

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**«Δημιουργία μηχανής κανόνων για αυτοματοποιημένο έλεγχο
συσκευών βάσει δεδομένων από αισθητήρες»**

Φίλιππος Αζίζ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2016

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Δημιουργία μηχανής κανόνων για αυτοματοποιημένο έλεγχο συσκευών βάσει
δεδομένων από αισθητήρες**

Φίλιππος Αζίζ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Γεωργία Καπιτσάκη

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 την επιβλέπων καθηγήτρια μου Δρ. Γεωργία Καπιτσάκη, για την υποστήριξη και την συνεργασία που είχαμε καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας. Οι εισηγήσεις της και η υπομονή της με βοήθησαν να δώσω τον καλύτερο μου εαυτό για την εκπλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Περίληψη

Στις μέρες μας φαίνεται να έχει αναπτυχθεί ένα μεγάλο ενδιαφέρον στα συστήματα επίγνωσης συγκειμένου (context-aware systems) όπως φαίνεται από διάφορα επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια, αλλά και στη βιομηχανία. Αυτά τα συστήματα έχουν την δυνατότητα επίγνωσης των συγκειμένων τους και μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιαδήποτε αλλαγή τους ούτως ώστε να ικανοποιούν όσο περισσότερο τους χρήστες τους.

Η μηχανή κανόνων αποτελεί ένα κομμάτι λογισμικού που είναι ικανό να συμπεραίνει λογικές συνέπειες από ένα σύνολο υποστηριζόμενων γεγονότων. Υπάρχει πλήθος διαφορετικών τύπων μηχανών κανόνων όπου διαφέρουν στο πώς προγραμματίζουν την εκτέλεση των κανόνων. Οι πιο διαδεδομένες μηχανές κανόνων είναι του τύπου “IF κατάσταση THEN ενέργεια”.

Το σύστημα SensoMan πρόκειται για ένα σύστημα συλλογής δεδομένων από αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι σε πλατφόρμες Arduino και Raspberry Pi οι οποίες είναι ασύρματα τοποθετημένες στο περιβάλλον.

Αυτή η διπλωματική εργασία αποτελεί συνέχεια της διπλωματικής εργασίας της φοιτήτριας Στέλλας Κωνσταντίνου που αφορούσε την δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής για το σύστημα SensoMan. Σε αυτή την διπλωματική εργασία διερευνήθηκε η υλοποίηση μιας μηχανής κανόνων (rules engine) η οποία έχει ως κύριο σκοπό την δημιουργία κανόνων που θα αφορούν μετρήσεις από ένα ή περισσότερους αισθητήρες. Αναλόγως του αποτελέσματος ενός κανόνα, δηλαδή αν τηρείται ή όχι, θα μπορούν να γίνονται μία ή περισσότερες ενέργειες. Η μηχανή κανόνων έτσι, θα προσφέρει την δυνατότητα σε ένα χρήστη να αυτοματοποιεί διαδικασίες σχετικά με το πεδίο εφαρμογής για το οποίο χρησιμοποιεί τους αισθητήρες.

Πέραν της μηχανής κανόνων θα γίνει αναφορά και στην αναβαθμισμένη βάση δεδομένων και REST υπηρεσία, στην διαδικτυακή εφαρμογή και στα καινούρια εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν στην πλατφόρμες Arduino. Επίσης θα γίνει περιγραφή και δύο σεναρίων που αφορούν την μηχανή κανόνων

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	iii
Περίληψη	iv
Περιεχόμενα	v
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας	1
1.3 Ανασκόπηση του συστήματος SensoMan.....	3
1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας	5
Κεφάλαιο 2 Γνωσιολογικό Υποβάθρο και Συναφείς Συστήματα.....	7
2.1 Μικροελεγκτής.....	7
2.2 Υπηρεσίες διαδικτύου	9
2.2.1 Ορισμός	9
2.2.2 REST Υπηρεσία διαδικτύου.....	11
2.3 Πρότυπο HTML (Hypertext Markup Language).....	14
2.4 Επίγνωση συγκεκριμένου (Context-Awareness)	15
2.4.1 Ορισμός	15
2.4.2 H5CM (HTML Context Middleware)	16
2.5 Μηχανή Κανόνων (Rules Engine/Semantic Reasoner)	18
2.6 Συναφείς συστήματα	18
Κεφάλαιο 3 Πλατφόρμα Μικροελεγκτή Arduino Uno.....	21
3.1 Εισαγωγή.....	21
3.2 Αισθητήρες.....	22
3.2.1 Αισθητήρας-Δέκτης Ραδιοκυμάτων	23
3.2.2 Αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας.....	24
3.2.3 Αισθητήρας Φωτός /Φωτο-αντιστάτης.....	25
3.2.4 Αισθητήρας Κίνησης	25
3.2.5 Αισθητήρας Γκαζιού και Καπνού	26
3.3 Arduino Shields.....	27
3.3.1 CC3000 WiFi Shield	27
3.3.2 GPS Shield.....	28
3.4 Actuators	29
3.4.1 Πομπός/Εκπομπός Ραδιοκυμάτων.....	29

3.4.2 Βύσμα Ραδιοκυμάτων.....	30
Κεφάλαιο 4 Αρχιτεκτονική Συστήματος SensoMan	31
4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος SensoMan.....	31
4.2 Αισθητήρες Συστήματος SensoMan	32
4.3 Actuators Συστήματος SensoMan.....	35
4.4 Βάση Δεδομένων Συστήματος SensoMan	37
4.5 Υπηρεσία REST Συστήματος SensoMan.....	40
4.6 Εφαρμογές Συστήματος SensoMan	41
4.6.1 Android Εφαρμογή Συστήματος SensoMan	41
4.6.2 Διαδικτυακή εφαρμογή Συστήματος SensoMan	41
4.7 Μηχανή Κανόνων Συστήματος SensoMan.....	42
Κεφάλαιο 5 Μηχανή Κανόνων Συστήματος.....	44
5.1 Εισαγωγή.....	44
5.2 Μηχανή Κανόνων	44
5.2.1 Ανασκόπηση.....	44
5.2.2 Δομή Κανόνα.....	45
5.2.3 Επεξεργασία Κανόνων	46
5.3 Παρόμοια Μηχανή Κανόνων	46
Κεφάλαιο 6 Διαδικτυακή Εφαρμογή SensoMan.....	48
6.1 Εισαγωγή.....	48
6.2 Λειτουργίες Διαδικτυακής Εφαρμογής.....	49
6.2.1 Εισαγωγική Σελίδα Συστήματος	49
6.2.2 Εγγραφή Χρήστη.....	51
6.2.3 Σύνδεση Χρήστη	52
6.2.4 Dashboard Χρήστη.....	53
6.2.5 Ειδοποιήσεις.....	56
6.2.6 Αποσύνδεση Χρήστη.....	57
6.2.7 Λειτουργίες Μηχανής Κανόνων.....	57
6.2.7.1 Δημιουργία Κανόνα:.....	58
6.2.7.2 Αλλαγή/Διαγραφή Κανόνα	60
6.2.7.3 Βοηθητικά Παραδείγματα Κανόνων	61
6.2.8 Γραφικές Παραστάσεις Αισθητήρων	62
6.3 Τεχνολογίες Υλοποίησης	62
Κεφάλαιο 7 Σενάρια Χρήσης Μηχανής Κανόνων.....	64

7.1 Εισαγωγή.....	64
7.2 Πρώτο Σενάριο.....	64
7.3 Δεύτερο Σενάριο	66
Κεφάλαιο 8 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις	69
8.1 Συμπεράσματα	69
8.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	70
Βιβλιογραφία	72

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας	1
1.2 Ανασκόπηση συστήματος SensoMan	3
1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας	5

1.1 Κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας

Στις μέρες μας φαίνεται να έχει αναπτυχθεί ένα μεγάλο ενδιαφέρον στα συστήματα επίγνωσης συγκεκριμένου (context-aware Systems) όπως φαίνεται από διάφορα επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια, αλλά και στη βιομηχανία. Όπως φαίνεται και από το όνομα τους, αυτά τα συστήματα έχουν την δυνατότητα επίγνωσης των συγκεκριμένων τους και μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιαδήποτε αλλαγή τους ούτως ώστε να ικανοποιούν όσο περισσότερο τους χρήστες τους. Το συγκεκριμένο είναι οποιαδήποτε πληροφορία η οποία μπορεί να χαρακτηρίσει μια κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα αντικείμενο το οποίο σχετίζεται με την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός χρήστη και μιας εφαρμογής [1]. Ένα σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει επίγνωση του συγκεκριμένου του (context-awareness) αν μπορεί να εξάγει, να μεταφράσει και να χρησιμοποιήσει την πληροφορία που έχει πάρει από το συγκεκριμένο του και να προσαρμόσει την λειτουργικότητα του βάσει αυτού [2].

