να διαδίδετε τα τελευταία χρόνια σε μεγάλο βαθμό και εφαρμόζετε από τις εταιρίες ασφαλείας. Προσφέρει ένα ολοκληρωμένο και πλήρες σύστημα ασφαλείας και συναγερμού. Το σύστημα αυτό εφαρμόζετε στο κτίριο και αποτελείτε από τους διαφόρους αισθητήρες που ανιχνεύουν τον κίνδυνο (συναγερμός, φωτιά, νερό, κλπ) και από το πρωτόκολλο CONTAC-ID communications. Όταν υπάρχει κίνδυνος αυτόματα ειδοποιείτε η μονάδα υποδοχής συναγερμού η οποία είναι συνδεδεμένη με τη μονάδα ελέγχου και η μονάδα έλεγχου επικοινωνεί με τον χρήστη για να τον ειδοποιήσει για τον κίνδυνο που υπάρχει. Οι μονάδες ελέγχου και οι μονάδες υποδοχής εγκαθίστανται μόνο από εξουσιοδοτημένους εγκαταστάτες. Το σύστημα αυτό παρέχει ακόμη την δυνατότητα να εγκαταστήσει ένα σύστημα ανίχνευσης συναγερμού το οποίο μπορεί να αντιμετωπιστεί διάμεσου της τηλεφωνικής γραμμής ή από την ιστοσελίδα της εταιρίας. Ο χρήστης ακόμη μπορεί να συνδέσει με το σύστημα αυτό τέσσερις ακόμη αριθμούς τηλεφώνων οι οποίοι θα ειδοποιηθούν για τυχόν συναγερμό. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι παρά πολλά αφού ο χρήστης μπορεί να προλάβει οπουδήποτε κίνδυνο μπορεί να συντρέχει οι περιουσία του και ακόμη όταν ο χρήστης βρίσκεται μακριά έχει την δυνατότητα να ειδοποιηθεί άλλος χρήστης.



➤ Έξυπνα ρούχα

Η εταιρία silicon labs τα τελευταία χρόνια άρχισε να κατασκευάζει Wearable technology. Το Wearable technology καλύπτει μια μεγάλη σειρά από συσκευές που παρακολουθούν, καταγράφουν και να παρέχουν ανατροφοδότηση σχετικά με εσάς ή το περιβάλλον σας. Η εταιρία αυτή κατασκευάζει τα ρούχα αυτά για δυο σκοπούς, ο ένας είναι για λόγους αθλητισμού αφού κατασκευάζει έξυπνες ζώνες, ρολόγια και ρούχα τα οποία μπορούν να παρακολουθούν και να διαβιβάζουν τα δεδομένα που συλλέγονται από τις δραστηριότητες των χρηστών. Μπορούν να κάνουν καταμέτρηση των βημάτων της θερμοκρασίας και του καρδιακού ρυθμού. Ο δεύτερος λόγος είναι για σκοπούς υγείας, αφού μπορούν να παρακολουθούν τα επίπεδα οξυγόνου, τους καρδιακούς παλμούς και ακόμη μπορούν να επικοινωνούν αυτόματα με τον γιατρό αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα. Τα πλεονεκτήματα της Wearable technology είναι η χαμηλή ενεργειακή απόδοση που χρειάζονται, το μέγεθος των αισθητήρων και η μειωμένη ποσότητα δεδομένων που πρέπει να μεταδίδονται στις συσκευές. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε έξυπνη συσκευή.



➤ Έξυπνοι μετρητές

Η εταιρία silicon labs κατασκεύασε τις έξυπνες συσκευές μέτρησης η οποία συνδέετε με το διαδίκτυο και έχει την δυνατότητα να μετρά την ενέργεια, το νερό ή την κατανάλωση φυσικού αερίου ενός κτιρίου ή το σπίτι. Με την συσκευή αυτή μπορείτε

να έχετε πρόσβαση στα δεδομένα και να ελέγχετε αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα σε μια συσκευή ή και ακόμη να δείτε τι επιπτώσεις έχει η κατανάλωση σας στο περιβάλλον. Ακόμη μετά δεδομένα που παίρνετε έχετε την δυνατότητα να εξοικονομήσετε χρήματα. Η συσκευές έχουν το πλεονέκτημα της αξιοπιστίας, της ακρίβειας, της ασφάλειας, της εύκολης χρήσης και της προηγμένης τεχνολογίας. Ακόμη είναι συσκευές χαμηλής ισχύος και απλές στην επικοινωνία με τον χρήστη.