Τα συστήματα που έχουν την δυνατότητα επίγνωσης του συγκεκριμένου μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες για το συγκεκριμένο τους από πηγές όπως αισθητήρες. Συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν αισθητήρες ως τη κύρια πηγή πληροφοριών μπορούν να έχουν ευρεία εφαρμογή σε τομείς όπως τα έξυπνα σπίτια, την γεωργία, την αυτοκινητική βιομηχανία, την ιατρική τεχνολογία και φροντίδα, λόγω της ανάγκης που έχουν αυτοί οι τομείς για επίγνωση του συγκεκριμένου. Το Internet of Things (IoT) αλλά και τα Smart

Cyber Physical Systems (cPHS) [3] έχουν αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο προβάλλεται η επίγνωση συγκειμένου, αφού υπόσχεται ένα κόσμο όπου όλα τα αντικείμενα γύρω μας ενώνονται με το διαδίκτυο και μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση [4][5]. Η διαχείριση, ο συντονισμός και ο έλεγχος των αντικειμένων καθώς και η επικοινωνία μεταξύ τους παρέχεται από μια κοινή υπολογιστική οντότητα.

Η ανάπτυξη πλατφόρμων μικροελεκτών χαμηλού κόστους τα τελευταία χρόνια βοήθησαν πολύ στην ανάπτυξη του Internet of Things. Λόγω του χαμηλού κόστους και της ευκολίας χρήσης κάποιων πλατφόρμων όπως είναι τα Arduino, μπορεί ο οποιοσδήποτε να έχει στην διάθεση του τέτοιες πλατφόρμες για επαγγελματικούς ή ερευνητικούς σκοπούς καθώς και για σκοπούς ελεύθερης απασχόλησης. Οι αισθητήρες διαφόρων μεγεθών και ακρίβειας που μπορούν να συνδεθούν σε τέτοιου είδους πλατφόρμες και οι πληροφορίες διαφορετικού τύπου που μπορούν να εξαχθούν από αυτούς είναι αρκετά για να καταλάβουμε το μεγάλο πλήθος των εφαρμογών που μπορούν να αναπτυχθούν.

Ωστόσο η επεξεργασία και η μνήμη που διαθέτουν οι πλατφόρμες όπως τα Arduino δεν είναι αρκετή για την επεξεργασία μεγάλου όγκου πληροφοριών έτσι μια λύση σε αυτό τον περιορισμό είναι η υπολογιστική νέφους (cloud computing). Συγκεκριμένα η υπολογιστική νέφους επιτρέπει στα συστήματα να χρησιμοποιούν το λεγόμενο Infrastructure as Service (IaaS) όπου για παράδειγμα μπορεί να είναι η παροχή μηχανών που θα είναι υπεύθυνες για την υπολογιστική δύναμη του συστήματος και για την αποθήκευση των δεδομένων. Αυτό επιτρέπει σε συστήματα που επεξεργάζονται ευαίσθητα δεδομένα από αισθητήρες να είναι πιο ακριβή στους υπολογισμούς τους, κατορθώνοντας έτσι να είναι πιο αποτελεσματικά στα συμπεράσματα που διεξάγουν.

Στα πλαίσια της προηγούμενης διπλωματικής εργασίας της φοιτήτριας Στέλλας Κωνσταντίνου [38] διερευνήθηκε η μεταφορά ακατέργαστων δεδομένων στο υπολογιστικό νέφος (cloud) από αισθητήρες που βρίσκονταν σε διάφορες τοποθεσίες. Ως επακόλουθο αυτής της διαδικασίας ο χρήστης θα μπορεί να έχει απομακρυσμένη πρόσβαση στους αισθητήρες, έχοντας την δυνατότητα παρακολούθησης των μετρήσεων που λαμβάνονται αλλά και γνώσης για την κατάσταση και την τοποθεσία των

αισθητήρων. Σε αυτή την διπλωματική εργασία διερευνήθηκε η υλοποίηση μιας μηχανής κανόνων (rules engine) η οποία έχει ως κύριο σκοπό την δημιουργία κανόνων που θα αφορούν μετρήσεις από ένα ή περισσότερους αισθητήρες. Αναλόγως του αποτελέσματος ενός κανόνα, δηλαδή αν τηρείται ή όχι, θα μπορούν να γίνονται μία ή περισσότερες ενέργειες. Η μηχανή κανόνων έτσι, θα προσφέρει την δυνατότητα σε ένα χρήστη αυτοματοποιεί διαδικασίες σχετικά με το πεδίο εφαρμογής για το οποίο χρησιμοποιούνται οι αισθητήρες.

1.3 Ανασκόπηση του συστήματος SensoMan

Αυτή η διπλωματική εργασία αποτελεί συνέχεια της διπλωματικής εργασίας της φοιτήτριας Στέλλας Κωνσταντίνου που αφορούσε την δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής για το σύστημα SensoMan. Σε αυτή την διπλωματική εργασία θα γίνει αναφορά και επεξήγηση της αναβαθμισμένης αρχιτεκτονικής του SensoMan καθώς και του κομματιού που είχα αναπτύξει στην διαδικτυακή εφαρμογή. Το σύστημα SensoMan πρόκειται για ένα σύστημα συλλογής δεδομένων από αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι σε πλατφόρμες Arduino και Raspberry Pi οι οποίες είναι ασύρματα τοποθετημένες στο περιβάλλον. Μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής μπορεί να γίνεται διαχείριση των αισθητήρων και παρακολούθηση των μετρήσεων. Επιπλέον θα παρέχεται η λειτουργία για δημιουργία κανόνων που θα αποτελούνται από ένα κομμάτι στο οποίο θα γίνεται ο έλεγχος για το αν πληρούνται οι καταστάσεις κάποιων μετρήσεων που ορίζονται κατά την δημιουργία του κανόνα. Έπειτα στο άλλο κομμάτι θα γίνεται ο ορισμός των ενεργειών που θα εκτελούνται στην περίπτωση που τηρείται ή όχι η κατάσταση ή οι καταστάσεις που έχουν οριστεί. Οι ενέργειες που θα εκτελούνται θα αφορούν την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση κάποιων συσκευών διαμέσου μιας άλλης πλατφόρμας Arduino η οποία θα αλληλοεπιδρά με τις συσκευές μέσω ραδιοκύματος.

Η μηχανή κανόνων που έχει υλοποιηθεί έχει ως σκοπό να αυτοματοποιήσει διάφορες διαδικασίες οι οποίες για να λειτουργήσουν σωστά χρειαζόνταν να γίνεται παρακολούθηση των δεδομένων από τους χρήστες. Η αυτοματοποίηση αυτή κατορθώνει να μειώσει όσο γίνεται τον ανθρώπινο παράγοντα αυξάνοντας την ακρίβεια στον εντοπισμό μιας συμπεριφοράς στις μετρήσεις των δεδομένων. Επιπλέον παρέχει στον

χρήστη έναν τρόπο για να δημιουργεί πολύπλοκες αυτοματοποιήσεις ανεξαρτήτως του πεδίου εφαρμογής για το οποίο χρησιμοποιεί το σύστημα.

Στη προηγούμενη διπλωματική εργασία είχαν συνδεθεί αισθητήρες σε μια πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino η οποία προοριζόταν για την σύνδεση αισθητήρων. Επιπλέον είχε σχεδιαστεί και υλοποιηθεί μια βάση δεδομένων MySQL καθώς και μια υπηρεσία RESTful για την διαχείριση χρηστών του συστήματος, των μικροελεγκτών και των αισθητήρων και δημιουργήθηκε και ένα plugin για το H5CM context-aware-middleware για την παροχή πρόσβασης στο REST API του SensoMan σε εφαρμογές επίγνωσης συγκεκριμένου. Στην υπηρεσία υποστηρίζονται και κλήσεις για την λειτουργία των αισθητήρων, εντούτοις δεν χρησιμοποιούνται στην διαδικτυακή εφαρμογή αλλά έχουν χρήση στην Android εφαρμογή που υλοποιήθηκε πέρσι από την φοιτήτρια Αθηνά Παφίτου ως μέρος της διπλωματικής της.

Ως μέρος αυτής της διπλωματικής εργασίας προστέθηκε ακόμα μια πλατφόρμα μικροελεγκτή στην οποία έχει συνδεθεί ένας πομπός υπέρυθρων που θα είναι υπεύθυνος για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση συσκευών μεταδίδοντας τον κατάλληλο κωδικό υπέρυθρων. Επιπλέον προστέθηκαν πίνακες στη βάση δεδομένων που αφορούν τους κανόνες και τις πλατφόρμες μικροελεγκτών/ενεργοποιητών (actuators). Μαζί με την αναβάθμιση της βάσης δεδομένων έγινε και αναβάθμιση των κλήσεων της REST υπηρεσίας για να γίνεται διαχείριση των κανόνων και των πλατφορμών μικροελεγκτών/ενεργοποιητών.

Στην διαδικτυακή εφαρμογή, οι κλήσεις της REST υπηρεσίας που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι για αποθήκευση/ανάκτηση καινούριων πλατφορμών μικροελεγκτών και κανόνων, για ανάκτηση κανόνων, αισθητήρων και μετρήσεων και μετατροπή/διαγραφή κανόνων.

Η διαδικτυακή εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί είναι προσβάσιμη από οποιοδήποτε περιηγητή ιστού. Ο χρήστης μπορεί μέσω αυτής της εφαρμογής να δημιουργήσει προσωπικό προφίλ ούτως ώστε χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του να μπορεί να συνδεθεί στο σύστημα. Ακολούθως, αφού ο χρήστης συνδεθεί στο σύστημα μπορεί από εκεί να δει κάποιες πληροφορίες που αφορούν τον ίδιο καθώς και ένα χάρτη με τις τοποθεσίες των

διαφόρων πλατφορμών που έχει στην διάθεση του και οι οποίες βρίσκονται σε ένα καθορισμένο εύρος ζώνης μακριά του. Μπορεί επίσης να προσθέσει την τοποθεσία στην οποία θέλει να εγκατασταθεί η καινούρια πλατφόρμα μικροελεγκτή. Επιπρόσθετα μπορεί να δηλώσει/τροποποιήσει/διαγράψει κανόνες για μια πλατφόρμα μικροελεγκτή χρησιμοποιώντας το γραφικό πλαίσιο εργασίας που του επιτρέπει να κτίσει κανόνες χρησιμοποιώντας κομμάτια που μοιάζουν με παζλ. Τέλος μπορεί να παρακολουθεί τις διάφορες μετρήσεις που εξάγει ο κάθε τύπος αισθητήρα με την χρήση γραφικών παραστάσεων.

Ένας από του κυριότερους στόχους αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η προσπάθεια για γενική χρήση του συστήματος SensoMan το οποίο μέχρι τώρα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία ενός “έξυπνου εργαστηρίου”. Σε αυτή την προσπάθεια βοήθησε εισαγωγή μιας μηχανής κανόνων που έχει ως κύριο σκοπό την αυτοματοποίηση διαδικασιών, σε πεδία εφαρμογών στα οποία χρησιμοποιούνται αισθητήρες.

1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο έγινε αναφορά στο κίνητρο της διπλωματικής εργασίας καθώς και στο ιστορικό υπόβαθρο πίσω από το κίνητρο αυτό. Δόθηκε γενική πληροφόρηση αναφορικά με το σύστημα SensoMan και την διαδικτυακή του εφαρμογή. Επιπλέον έγινε αναφορά περιληπτικά σε έννοιες και κομμάτια του συστήματος SensoMan που θα αναφερθούν στα επόμενα κεφάλαια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα γίνει περιγραφή ορισμένων βασικών εννοιών που έχουν ήδη αναφερθεί στο πρώτο κεφάλαιο. Επιπρόσθετα θα γίνει αναφορά και σε προηγούμενες εργασίες και σε συστήματα που μοιάζουν με το σύστημα SensoMan, θέτοντας παράλληλα και τα χαρακτηριστικά που κάνουν το SensoMan να ξεχωρίζει από αυτά.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα περιγράψει ο μικροελεγκτής Arduino, οι αισθητήρες, οι actuators και τα modules/shields που χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση του συστήματος. Παράλληλα θα γίνει αναφορά και στις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν για την

πραγματοποίηση κατάλληλης εξαγωγής των μετρήσεων από ορισμένους αισθητήρες καθώς και για την πιο εύκολη χρήση των λειτουργιών που προσφέρουν τα modules.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνει περιγραφή της αναβαθμισμένης αρχιτεκτονικής του συστήματος SensoMan, των κομματιών από τα οποία αποτελείται καθώς και περιγραφή των καινούριων κομματιών που προστέθηκαν στο σύστημα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα γίνει περιγραφή της μηχανής κανόνων που έχει υλοποιηθεί για το σύστημα SensoMan και μίας παρόμοιας μηχανής κανόνων.

Στο έκτο κεφάλαιο θα γίνει περιγραφή των διάφορων λειτουργιών που παρέχει η διαδικτυακή εφαρμογή του SensoMan καθώς και σημαντικών βιβλιοθηκών/τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για να καταστεί δυνατή η υλοποίηση ορισμένων κομματιών της διαδικτυακής εφαρμογής.

Στο έβδομο κεφάλαιο θα γίνει περιγραφή δύο σεναρίων. Το πρώτο αφορά ένα απλό σενάριο το οποίο μπορεί να υλοποιηθεί μερικώς με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε στην διπλωματική ενώ το δεύτερο κεφάλαιο αφορά ένα πιο εξειδικευμένο σενάριο το οποίο μπορεί να υλοποιηθεί με την πρόσθεση επιπλέον εξοπλισμού.

Στο όγδοο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί μέσω της υλοποίησης αυτής της διπλωματικής εργασίας καθώς και στις βελτιστοποιήσεις και στις επεκτάσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο σύστημα.

Κεφάλαιο 2

Γνωσιολογικό Υποβάθρο και Συναφείς Συστήματα

2.1 Μικροελεγκτής	7
2.2 Υπηρεσίες διαδικτύου	9
2.2.1 Ορισμός	9
2.2.2 REST Υπηρεσία διαδικτύου	11
2.3 Πρότυπο HTML	14
2.4 Επίγνωση Συγκειμένου (Context-Awareness)	15
2.4.1 Ορισμός	15
2.4.1 H5CM (HTML Contest Middleware)	16
2.5 Μηχανή Κανόνων (Rules Engine/Semantic Reasoner)	18
2.6 Συναφείς Συστήματα	18

2.1 Μικροελεγκτής

Ο μικροελεγκτής (microcontroller) είναι ένας μικρός υπολογιστής ή αλλιώς ένα σύστημα σε τσιπ (System on Chip) που υλοποιείται σε ένα ενοποιημένο κύκλωμα. Το κύκλωμα αυτό αποτελείται από ένα επεξεργαστή, μνήμη και ένα αριθμό από προγραμματιστικά περιφερειακά εισόδου/εξόδου. Αντίθετα με τους μικροεπεξεργαστές που χρησιμοποιούνται στους προσωπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές ή σε άλλες εφαρμογές γενικής χρήσης όπου περιέχονται διάφορα διακριτά τσιπς, οι μικροελεγκτές σχεδιάζονται για ενσωματωμένες εφαρμογές [6]. Οι περισσότεροι προγραμματιστικοί μικροελεγκτές που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ενσωματωμένοι σε διάφορα καταναλωτικά προϊόντα όπως τα τηλέφωνα, αυτοκίνητα, περιφερειακά κ.λπ. Μερικά ενσωματωμένα συστήματα είναι πιο πολύπλοκα, ενώ άλλα έχουν πιο λίγες απαιτήσεις όσο αφορά την χωρητικότητα της μνήμης για το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του προγράμματος. Όσο αφορά τα περιφερειακά που μπορούν να συνδεθούν σε ένα

μικροελεγκτή συμπεριλαμβάνονται οι οθόνες LCD, διακόπτες και αισθητήρες όπως υγρασία, θερμοκρασία, κίνησης κ.λπ.