➤ Έξυπνη πόλη

Η έξυπνη πόλη είναι ένα τεράστιο σχέδιο εφαρμογής του IoT το οποίο άρχισε σιγά-σιγά να αναπτύσσεται σε μερικές μεγαλούπολης. Μέχρι το 2025 υπολογίζετε ότι το 60 τοις εκατό του παγκόσμιου πληθυσμού αναμένεται να ζουν σε αστικές πόλεις, αυτό το ποσοστό θα κάνει την ζωή στην πολη δύσκολη και ασυμβίβαστη. Για αυτό το λόγο άρχιζαν να αναπτύσσονται διαφορές έξυπνες εφαρμογές οι οποίες θα συνδυάζονται και θα αποτελούν την έξυπνη πόλη. Μια από της συσκευές αυτές είναι το CitySense η οποία είναι μια έξυπνη συσκευή αισθητήρα φωτός για τους δρόμους. Η συσκευή αυτή αποτελείτε από το ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου ασύρματου φωτισμού το οποίο προσαρμόζει στη φωτεινότητα των δρόμων ανάλογα με την παρουσία πεζών, ποδηλατών ή αυτοκίνητων. Η συσκευή CitySense χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο, ενεργοποιεί τα γειτονικά φώτα και δημιουργεί ένα ασφαλή κύκλο φωτός γύρω από ένα επιβάτη. Η συσκευή ακόμη είναι σχεδιασμένη για σκληρές εξωτερικές συνθήκες. Τα CitySense έχει πολλά σημαντικά πλεονεκτήματα αφού χρησιμοποιείτε για την ασφάλεια των κατοίκων της πόλης για τον λόγο ότι αποτρέπει τα ατυχήματα και βοηθά στην εξοικονόμηση χρημάτων αφού αποτρέπει την συνεχή και περιττή χρησιμοποίηση των φώτων.



➤ Έξυπνες συσκευές υγείας

Η εταιρία Philips lifeline κατασκεύασε την έξυπνη συσκευή GoSafe η οποία είναι μια κινητή προσωπική συσκευή έκτατου ανάγκης. Η συσκευή GoSafe χρησιμοποιείται κυρίως από ηλικιωμένα άτομα και έχει σαν σκοπό να ανιχνεύει πτώσης των χρηστών της. Το GoSafe έχει στη δυνατότητα να μπορεί να δουλεύει ακόμα και αν ο χρήστης βρίσκεται έξω από το σπίτι του, αφού χρησιμοποιεί AT&T Wireless Network και state of the art locating technologies. Η συσκευή ακόμη αποτελείται και από ένα κουμπί βοήθειας το οποίος στείλει μια ειδοποίηση όταν ο χρήστης το πατήσει, στέλνει μια αυτόματη ειδοποίησή στο κέντρο βοήθειας και προσφέρει ακόμη άμεση επικοινωνία με το κέντρο. Η GoSafe είναι διακριτική, άνετη και εύκολα προσβάσιμη. Στα πλεονεκτήματα της συσκευής ακόμη είναι και η χαμηλή ενεργειακή απόδοση και η δυνατότητα της να εισέρχεται στο νερό.



➤ Embedded Data Collector

Η εταιρία Smart Structures κατασκεύασε μια έξυπνη συσκευή καταμέτρησης στοιχείων, στη οποία χρησιμοποιεί σε κατασκευές κτηρίων. Πιο συγκεκριμένα η συσκευή αυτή με τον πρωτοποριακό υπέρ - ανθεκτικό ασύρματο σχεδιασμό της μπορεί να τοποθετείτε

μέσα στο υλικό που χρησιμοποιείτε για να κατασκευαστεί ένα κτήριο και με την βοήθεια του αισθητήρα που διαθέτει κάνει μέτρηση και παίρνει αποτελέσματα για την ποιότητα του σκυροδέματος κατά την μεταφορά και εγκατάστασης του. Η SmartPile EDC (Embedded Data Collector) επικοινωνεί ασύρματα με το Smart Structures Work Station όπου συλλέγει και επεξεργάζεται τα δεδομένα. Δεδομένου ότι αυτή η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη, εξοικονομεί χρόνο κατά τη διάρκεια της κατασκευής για τον έλεγχο εγγύησης και μειώνει δραματικά τις ζημιές που οφείλονται στην υπερφόρτωση. Οι αισθητήρες SmartPile λειτουργούν με μπαταρία που μπορεί να διαρκέσει έως και πέντε χρόνια.