Ο μικροελεγκτής αποτελείται από τα εξής κομμάτια:

- Μονάδα Ελέγχου Επεξεργασίας (CPU): Όπως και στους προσωπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές έτσι και εδώ το CPU είναι υπεύθυνο να λαμβάνει δεδομένα, να τα αποκωδικοποιεί και ακολούθως να ολοκληρώνει το έργο που του έχει ανατεθεί με επιτυχία.
- Μνήμη: Η μνήμη σε ένα μικροελεγκτή λειτουργεί όπως ένας μικροεπεξεργαστής. Εδώ αποθηκεύονται όλα τα προγράμματα και τα δεδομένα.
- Θύρες εισόδου/εξόδου (I/O ports): Χρησιμοποιούνται ως διεπαφή για διαφορετικές συσκευές όπως οθόνες, LEDs κ.λπ.
- Σειριακές Θύρες (Serial Ports): Αυτές οι θύρες παρέχουν σειριακές διεπαφές μεταξύ των μικροελεγκτών και των διάφορων περιφερειακών.
- Χρονομετρητές (Timers): Σε ένα μικροελεγκτή μπορεί να υπάρχουν ένας ή περισσότεροι χρονομετρητές ή μετρητές. Οι μετρητές και οι χρονομετρητές ελέγχουν όλες τις διαδικασίες που αφορούν χρονομετρήσεις και μετρήσεις.
- Μετατροπέας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (ADC): Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ψηφιακού σήματος όταν γίνεται χρήση διάφορων ψηφιακών συσκευών όπως συσκευών που εξάγουν μετρήσεις.
- Μετατροπέας ψηφιακού σήματος σε αναλογικό (DAC): Κάνει ακριβώς το αντίθετο από το ADC και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που γίνεται επίβλεψη αναλογικών συσκευών.
- Διερμηνευτικός Έλεγχος (Interpret Control): Χρησιμοποιείται από τον μικροελεγκτή για την παροχή καθυστερημένου ελέγχου σε ένα τρέχον πρόγραμμα.

Οι μικροελεγκτές χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την μνήμη, την αρχιτεκτονική, τα bits και τα σύνολα εντολών που διαθέτουν. Όσο αφορά τα bits που διαθέτουν, υπάρχουν οι 8 bits μικροελεγκτές που είναι ιδανικοί για εκτέλεση αριθμητικών και λογικών εργασιών, οι 16 bits οι οποίοι έχουν καλύτερη ακρίβεια και απόδοση από τους 8 bits και οι 32bit που χρησιμοποιούνται κυρίως από αυτοματοποιημένες συσκευές όπως μηχανές γραφείου, ιατρικές συσκευές κ.λπ.

Όσο αφορά την μνήμη του μικροελεγκτή υπάρχουν οι μικροελεγκτές εξωτερικής μνήμης οι οποίοι διακρίνονται στο ότι δεν έχουν όλα τα λειτουργικά τους κομμάτια σε ένα τσιπ όπως για παράδειγμα ο μικροελεγκτής 8031 δεν έχει προγραμματιστική μνήμη στο τσιπ. Ο ελεγκτές ενσωματωμένης μνήμης διαφέρουν από αυτά της εξωτερικής μνήμης στο ότι περιέχουν όλα τα λειτουργικά του κομμάτια σε ένα τσιπ όπως ο μικροελεγκτής 8051 ο οποίος έχει ο ίδιος την μνήμη του προγράμματος και των δεδομένων του. Επίσης περιέχει τους μετρητές και τους χρονομετρητές, τους διακόπτες και τις θύρες εισόδου/εξόδου.

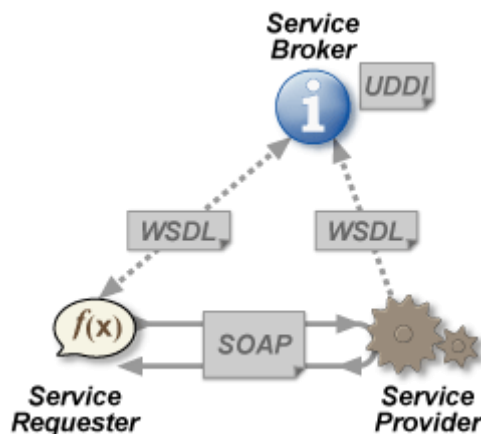
Η άλλη κατηγορία αφορά το σύνολο εντολών ενός μικροελεγκτή. Αυτή η κατηγορία αποτελείται από τους μικροελεγκτές οι οποίοι υποστηρίζουν την χρήση ενός συνόλου εντολών όπου η κάθε μια μπορεί να αποτελείται από άλλες πιο απλές εντολές. Οι άλλοι μικροελεγκτές σε αυτή την κατηγορία είναι αυτοί οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να μειώνουν το χρόνο ολοκλήρωσης μια εργασία μειώνοντας τον κύκλο ρολογιού για κάθε εντολή.[7]

2.2 Υπηρεσίες διαδικτύου

2.2.1 Ορισμός

Υπηρεσία διαδικτύου ορίζεται ως μια συλλογή ανοικτών προτύπων και πρωτόκολλων που χρησιμοποιούνται για την συναλλαγή δεδομένων μεταξύ εφαρμογών ή συστημάτων. Η επικοινωνία μεταξύ εφαρμογών ή συστημάτων γίνεται με την χρήση ενός ανοικτού πρότυπου συστήματος μηνυμάτων που μπορεί να είναι της μορφής XML (Extensible Markup Language) ή JSON (JavaScript Object Notation). Τα XML και τα JSON χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση όλων των επικοινωνιών μιας υπηρεσίας διαδικτύου. Για παράδειγμα, ένας πελάτης καλεί μια υπηρεσία διαδικτύου στέλνοντας ένα μήνυμα JSON και ακολούθως περιμένει την αντίστοιχη απάντηση σε μορφή JSON. Έτσι λόγω του ότι η επικοινωνία γίνεται με την χρήση πρότυπης μορφής για την αναπαράσταση των μηνυμάτων όπως είναι τα XML και τα JSON, οι υπηρεσίες διαδικτύου δεν δεσμεύονται από ένα λειτουργικό σύστημα ή μια προγραμματιστική γλώσσα (π.χ. εφαρμογές των WINDOWS μπορούν να επικοινωνούν με UNIX εφαρμογές

, η PHP: Hypertext Preprocessor μπορεί να επικοινωνεί με JAVA κ.λπ.).



Εικόνα 2.1 Αρχιτεκτονική υπηρεσίας διαδικτύου SOAP

Υπάρχουν δύο τρόποι να δει κάποιος την αρχιτεκτονική των υπηρεσιών διαδικτύου. Ο πρώτος τρόπος είναι εξετάζοντας τους τρεις βασικούς ρόλους που περιέχονται σε μία υπηρεσία διαδικτύου, αρχίζοντας από τον παροχέα της υπηρεσίας ο οποίος υλοποιεί την υπηρεσία και την κάνει διαθέσιμη στο διαδίκτυο. Έπειτα ο αιτούμενος της υπηρεσίας όπου είναι οποιοσδήποτε καταναλωτής της υπηρεσίας διαδικτύου και ακολούθως το αρχείο της υπηρεσίας όπου αποτελεί τον κεντρικό κατάλογο των υπηρεσιών από τον οποίο μπορούν οι προγραμματιστές να προσθέσουν καινούριες υπηρεσίες ή να βρουν υπάρχοντες.

Ο δεύτερος τρόπος να δει κάποιος την αρχιτεκτονική των υπηρεσιών διαδικτύου είναι εξετάζοντας την αναδυόμενη στοίβα πρωτοκόλλων υπηρεσιών διαδικτύου η οποία προς το παρόν αποτελείται από τέσσερα κύρια επίπεδα. Η υπηρεσία μεταφοράς όπου είναι υπεύθυνη για την μεταφορά μηνυμάτων μεταξύ εφαρμογών με την χρήση πρωτοκόλλων όπως HTTP (Hyper Text Transport Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) και FTP (File Transfer Protocol). Το επόμενο επίπεδο είναι υπεύθυνο για κωδικοποίηση των μηνυμάτων σε XML μορφή και μπορούν να γίνουν κατανοητά από οποιοδήποτε άκρο. Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει XML-RPC και SOAP. Έπειτα το επίπεδο περιγραφής της υπηρεσίας είναι υπεύθυνο για την περιγραφή της διεπαφής μιας υπηρεσίας διαδικτύου και ο χειρισμός του γίνεται από το πρότυπο WSDL(Web Service Description Language). Τέλος το επόμενο επίπεδο της ανακάλυψης της υπηρεσίας είναι υπεύθυνο για την συγκέντρωση των υπηρεσιών σε μια κοινή τοποθεσία και την παροχή ενός εύκολου

τρόπου για πρόσθεση/εύρεση υπηρεσιών. Στο παρόν στάδιο ο χειρισμός του επιπέδου αυτού πραγματοποιείται από το UDDI (Universal, Description, Discovery and Integration).

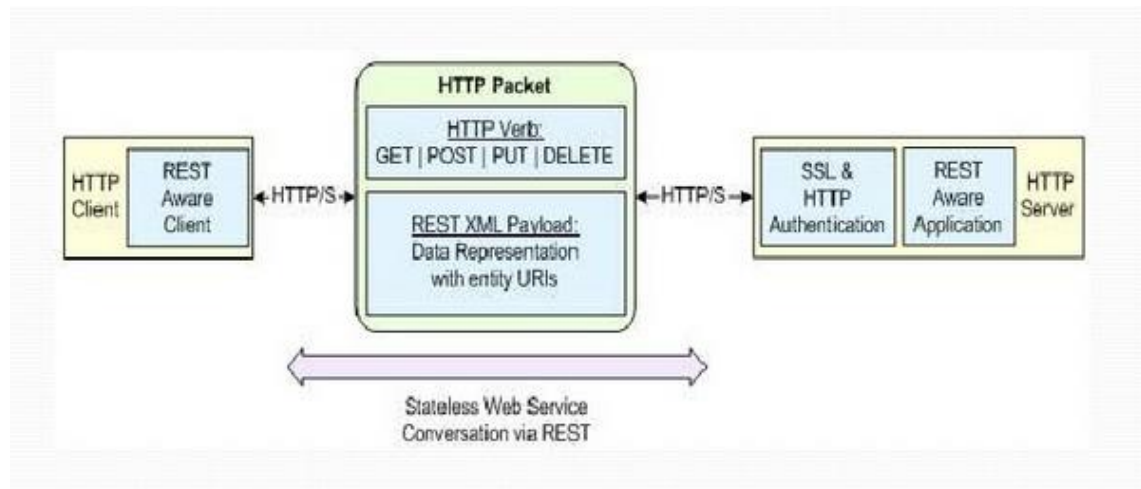
Όπως φαίνεται και από πιο πάνω, υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα που ωθεί αρκετούς προγραμματιστές στην χρήση υπηρεσιών διαδικτύου. Μια υπηρεσία μπορεί να επικαλεσθεί χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο HTTP γι' αυτό και μπορεί να είναι προσβάσιμη με την χρήση κλήσεων HTTP. Αυτό επιτρέπει σε ένα προγραμματιστή να προβάλλει την λειτουργία του κώδικα του με σκοπό την χρήση της από άλλες εφαρμογές. Όπως αναφέρθηκε και πιο πριν λόγω της χρήσης ενός πρότυπου συστήματος μηνυμάτων, οι υπηρεσίες διαδικτύου παρέχουν διαλειτουργικότητα μεταξύ εφαρμογών ή συστημάτων. Ακολουθώντας τα τέσσερα επίπεδα από τα οποία αποτελείται η αρχιτεκτονική των υπηρεσιών διαδικτύου χρησιμοποιούν καλά ορισμένα πρωτόκολλα στην στοίβα των πρωτοκόλλων των υπηρεσιών διαδικτύου έτσι αυτό παρέχει και σε επιχειρήσεις ανάπτυξης λογισμικού ένα μεγάλο εύρος επιλογών, μείωση του κόστους λόγω του ανταγωνισμού καθώς και αύξηση της ποιότητας [8].

Η δημοσιότητα της κλασσικής αρχιτεκτονικής των υπηρεσιών διαδικτύου όπου είναι αναγκαία η χρήση πρότυπων πρωτοκόλλων όπως SOAP και WSDL έχει αρχίσει να μειώνεται λόγω της εμφάνισης των επικοινωνιών REST (Representational State Transfer). Τα REST APIs χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω του ότι δεν χρειάζονται πρωτόκολλα τύπου XML (SOAP και WSDL) για να υποστηρίξουν τις διεπαφές τους.

2.2.2 REST Υπηρεσία διαδικτύου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το σύστημα SensoMan παρέχει RESTful υπηρεσία. Το REST (Representational State Transfer) είναι μια αρχιτεκτονική η οποία βασίζεται στα πρότυπα του Παγκόσμιου Ιστού και χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο HTTP για την επικοινωνία των δεδομένων. Ο τύπος αρχιτεκτονικής του αποτελείται από ένα συντονισμένο σύνολο περιορισμών που εφαρμόζονται σε κομμάτια, υποδοχές, στοιχεία δεδομένων σε ένα κατανεμημένο σύστημα υπερμέσων (hypermedia). Το χαρακτηριστικό που το κάνει να ξεχωρίζει από την παραδοσιακή αρχιτεκτονική μιας υπηρεσίας διαδικτύου είναι το ότι αγνοεί τις λεπτομέρειες της υλοποίησης ενός κομματιού και την σύνταξη ενός πρωτοκόλλου ούτως ώστε να δίνεται παραπάνω σημασία στους ρόλους των κομματιών,

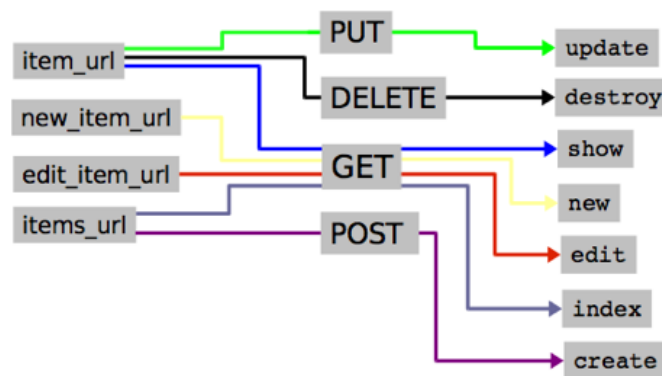
στους περιορισμούς που έχουν όσο αφορά την αλληλεπίδραση τους με άλλα κομμάτια και στην διερμηνεία που πραγματοποιούν σε σημαντικά στοιχεία δεδομένων [10][11].



Εικόνα 2.2 Αρχιτεκτονική του REST

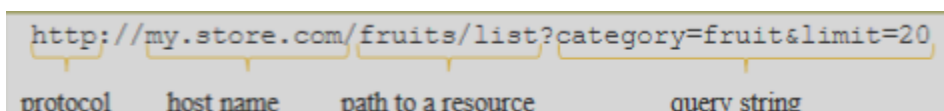
Όλα τα συστήματα χρησιμοποιούν πόρους και αυτοί οι πόροι μπορεί να είναι φωτογραφίες, βίντεο, ιστοσελίδες ή οτιδήποτε άλλο μπορεί να παρουσιαστεί σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Ο ρόλος λοιπόν μιας υπηρεσίας είναι να παρέχει στους πελάτες ένα τρόπο πρόσβασής σε αυτούς τους πόρους. Ο σχεδιασμός RESTful υπηρεσιών χαρακτηρίζεται από την ευκολία υλοποίησης, συντήρησης και επεκτασιμότητας. Γενικά οι υπηρεσίες αυτές πρέπει να έχουν τις εξής ιδιότητες και χαρακτηριστικά:

- Εκπροσώπηση (Representation) με την χρήση URIs (Uniform Resource Identifier): Μια RESTful υπηρεσία διαδικτύου προβάλλει ένα σύνολο πόρων οι οποίοι είναι προσβάσιμοι από τους πελάτες της υπηρεσίας. Οι πόροι αναγνωρίζονται από ένα σύνολο από URIs, τα οποία παρέχουν ένα καθολικό χώρο για την παροχή υπηρεσιών και πόρων.



Εικόνα 2.3 Παράδειγμα χρήσης κλήσεων HTTP

- Αυτό-περιγραφόμενα Μηνύματα: Οι πόροι μπορούν να παραποιηθούν με την χρήση με ένα καθορισμένο σύνολο τεσσάρων λειτουργιών που αφορούν δημιουργία (POST), διάβασμα (GET), αναβάθμιση (PUT) και διαγραφή (DELETE). Δηλαδή το PUT χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση ενός πόρου αν υπάρχει και αν δεν υπάρχει δημιουργεί τον πόρο αυτό. Το GET λαμβάνει μια εκπροσώπηση του πόρου στην μορφή ενός διαδικτυακού μέσου (JSON,XML). Έπειτα το POST δημιουργεί ένα καινούριο πόρο και το URI από το οποίο είναι προσβάσιμος ο πόρος ανατίθεται αυτόματα. Τέλος το DELETE χρησιμοποιείται για την διαγραφή ενός πόρου.
- Ομοιόμορφη διεπαφή (Uniform Interface): Οι πόροι διαχωρίζονται από την εκπροσώπηση τους ούτως ώστε το περιεχόμενό τους να μπορεί να παρουσιαστεί σε διάφορες μορφές όπως XML, JSON, text, HTML κ.λπ.
- Stateful Interactions through hyperlinks: Η κάθε αλληλεπίδραση με ένα πόρο δεν πραγματοποιεί κάποια κατάσταση. Ωστόσο υπάρχουν αρκετές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή μίας κατάστασης, όπως η επανεγγραφή ενός URI, τα cookies και τα κρυμμένα πεδία των φορμών (HTML forms). Μια κατάσταση μπορεί να ενσωματωθεί στο σώμα των μηνυμάτων απόκρισης με σκοπό την επισήμανση σε έγκυρες μελλοντικές καταστάσεις της αλληλεπίδρασης [11].