Οι πιο πάνω εφαρμογές που έχουμε δει είναι μόνο ένα πολύ μικρό δείγμα των εφαρμογών που έχουν δημιουργηθεί μέσω της ανάπτυξης του IoT. Στα επόμενα χρόνια υπολογίζονται να αναπτυχθούν εκατομμύρια εφαρμογές όπου θα βοηθήσουν τους ανθρώπους σε διαφορετικούς τομείς όπως η υγεία, η ασφάλεια, ο αθλητισμός ακόμη και για την ευκολία της ζωής των χρηστών. Όλες αυτές οι εφαρμογές σε συνδυασμό με την ευρεία ανάπτυξη της πληροφορικής αναμένεται να αλλάξουν καταλυτικά τον κόσμο και την ανάπτυξη του.

Κεφάλαιο 7 – Συμπεράσματα

7. Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία

7. Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τα συμπεράσματα που έχουμε καταλήξει αναπτύσσοντας τις ενότητες του διαδικτύου των πραγμάτων και παράλληλα θα προτείνουμε και μελλοντική δουλειά η οποία μπορεί να εξελίξει περισσότερο το θέμα αυτό.

Στην πρώτη ενότητα της διπλωματικής μου εργασίας ανέπτυξα την σύνδεση των ενεργοποιητών και αισθητήρων στο IoT. Τα πρώτα πρόβλημα που ανακάλυψα σχετίζετε με τις διάφορες προκλήσεις ασφάλειας μεταξύ των ασύρματων δικτύων αισθητήρων. Οι παραδοσιακή μηχανισμοί ασφαλείας με την συνεχή εξέλιξη του διαδικτύου δεν μπορούν να εγγυηθούν την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ δυο χρηστών. Οι κόμβοι αισθητήρων για να μπορούν να χρησιμοποιούν τα βασικά πρότυπα συστημάτων κρυπτογραφικής χρειάζονται το πρωτόκολλο 6LoWPAN για την αλληλεπίδραση με ένα IPV6 δίκτυο κάτι που όμως δεν είναι πολύ ασφαλές. Μια πολύ καλή λύση για το πρόβλημα αυτό είναι η υποστήριξης πρωτοκόλλου σύνδεσης IPsec σε 6LoWPAN κάτι όμως που δεν είναι ακόμη εφικτό για τον λόγο ότι οι αισθητήρες μας έχουν περιορισμένες ικανότητες. Αυτό το θέμα δεν έχει ακόμη αναπτυχτεί και προτείνετε για μελλοντική δουλειά. Το δεύτερο πρόβλημα που πρέπει να εξεταστεί περεταίρω σε αυτή την ενότητα είναι η δημιουργία ασφαλών καναλιών επικοινωνίας ανάμεσα στα WSN. Ο λόγος που πρέπει να δημιουργηθούν αυτά τα κανάλια επικοινωνίας είναι για να απομακρυνθεί ο κίνδυνος αναρμόδιοι χρήστες να έχουν πρόσβαση στην λειτουργία των αισθητήρων. Μια από τις λύσεις που έχουν μελετηθεί για αυτό το πρόβλημα είναι η χρησιμοποίηση σταθμών βάσης (BS) ως εκπρόσωπος των κόμβων αισθητήρων. Όμως και σε αυτήν την λύση υπάρχουν κάποια περιβλήματα όπως αν τερματιστεί ο σταθμός ή αν μολυνθεί τότε τι θα γίνει. Το συμπέρασμα που βγάζω από το πρόβλημα αυτό είναι ότι δεν έχουν αναπτυχτεί έγκυρες λύσεις και έτσι χρειάζεται μελλοντική δουλειά. Η επομένη πρόκληση που βρήκα σχετίζετε με την

επικοινωνία δυο μακρινών συσκευών και συγκεκριμένα εάν τα υπάρχοντα πρωτόκολλα ασφαλείας μπορούν να προστατεύσουν στη ροή πληροφοριών. Οι λύσεις που πρότεινα για το πρόβλημα αυτό περιλαμβάνουν τους μηχανισμούς PKC και προ-κοινού κλειδιού, οι οποίοι όμως ακόμη έχουν πολλά προβλήματα και μειονεκτήματα. Για τον λόγο αυτό πρέπει να μελετηθεί περεταίρω και να συμπεριληφθεί σε μελλοντική εργασία. Τέλος το επόμενο πρόβλημα που ανέλυσα σε αυτήν την ενότητα αφορά τις κατάλληλες διευκολύνσεις που χρειάζονται οι ασύρματες τεχνολογίες δικτύων αισθητήρων που είναι βασισμένες στο πρωτόκολλο διαδικτύου, έτσι ώστε να υποστηρίξουν το διαδίκτυο των πραγμάτων. Για την ολοκλήρωση του βήματος αυτού πρέπει να λυθεί ένα άλλο πρόβλημα που είναι η κατάλληλη προσαρμογή του IP στο διάστημα των πραγμάτων. Η λύση που βρήκα για το πρόβλημα αυτό είναι η αρχιτεκτονική SNAIL, με την οποία κατάληξα στο συμπέρασμα ότι είναι η καταλληλότερη λύση και οι οποία μπορεί να λύσει όλα τα θέματα που δημιουργούνται. Έτσι κατέληξα στο συμπέρασμα ότι το θέμα αυτό δεν χρειάζεται περισσότερη ανάπτυξη.

Στην δεύτερη ενότητα της διπλωματικής μου εργασίας κλήθηκα να αναπτύξω τα προβλήματα και της πιθανές λύσεις στην αναζήτηση των συσκευών και των υπηρεσιών στον ιστό των πραγμάτων. Για την υλοποίηση του ιστού των πραγμάτων (WoT) απαιτείται να επεκταθεί ο ήδη υπάρχοντας ιστός έτσι ώστε τα πραγματικά αντικείμενα και οι ενσωματωμένες συσκευές να μπορούν να συνδεθούν με αυτόν χωρίς προβλήματα. Μέχρι τώρα για την ένωση αυτή χρησιμοποιούσαμε τα πρωτόκολλα του ιστού ως πρωτόκολλα μεταφοράς, τώρα όμως θα κάνουμε τις συσκευές ένα κύριο κομμάτι του ιστού με την χρησιμοποίηση του HTTP ως πρωτόκολλο στρώματος εφαρμογής. Για την λύση αυτού του μεγάλου προβλήματος πρότεινα το αρχιτεκτονικό είδος REST. Το συμπέρασμα που βγάζω από την λύση αυτή είναι ότι παρόλο που το REST είναι ακόμη ένα ενεργό θέμα, με την ολοκλήρωση του θα είναι αποτελεσματικό και έτσι δεν θα χρειάζεται να βρεθούν άλλοι τρόποι για να λυθεί το πρόβλημα αυτό. Στην συνέχεια της ενότητας αυτής προσπάθησα να λύσω το πρόβλημα του εντοπισμού των φυσικών συσκευών. Η λύση που βρήκα για το πρόβλημα αυτό είναι το ATOM με το οποίο ο ιστός έχει ένα σταθερό και restfull πρότυπο για να μπορεί να αλληλεπιδράσει με τις συλλογές των πραγμάτων. Μετά από την μελέτη που έκανα για την λύση αυτή κατέληξα στο συμπέρασμα ότι για απλά σενάρια το ATOM είναι πολύ αξιόπιστο και δεν χρειάζεται περεταίρω ανάπτυξη, άλλα για πιο περίπλοκα και

εξελιγμένα σενάρια τα οποία έχουν την δυνατότητα να υποστηρίζουν ερωτήσεις δεν έχει έχουν ακόμη αναπτυχτεί πρότυπα και είναι κάτι που πρέπει να αναπτυχτεί σε μελλοντική δουλειά. Το τελευταίο πρόβλημα που ανάπτυξα για αυτήν την ενότητα σχετίζεται με την αλληλεπίδραση που έχουν οι συσκευές μεταξύ τους. Δηλαδή που επικοινωνούν, ανταλλάζουν στοιχεία και γενικά πως μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα στα γεγονότα που γίνονται στο περιβάλλον. Για το πρόβλημα αυτό κατέληξα στο συμπέρασμα ότι τα παραδοσιακά πλαίσια ενημέρωσης δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και έτσι πρότεινα ένα νέο αρχιτεκτονικό πλαίσιο ενημέρωσης το οποίο μπορεί να παρέχει μια πιο αποδοτική υποδομή για την υποστήριξη των έξυπνων συσκευών στο Internet of Things. Όμως σχετικά συμπεράσματα δεν μπορούμε να βγάλουμε για τον λόγο ότι η ανάπτυξη του πλαισίου αυτού είναι σε πρώιμο στάδιο ακόμη και δεν έχουν γίνει όλα τα απαραίτητα πειράματα ούτε έχουν εξεταστεί όλα τα σενάρια για μια σωστή αξιολόγηση. Για αυτό το λόγο το θέμα προϋποθέτει επιπρόσθετη μελλοντική ανάπτυξη όπου θα εξεταστούν περισσότερα και πιο περίπλοκα σενάρια.