Εικόνα 2.1 Παράδειγμα σύνταξης ενός URI

Όσο αφορά την παρουσίαση ενός πόρου με την χρήση URI, η σύνταξη ενός URI αποτελείται από το πρωτόκολλο το οποίο αποτελεί τον τύπο μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθεί για να γίνει επεξεργασία της κλήσης και απάντηση προς αυτή. Έπειτα στην σύνταξη του URI ακολουθεί το όνομα του εξυπηρετητή στον οποίο βρίσκεται ο πόρος και στο τέλος ακολουθεί το μονοπάτι που οδηγεί στον πόρο και η επερώτηση που χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση με τον πόρο.

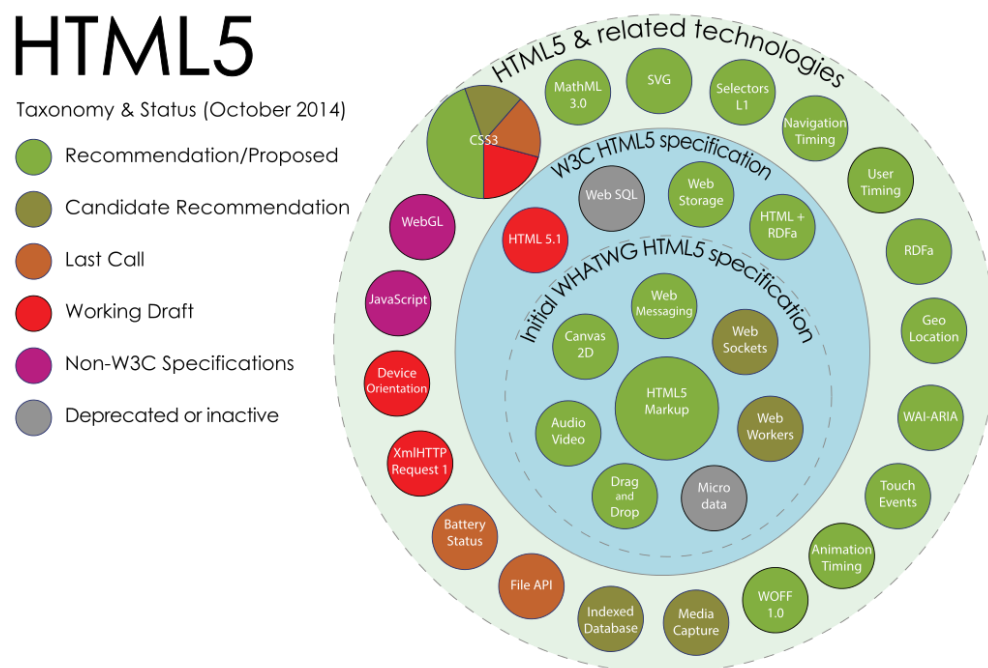
2.3 Πρότυπο HTML (Hypertext Markup Language)

Το πρότυπο HTML είναι μια γλώσσα σήμανσης η οποία χρησιμοποιείται για την δημιουργία ιστοσελίδων. Το HTML, μαζί με το CSS (Cascading Style Sheets) και την JavaScript, αποτελεί την κύρια τεχνολογία για δημιουργία ιστοσελίδων καθώς και για την δημιουργία διεπαφών χρήστη για κινητές και διαδικτυακές εφαρμογές. Ο σκοπός της HTML είναι να περιγράφει σημασιολογικά την δομή μιας ιστοσελίδας. Πριν την άφιξη του CSS, το οποίο χρησιμοποιείται για την μορφοποίηση μιας ιστοσελίδας, το HTML μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παρουσίαση ή την εμφάνιση μιας ιστοσελίδας προβάλλοντας την έτσι σαν γλώσσα σήμανσης παρά σαν προγραμματιστική γλώσσα.

Τα αρχεία HTML προϋποθέτουν την ύπαρξη μια δομής από ενθυλακωμένα στοιχεία HTML. Τα στοιχεία αυτά υποδηλώνονται από τα λεγόμενα tags τα οποία περιβάλλονται από γωνιακές παρενθέσεις (π.χ. `<div>`). Το περιεχόμενο του στοιχείου αν υπάρχει ενθυλακώνονται μεταξύ δύο tags (π.χ. `<div></div>`). Αυτό το περιεχόμενο μπορεί να περιλαμβάνει κείμενο ή ακόμα και άλλα tags ενθυλακωμένα. Το αρχικό tag μπορεί να περιέχει και ιδιότητες (attributes) οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένας τρόπος για να αναγνώριση ενός μοναδικού στοιχείου (`id="home-logo"`), για την δήλωση της τοποθεσίας του περιεχομένου το οποίο θα περιέχεται στο στοιχείο είτε για την δέσμευση ειδικών κανόνων που αφορούν το πώς θα παρουσιάζεται το στοιχείο κ.λπ. Τα στοιχεία αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Αυτά που υποδηλώνουν στην σημασία που έχει ένα κείμενο σε ένα αρχείο HTML ονομάζονται δομικά (Structural) στοιχεία (`<h1></h1>`

- heading). Τέλος τα στοιχεία που υποδηλώνουν την εμφάνιση του κειμένου ανεξάρτητα από την σημασία του ονομάζονται παρουσιαστικά (Presentational) στοιχεία. [12].

Η τελευταία έκδοση του προτύπου είναι η HTML5 η οποία και χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία της ιστοσελίδας του SensoMan. Η HTML5 περιλαμβάνει λεπτομερή επεξεργασία μοντέλων με σκοπό την ενθάρρυνση διαλειτουργικών υλοποιήσεων. Σε σχέση με την προηγούμενη έκδοση (HTML4) επεκτείνει, βελτιώνει και λογικεύει την σήμανση που είναι διαθέσιμη στα αρχεία και εισάγει σημάνσεις και APIs για πολύπλοκες διαδικτυακές εφαρμογές [13].



Εικόνα 2.3 Κατάσταση προτύπου HTML5

2.4 Επίγνωση συγκειμένου (Context-Awareness)

2.4.1 Ορισμός

Στον τομέα της Πληροφορικής η κύρια ιδέα πίσω από το context-awareness αφορά την ικανότητα των υπολογιστών να αισθάνονται και να αντιδρούν ανάλογα με το περιβάλλον

τους. Οι συσκευές μπορεί να έχουν πληροφορίες σχετικά με τις περιστάσεις κάτω από τις οποίες μπορούν να λειτουργούν και βάσει κανόνων ή έξυπνου ερεθίσματος να αντιδρούν αντίστοιχα. Συσκευές ή εφαρμογές επίγνωσης συγκεκριμένου μπορούν να κάνουν υποθέσεις και βάσει της κατάστασης στην οποία βρίσκεται χρήστης [1].

Αρχικά η αντίληψη που υπήρχε στην κοινότητα της Πληροφορικής αναφορικά με το συγκεκριμένο ήταν ως ένα ζήτημα τοποθεσίας του χρήστη. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια αυτή η γνώμη δεν θεωρείται απλά ως μια κατάσταση αλλά ως μέρος μιας διεργασίας στην οποία συμμετέχουν οι χρήστες. Γι' αυτό ακριβώς το λόγο έχουν προταθεί έξυπνα και γενικού πεδίου μοντέλα για την υποστήριξη εφαρμογών επίγνωσης συγκεκριμένου. Αυτά λοιπόν τα μοντέλα βοηθούν αυτές τις εφαρμογές να προσαρμόζουν διεπαφές, να εξειδικεύουν ένα σύνολο δεδομένων σχετικών με την εφαρμογή, να αυξάνουν την ακρίβεια της λήψης δεδομένων, να βρίσκουν υπηρεσίες, να κάνουν την αλληλεπίδραση με τον χρήστη έμμεση ή να κτίζουν έξυπνα περιβάλλοντα [14].

Τα συστήματα συγκεκριμένου ενδιαφέρονται κυρίως προς στην εκμάθηση του συγκεκριμένου(διερμηνεία ενός γεγονότος με την χρήση αισθητήρων), την αφαιρετικότητα και την κατανόηση του συγκεκριμένου και την συμπεριφορά της εφαρμογής βάσει του συγκεκριμένου που έχει ήδη αναγνωριστεί. Ο τομέας επίγνωσης συγκεκριμένου έχει συγκεντρωθεί περισσότερο σε ερευνητικά πεδία όπως στην επίγνωση της τοποθεσίας και στην αναγνώριση δραστηριότητας και αυτό οφείλεται στο ότι σε πολλές εφαρμογές η δραστηριότητα και η τοποθεσία του χρήστη είναι σημαντικές [15].