Στην τρίτη ενότητα της διπλωματικής μου εργασίας ανάπτυξα το θέμα της περιγραφής των υπηρεσιών των συσκευών. Σε αυτήν την ενότητα προσπάθησα να βρω τρόπους όπου θα μπορούσαν να λύσουν τα προβλήματα της ενσωμάτωσης των αντικειμένων στο World Wide Web. Για την υλοποίηση της ενσωμάτωσης αυτής εξέτασα μια πρωτότυπη ιδέα όπου είναι η ενσωμάτωση μικροσκοπικών web server σε κάθε αντικείμενο. Για να επιλύσω τα προβλήματα της ιδέας αυτής εξέτασα κάποιες πιθανές λύσεις μέσω της συσκευής geotracker. Τα συμπεράσματα που βγάλω με την συσκευή αυτή είναι ότι είναι πολύ αποτελεσματική και δεν χρειάζεται καμιά περεταίρω ανάπτυξη. Όμως με την εξέλιξη των συσκευών και την περιπλοκότητα τους η οποία αυξάνει το επίπεδο της όσο προχωρούν τα χρόνια, πιστεύω ότι θα πρέπει να αρχίζουν να κατασκευάζονται και άλλες συσκευές 'τύπου' geotracker άλλα με πιο εξελιγμένο σύστημα. Ακόμη πρέπει σε μελλοντική εργασία να εξελιχτούν και συσκευές που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από την geotracker, έτσι ώστε να δούμε και άλλα σενάρια. Ένα άλλο πρόβλημα που ανέλυσα στην ενότητα αυτή είναι η ανακάλυψη των πόρων έτσι ώστε να μπορούν να αλληλεπιδρούν με τον χρήστη. Για να καταφέρει ένας πελάτης να αλληλεπιδρά με ένα πόρο πρέπει να έχει το URI του, κάθε URI είναι μοναδικό και έχει μακρά διάρκεια ζωής. Έτσι ανέλυσα κάποιες λύσεις οι οποίες μας

βοηθούν να βρούμε πόρους σε γνωστές και άγνωστες συσκευές. Η τρόποι αυτοί έχουν κάποια πλεονεκτήματα άλλα πιστεύω ότι θα χρειαστεί περισσότερη μελλοντική δουλειά για να καταλήξουμε σε πιο έγκυρα συμπεράσματα.

Στην τέταρτη ενότητα ανέπτυξα ένα μεγάλο κομμάτι του οράματος του IoT που είναι η σύνδεση των συσκευών - αντικειμένων στο World Wide Web(WWW) έτσι ώστε να καταφέρουν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Το Web περιέχει συνδεδεμένα έγγραφα, που όμως τα περιεχόμενα τους δεν μπορούν να αξιοποιηθούν από τους υπολογιστές με αποτέλεσμα να μην μπορούν να επεξεργασθούν με αυτοματοποιημένο τρόπο. Για την λύση αυτού του μεγάλου προβλήματος άρχισε να αναπτύσσετε και να επεκτείνετε ο Σημασιολογικός Ιστός. Με την ανάπτυξη όμως της σημασιολογική προσέγγιση άρχισαν να δημιουργούνται άλλα προβλήματα που είναι τα πολύ ακατέργαστα δεδομένα που θα εισέρθουν στο ιστό και η πολλές δύσκολες κατάσταση που θα υπάρξουν στον ιστό. Για αυτό τον λόγο μετά από μελέτη που έκανα πρότεινα ένα νέο περιβάλλον το SSW (Semantic Sensor Web). Το συμπέρασμα που καταλήγω με την ανάπτυξη του περιβάλλοντος αυτού είναι ότι είναι πολύ αποδοτικό και δεν έχει προβλήματα πού χρίζουν περισσότερης έρευνας και επεξεργασίας. Όμως στο μέλλον πρέπει να αναπτυχτεί ένας μηχανισμός αφαίρεσης υπηρεσιών (service abstraction) όπου δημιουργεί απαιτήσεις υπηρεσιών(service requirement) και μεταδεδομένα (metadata) και ένας μηχανισμός παραγωγής κανόνων (rule generation mechanism) όπου περιέχει απλούς κανόνες για συλλογισμό και δημιουργία πλαισίου.

Στην πέμπτη ενότητα της διπλωματικής μου εργασίας ανάλυσα κάποιους τρόπους αλληλεπίδρασης των συσκευών μεταξύ τους. Για την ταχεία ενσωμάτωση των συσκευών στον ιστό μελέτησα το πρόγραμμα AutoWoT Deployment Toolkit. Το συμπέρασμα που αποφάνθηκα μετά από την μελέτη που έκανα στο πρόγραμμα αυτό είναι ότι έχει παρά πολύ καλά στοιχεία και είναι πολύ βοηθητικό στην αλληλεπίδραση των συσκευών. Παρόλο όμως των πολλών θετικών που έχει το λογισμικό της AutoWoT χρειάζεται ακόμη παρά πολλή δουλειά και εξέλιξη για να γίνει πλήρες. Για παράδειγμα πρέπει να επεκταθεί το βασικό μοντέλου των πόρων για να ενισχυθεί η εκφραστικότητα σε σχέση με περισσότερες ιδιότητες των πόρων η οποίες υπάρχουν ή μπορεί να δημιουργούν στα επόμενα χρόνια. Ακόμη πρέπει να βελτιωθεί η χρήση του toolkit και το πρόγραμμα να αναπτύξει ένα καλύτερο περιβάλλον εργασίας για τον χρήστη. Έτσι συμπεραίνω ότι χρειάζεται μελλοντική δουλειά. Το επόμενο πρόβλημα

που εξέτασα σε αυτή την νεότητα είναι το πρόβλημα της αξιοποίησης της κινητής αλληλεπίδρασης των φυσικών αντικειμένων και ψηφιακών πόρων. Για να λύσω το πρόβλημα αυτό πρότεινα και μελέτησα την Διάχυτη Υπηρεσία Αλληλεπίδραση (Pervasive Service Interaction (Perci)) . Μετά από μελέτη την οποία έκανα κατέληξα στο συμπέρασμα ότι η υπηρεσία Perci σε πρώτο στάδιο είναι πολύ καλή και δεν έχει προβλήματα, όμως με την πάροδο των χρόνων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας οι ψηφιακοί πόροι θα γίνονται περισσότεροι και πιο περίπλοκοι και έτσι χρειάζεται σε μελλοντική εργασία να αρχίσουμε να εξελίσσουμε καινούργιες αρχιτεκτονικές.

Στην έκτη ενότητα της διπλωματικής μου εργασίας ανέπτυξα τα μικρά και τα μεγάλα δεδομένα που πρέπει να επεξεργαστούν στον ιστό των πραγμάτων. Στην αρχή ανάλυσα τις διάφορες κατηγορίες δεδομένων και κατέληξα στο συμπέρασμα ότι όλες η κατηγορίες χρειάζονται περεταίρω έρευνα για τον λόγο ότι έχουν προβλήματα που εμποδίζουν την επιτυχή υλοποίηση του IoT. Τα δεδομένα έχουν προβλήματα ασφαλείας, οι Διευθύνσεις / Μοναδικά αναγνωριστικά χρειάζονται IPv6 πρωτόκολλο το οποίο δεν είναι ακόμη διαδεδομένο, στα δεδομένα θέσης και τα διάχυτα δεδομένα περιβάλλοντος πρέπει να αναπτυχθεί το mobile computing και η δημιουργία γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων και στα περιγραφικά δεδομένα να αναπτυχθεί ένα κατάλληλο σύστημα το οποίο θα καταγράφει τους διαφορετικούς τύπους δεδομένων και μεταδεδομένων έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η χρησιμότητα τους και για να μπορούν οι χρήστες να βρίσκουν αυτά που θέλουν πιο εύκολα. Ακόμη για τα δεδομένα που εισέρχονται από τα WSN πρέπει να αναπτυχθούν συστήματα για την αναζήτηση και εξόρυξη των δεδομένων, όταν αυτά είναι σε τεράστιες ποσότητες και για τα δεδομένα για τις εντολές και για των έλεγχο των ενεργοποιητών πρέπει να αναπτυχθεί μια κατάλληλη γλώσσα έτσι ώστε να επιτευχθεί ο έλεγχος των συσκευών. Στην συνέχεια ανέπτυξα της διαφορές προκλήσεις που έχουν οι βάσεις δεδομένων στο IoT και μετά από μελέτη που έκανα συμπέρανα ότι έχουν πολλά προβλήματα και χρειάζονται μελλοντική δουλειά έτσι ώστε να εξελιχτούν ολοκληρωτικά. Τέλος στην ενότητα αυτή σχολίασα τα προβλήματα που έχει η επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων και κατέληξα στο συμπέρασμα ότι και αυτά χρειάζονται μελλοντική έρευνα και είναι ανοιχτά θέματα. Επιπρόσθετα, μελλοντική μελέτη μπορεί να γίνει για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας των απεικονίσεων, της αποθήκευσης και της ανάλυση των μεγάλων δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να λυθούν θεμελιώδη

προβλήματα των μεγάλων δεδομένων όπως η δημιουργία ενός δομικού μοντέλου για μεγάλα δεδομένα και μια τυπική περιγραφή των μεγάλων δεδομένων. Απαραίτητη είναι η τυποποίηση των μεγάλων δεδομένων δηλαδή να δημιουργηθεί ένα σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας των δεδομένων και ένα πρότυπο αξιολόγησης. Ακόμη επιβάλλεται να αναπτυχθούν νέοι τρόποι για μετατροπή της μορφής και μεταφορά των μεγάλων δεδομένων.