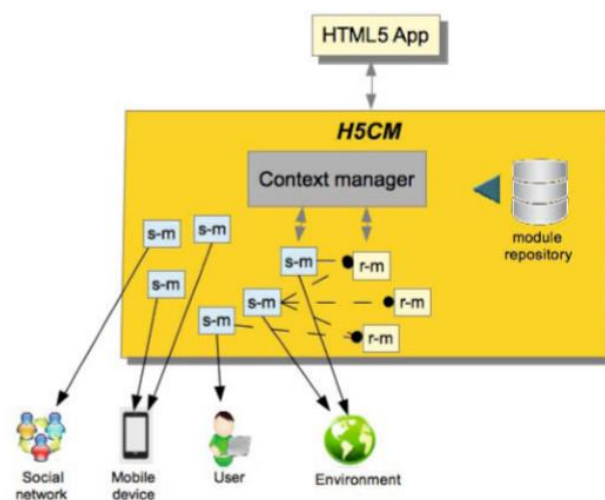
2.4.2 H5CM (HTML Context Middleware)

Η ανάγκη για παροχή πρόσβασης σε πληροφορίες συγκεκριμένου ανεξαρτήτως πλατφόρμας οδήγησε στον σχεδιασμό του H5CM το οποίο επιτρέπει στους δημιουργούς λογισμικών να επαναχρησιμοποιούν υπάρχοντα κομμάτια αισθητήρων και λογικής, κάνοντας με αυτό τον τρόπο πιο συμπαγή τον κώδικα τους.

Όπως φαίνεται και από τον ορισμό της επίγνωσης συγκεκριμένου, οποιοσδήποτε τεχνολογίες θα πρέπει να προσαρμόζονται στην άποψη των τελικών χρηστών και να εξειδικεύουν τις εφαρμογές πάνω στο συγκεκριμένο χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε έξυπνη

συσκευή και πλατφόρμα. Η πραγματοποίηση φυσικά αυτής της ιδέας απαιτεί μηχανισμούς για αφανή και αξιόπιστη πρόσκτηση, ανάλυση και διαμοιρασμό της πληροφορίας ούτως ώστε να βελτιωθεί η εμπειρία των τελικών χρηστών. [16].

Το H5CM όπως φαίνεται και από το όνομα του υλοποιήθηκε με την χρήση του προτύπου HTML. Η υλοποίηση του H5CM λαμβάνει υπόψη τέσσερις βασικές απαιτήσεις της σπονδυλωτής, της επεκτασιμότητας, της επαναχρησιμοποίησης και της προσέγγισης όπου γίνεται ανάπτυξη ανεξαρτήτως πλατφόρμας.



Εικόνα 2.4 Τα κύρια στοιχεία του H5CM

Η αρχιτεκτονική του H5CM έχει ιεραρχική δομή αρχίζοντας από το πιο χαμηλό επίπεδο όπου βρίσκονται κομμάτια που αφορούν τα context-sensor κομμάτια (s – m) οι οποίοι επιτρέπουν την λήψη και κατανομή χαμηλού επιπέδου πληροφορίες συγκεκριμένου. Στο δεύτερο επίπεδο υπάρχουν τα context-reasoner κομμάτια τα οποία δέχονται συγκεκριμένο χαμηλού επιπέδου από ένα ή περισσότερα sensor κομμάτια και εφαρμόζουν την κατάλληλη λογική ούτως ώστε να δημιουργηθεί υψηλού επιπέδου πληροφορία συγκεκριμένου. Έπειτα η εφαρμογή επίγνωσης συγκεκριμένου βρίσκεται στην κορυφή της ιεραρχίας και είναι ικανή να επικοινωνεί στο επίπεδο του λογισμικού με sensor και reasoner κομμάτια για την λήψη πληροφοριών συγκεκριμένου οι οποίες καθιστούν δυνατή την προσαρμογή της λογικής της εφαρμογής. Ο πυρήνας του middleware βασίζεται στο αντικείμενο διαχείρισης συγκεκριμένου (Context Manager object) το οποίο διαχειρίζεται τα sensor και τα reasoner plug-ins τα οποία έχουν ήδη αναπτυχθεί για να παρέχει πρόσβαση

στις διάφορες πηγές άντλησης πληροφοριών συγκειμένου [17]. Οι προγραμματιστές μπορούν με την χρήση της επεκτάσιμης αρχιτεκτονικής του middleware να υλοποιήσουν επιπλέον sensor και reasoner plug-ins όπως έγινε και με την υλοποίηση του SensoMan plug-in στην προηγούμενη διπλωματική που προαναφέρθηκε.

2.5 Μηχανή Κανόνων (Rules Engine/Semantic Reasoner)

Η μηχανή κανόνων αποτελεί ένα κομμάτι λογισμικού που είναι ικανό να συμπεραίνει λογικές συνέπειες από ένα σύνολο υποστηριζόμενων γεγονότων. Το πιο γνωστό είδος μηχανής κανόνων είναι η μηχανή επιχειρηματικών κανόνων όπου αποτελεί ένα σύστημα το οποίο εκτελεί μία ή περισσότερους επιχειρησιακούς κανόνες σε ένα τρέχον περιβάλλον παραγωγής. Μια μηχανή επιχειρηματικών κανόνων επιτρέπει σε πολιτικές της εταιρίας (π.χ. Όλοι οι πελάτες που ξοδεύουν πάνω από 100 ευρώ να λαμβάνουν 10% έκπτωση) και σε άλλες λειτουργικές αποφάσεις να ορίζονται, να δοκιμάζονται, να εκτελούνται και να συντηρούνται ανεξάρτητα από τον κώδικα της εφαρμογής.

Υπάρχει πλήθος διαφορετικών τύπων μηχανών κανόνων όπου διαφέρουν στο πώς προγραμματίζουν την εκτέλεση των κανόνων. Ο πιο διαδεδομένος τύπος μηχανής κανόνων που χρησιμοποιείται από επιχειρήσεις είναι αυτός της εμπρόσθιας αλυσίδωσης (forward chaining) ο οποίος χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία επεξεργάζεται κανόνες παραγωγής/συμπεράσματος. Αυτού του τύπου κανόνες χρησιμοποιούνται για να εκπροσωπούν συμπεριφορές του τύπου IF κατάσταση (π.χ. Ο υπάλληλος έχει κάνει υπερωρίες) THEN ενέργεια (π.χ. Πληρωμή υπαλλήλου για κάθε επιπλέον ώρα που έχει δουλέψει). Ο άλλος τύπος μηχανής κανόνων επεξεργάζεται κανόνες τύπου αντίδρασης/γεγονότος κατάστασης ενέργειας (reaction/event condition). Οι αντιδραστικές μηχανές κανόνων όπως ονομάζονται εντοπίζουν και αντιδρούν σε εισερχόμενα συμβάντα και επεξεργάζονται μοτίβα συμβάντων. Για παράδειγμα μια αντιδραστική μηχανή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ειδοποιεί ένα διαχειριστή όταν εξαντληθούν κάποια προϊόντα. Ο τύπος “IF κατάσταση THEN ενέργεια” χρησιμοποιείται στην μηχανή κανόνων που δημιουργήθηκε για το SensoMan.

2.6 Συναφείς συστήματα

Το SensoMan θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα έξυπνο σύστημα. Τα έξυπνα

συστήματα ενσωματώνουν λειτουργίες αίσθησης, ενέργειας και ελέγχου ούτως ώστε να γίνει περιγραφή και ανάλυση μιας κατάστασης, και να πραγματοποιηθούν αποφάσεις βάσει των διαθέσιμων δεδομένων με προβλέψιμο και προσαρμοστικό τρόπο.

Το Notion είναι ένα εμπορικό σύστημα το οποίο δημιουργήθηκε με σκοπό να παρέχει την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα σπίτι χρησιμοποιώντας το εξάρτημα Notion το οποίο έχει ενσωματωμένους συγκεκριμένους αισθητήρες [18]. Το σύστημα έχει εφαρμογές όπως:

- Εντοπισμός ανοικτής πόρτας(γκαράζ, θησαυροφυλάκιου κ.λπ.).
- Ειδοποιήσεις στην περίπτωση που ένα δωμάτιο είναι πολύ κρύο ή ζεστό.
- Εντοπισμός διαρροής νερού.
- Εντοπισμός ανοικτών παραθύρων για εξοικονόμηση ενέργειας.
- Εντοπισμός καπνού και αποστολή ειδοποιήσεων

Το σύστημα παρέχει εφαρμογή για iOS και Android συσκευές από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να λαμβάνει ειδοποιήσεις για το τι συμβαίνει στο σπίτι του και να ελέγχει την κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι αισθητήρες του Notion. Το πεδίο εφαρμογής του συστήματος αυτού όπως φαίνεται είναι το σπίτι και οι κινητές εφαρμογές που παρέχει. Οι εφαρμογές αυτές λειτουργούν μόνο με τους αισθητήρες που παρέχονται από το αποκλειστικό τους εξάρτημα . Το SensoMan διαφέρει στο ότι το πεδίο εφαρμογής είναι πιο γενικό και οι αισθητήρες που παρέχουν οι πλατφόρμες δεν είναι συγκεκριμένες.