Το τελικό συμπέρασμα στο οποίο καταλήγω μετά από την έρευνα που έκανα για το θέμα του IoT για σκοπούς εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας είναι ότι το IoT είναι ένα μεγάλο θέμα που άρχισε να απασχολεί όλες της ερευνητικές ομάδες και θα τις απασχολεί και για ακόμη πολλά χρόνια. Με την ανάπτυξη του IoT πολλές παλιές εταιρίες θα καταστούν άχρηστες και θα κλείσουν, ενώ καινούργιες εταιρίες θα δημιουργηθούν και θα εξελιχτούν. Με την ολοκλήρωση του οράματος αυτού όλες οι ιστορικές συσκευές θα γίνουν εξυπνότερες και μέλος του διαδικτύου. Με αυτό τον τρόπο οι ζωές των ανθρώπων θα γίνουν έκτος από πιο εύκολες και πιο αυτοματοποιημένες με αποτέλεσμα ο σημερινός τρόπος ζωής να χρειαστεί να αλλάξει ολοκληρωτικά.

Βιβλιογραφία

- [1] Sungmin Hong, Daeyoung Kim, Minkeun Ha, Sungho Bae, Sang Jun Park, Wooyoung Jung, Jae-Eon Kim, "SNAIL: an IP-based wireless sensor network approach to the internet of things," in *Wireless Communications, IEEE* , vol.17, no.6, pp.34-42, December 2010.
- [2] Shelby, Zach, Carsten Bormann. "6LoWPAN: The wireless embedded Internet." Vol. 43. John Wiley & Sons, 2011.
- [3] Rodrigo Roman, Cristina Alcaraz, Javier Lopez, Nicolas Sklavos , " Key management systems for sensor networks in the context of the Internet of Things Original Research" Article , *Computers & Electrical Engineering*, Volume 37, Issue 2, March 2011, Pages 147-159
- [4] Guinard, D., Trifa, V., Karnouskos, S., Spiess, P., Savio, D., "Interacting with the SOA-Based Internet of Things: Discovery, Query, Selection, and On-Demand Provisioning of Web Services" in *Services Computing, IEEE Transactions on* , vol.3, no.3, pp.223-235, July-Sept. 2010.
- [5] Broll, G., Rukzio, E., Paolucci, M., Wagner, M., Schmidt, A.; Hussmann, H., "Perci: Pervasive Service Interaction with the Internet of Things" in *Internet Computing, IEEE* , vol.13, no.6, pp.74-81, Nov.-Dec. 2009.
- [6] De, S., Barnaghi, P., Bauer, M., Meissner, S., "Service modelling for the Internet of Things," in *Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2011 Federated Conference on* , vol., no., pp.949-955, 18-21 Sept.
- [7] Sergio Luis Dias Lima Gramacho, Cassio V.S. Prazeres, Gustavo Bittencourt, "An ad-hoc web of things service bus "233-236,2013.
- [8] Massimo Paolucci, Takahiro Kawamura, Terry R Payne, Katia Sycara, "Semantic Matching of Web Services Capabilities" 2002.
- [9] Su, X., Riekkki, J., Nurminen, J. K., Nieminen, J., and Koskimies, M. (2015), "Adding semantics to internet of things " *Concurrency Computat.: Pract. Exper.*, 27, 1844–1860.
- [10] Pfisterer, D., Romer, K., Bimschas, D., Kleine, O., Mietz, R., Cuong Truong, Hasemann, H., Kröller, A., Pagel, M., Hauswirth, M., Karnstedt, M., Leggieri, M., Passant A., Richardson, R., "SPITFIRE: toward a semantic web of things," in *Communications Magazine, IEEE* , vol.49, no.11, pp.40-48, November 2011.
- [11] Perera, S., "Large scale data processing in real world: From analytics to predictions," in *Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer), 2014 International Conference on* , vol., no., pp.8-8, 10-13 Dec. 2014.

- [12] Dieter Uckelmann, Mark Harrison, Florian Michahelles "From the Internet of Things to the Web of Things: Resource-oriented Architecture and Best Practices" pp 97-129.
- [13] Guinard, D.; Trifa, V.; Karnouskos, S.; Spiess, P.; Savio, D., "Interacting with the SOA- Based Internet of Things: Discovery, Query, Selection, and On-Demand Provisioning of Web Services," in Services Computing, IEEE Transactions on , vol.3, no.3, pp.223-235, July-Sept. 2010.
- [14] Vlad Trifa, Dominique Guinard, Vlatko Davidovski, Andreas Kamilaris and Ivan Delchev." Web Messaging for Open and Scalable Distributed Sensing Applications." In International Conference on Web Engineering (ICWE 2010), pages 129-143, Vienna, Austria, July 2010.
- [15] Michael Blackstoc, Rodger Lea," WoTKit: A Lightweight Toolkit for the Web of Things", Article No.3.
- [16] Joshua Cooper, Anne James. Challenges for Database Management in the Internet of Things, IETE Technical Review, vol. 26, pag. 320-329.
- [17] Simon Mayer, David S. Karam, "A computational space for the web of things" , Article No. 8.
- [18] Joshua Cooper & Anne James (2009)" Challenges for Database Management in the Internet of Things", IETE Technical Review, 26:5, 320-329.
- [19] Chen Min, Mao Shiwen , Liu Yunhao,"Big Data: A Survey",2014, V 19, N 2, 171-209.
- [20] P. Barnaghi, A. Sheth and C. Henson, "From Data to Actionable Knowledge: Big Data Challenges in the Web of Things [Guest Editors' Introduction]," in IEEE Intelligent Systems, vol. 28, no. 6, pp. 6-11, Nov.-Dec. 2013.
- [21] Kamilaris, A.; Pitsillides, A., "Social networking of the Smart Home," in Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2010 IEEE 21st International Symposium on, vol., no., pp.2632-2637, 26-30 Sept. 2010
- [23] Antonio Pintus, Davide Carboni, Andrea Piras. 2012 " Paraimpu: a platform for a social web of things. In Proceedings of the 21st International Conference on World Wide Web (WWW '12 Companion). ACM, New York, NY, USA, 401-404.
- [24] Andreas Kamilaris, Andreas Pitsillides, Vlad Trifa "International Journal of AdHoc and Ubiquitous Computing (IAHUC)", Vol. 7, No. 3, 2011.

- [25] Reshi, A.A. Shafi, S. Kumaravel, A., "VehNode: Wireless Sensor Network platform for automobile pollution control," in Information & Communication Technologies (ICT), 2013 IEEE Conference on , vol., no., pp.963-966, 11-12 April 2013.
- [26] Paganelli, F.; Turchi, S.; Giuli, D., "A Web of Things Framework for RESTful Applications and Its Experimentation in a Smart City," in Systems Journal, IEEE , vol.PP, no.99, pp.1-12.
- [27] Li-Der Chou, Chun-Cheng Sheu, Home-Way Chen," Design and Prototype Implementation of a Novel Automatic Vehicle Parking System", Vol 1, No 1 January 2007.
- [28] Ovidiu Vermesan, SINTEF, Norway, Peter Friess, "Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems", EU, Belgium, June 2013
- [29] Atzori Luigi, Iera Antonio, Morabito Giacomo, Nitti Michele, "The Social Internet of Things (SIoT) " When social networks meet the Internet of Things: Concept, architecture and network characterization", Volume 56, Issue 16, 14 November 2012, Pages 3594–3608.
- [30] A. Kamilaris and A. Pitsillides, "Social networking of the Smart Home," 21st Annual IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, Istanbul, 2010, pp. 2632-2637.
- [31] Matthias Kranz, Luis Roalter, and Florian Michahelles, " Things That Twitter: Social Networks and the Internet of Things ", München Germany, Zurich Switzerland .
- [32] Floriano Scioscia, Michele Ruta, "Building a Semantic Web of Things: Issues and Perspectives in Information Compression," 2012 IEEE Sixth International Conference on Semantic Computing, pp. 589-594, 2009 IEEE International Conference on Semantic Computing, 2009.
- [33] Yu Chenzhou, Wei Jia Shen, Wen Sun, Gang Hu, Jing Li, Lin Huao Xu, Xin Zhi Sun, Yue Pan, "Active Linked Data for Human Centric Semantic Web of Things,"2012 IEEE International Conference on Green Computing and Communications, pp 9-16.
- [34] Konstantinos Kotis, Artem Katasonov, "Semantic Interoperability on the Web of Things: The Semantic Smart Gateway Framework," 2014 Eighth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, pp. 630-635, 2012 Sixth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS), 2012.