Το σύστημα που μοιάζει περισσότερο με το SensoMan είναι το openHAB [19] το οποίο αποτελεί και αυτό ένα σύστημα (ανοικτού κώδικα). Το openHAB δημιουργήθηκε με σκοπό την παροχή μιας πλατφόρμας στην οποία να μπορούν διάφορες συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα πρόκειται για ένα λογισμικό το οποίο μπορεί να ενσωματώσει διάφορα αυτοματοποιημένα συστήματα σπιτιού και τεχνολογίες σε μία λύση η οποία επιτρέπει την δήλωση κανόνων και την παροχή μοναδικών διεπαφών χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα αυτό είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ουδέτερο στο υλικό και τα πρωτόκολλα με τα οποία επικοινωνεί. Επιπλέον τρέχει σε οποιαδήποτε μηχανή στην οποία υπάρχει JVM(Java Virtual Machine) και μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτό διαφορετικές τεχνολογίες αυτοματοποίησης σπιτιού. Παρέχει μια πολύ δυνατή μηχανή κανόνων για την εκπλήρωση αναγκών αυτοματοποίησης.

Μπορεί επίσης να συνδεθεί με άλλα συστήματα και συσκευές και παρέχει APIs για να συνδέονται άλλα συστήματα με αυτό .

Όπως και στο SensoMan το openHAB σύστημα παρέχει την λειτουργία που αφορά την χρήση κανόνων για την αυτοματοποίηση διεργασιών, δικές του εφαρμογές και APIs. Ωστόσο το openHAB δεν παρέχει την δυνατότητα ορισμού κανόνων μέσω της διαδικτυακής ή κινητής εφαρμογής της, αλλά μόνο μέσω επεξεργαστή κειμένου. Επιπλέον το SensoMan παρέχει γραφική διεπαφή για τον ορισμό κανόνων στην διαδικτυακή του εφαρμογή. Τέλος τα δύο συστήματα παρέχουν την δυνατότητα εξουσιοδοτημένης πρόσβασης(με χρήση username και password).

Κεφάλαιο 3

Πλατφόρμα Μικροελεγκτή Arduino Uno

3.1 Εισαγωγή	21
3.2 Αισθητήρες	22
3.2.1 Αισθητήρας Υπέρυθρων	23
3.2.2 Αισθητήρας Υγρασίας και Θερμοκρασίας	24
3.2.3 Αισθητήρας Φωτός / Φωτο-αντιστάτης	25
3.2.4 Αισθητήρας Κίνησης	25
3.2.5 Αισθητήρας Γκαζιού και Καπνού	26
3.3 Arduino Shields	26
3.3.1 CC3000 Wi-Fi Shield	27
3.3.2 GPS Shield	28
3.4 Actuators	29
3.4.1 Πομπός/Εκπομπός Ραδιοκυμάτων	29
3.4.2 Βύσμα Ραδιοκυμάτων	30

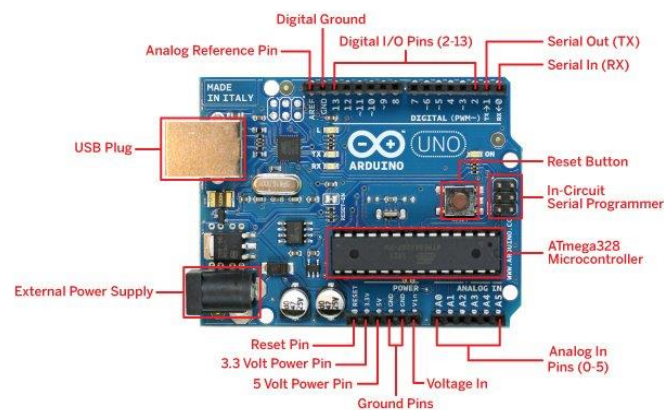
3.1 Εισαγωγή

Το Arduino είναι μία ανοικτού κώδικα πλατφόρμα προτυποποίησης η οποία βασίζεται στην εύκολη χρήση υλικού και λογισμικού [20]. Οι πλατφόρμες Arduino μπορούν να διαβάσουν εισόδους όπως το πάτημα ενός κουμπιού ή το φως σε ένα αισθητήρα και να μεταβάλλουν σε έξοδο όπου ενεργοποιείται ένα μοτοράκι ή ανάβει μία λάμπα. Για τον προγραμματισμό του Arduino χρησιμοποιείται ένα σύνολο εντολών η οποίες στέλνονται στην πλατφόρμα του μικροελεγκτή. Η προγραμματιστική γλώσσα Arduino και το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης(IDE) χρησιμοποιούνται να τον προγραμματισμό του.

Το Arduino χαρακτηρίζεται από την απλή και προσβάσιμη εμπειρία που προσφέρει στον χρήστη γι' αυτό και χρησιμοποιείται σε χιλιάδες πεδία εφαρμογών. Το λογισμικό του

Arduino είναι εύκολο στην χρήση για αρχάριους αλλά και αρκετά ευέλικτο για πιο έμπειρους χρήστες.

Το Arduino διαφέρει από άλλες πλατφόρμες στο ότι είναι πιο φτηνό αφού μια ήδη συναρμολογημένη πλατφόρμα κοστίζει λιγότερο από \$50. Έπειτα προωθεί την διαλειτουργικότητα λόγω του ότι ο επεξεργαστής της γλώσσας αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε Linux, Windows και Mac λειτουργικά συστήματα και επίσης παρέχει ένα απλό προγραμματιστικό περιβάλλον. Επιπλέον οι περισσότερες πλατφόρμες δεν είναι ανοικτού κώδικα σε αντίθεση με το Arduino όπου λόγω του χαρακτηριστικού αυτού μπορεί να επεκταθεί όσο αφορά το υλικό και το λογισμικό του.



Εικόνα 3.1 Περιγραφή Πλατφόρμας Arduino

Στην διπλωματική αυτή χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο του Arduino Uno το οποίο βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328P. Το Uno χρησιμοποιείται περισσότερο από όλες τις πλατφόρμες στην οικογένεια των πλατφορμών και αυτό οφείλεται στο ότι είναι η καλύτερη πλατφόρμα για να αρχίσει κάποιος με ηλεκτρικά και κώδικα. Όσο αφορά το υλικό, το Uno αποτελείται από 14 ψηφιακές εισόδους-εξόδους, 6 αναλογικές εισόδους, ένα 16 MHz κρύσταλλο quartz, μια USB σύνδεση, μια υποδοχή ρεύματος, ένα ICSP header και ένα κουμπί επαναφοράς (reset) [21].

3.2 Αισθητήρες

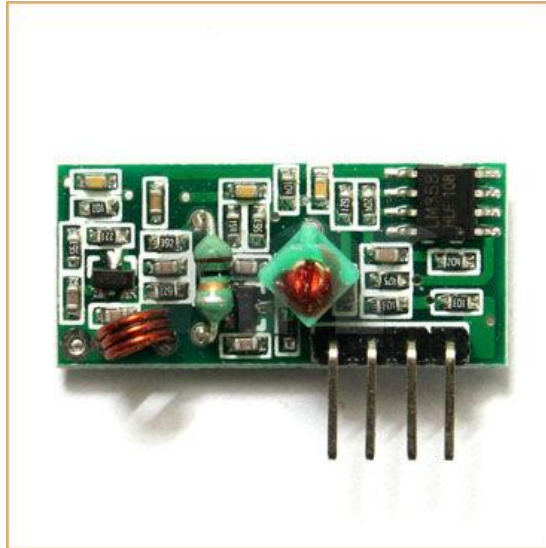
Αισθητήρας ονομάζεται ένα αντικείμενο το οποίο έχει σκοπό τον εντοπισμό συμβάντων ή αλλαγών στο περιβάλλον και ακολούθως την παροχή μιας ενέργειας-εξόδου. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε αντικείμενα που χρησιμοποιούνται καθημερινά όπως είναι τα ευαίσθητα σε επαφή κουμπιά που χρησιμοποιούνται σε ανελκυστήρες ή μηχανές ΑΤΜ. Ωστόσο χρησιμοποιούνται και σε πλήθος εφαρμογών όπου δεν γνωρίζουμε καν. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων οι οποίοι μπορεί να είναι χρήσιμοι για εφαρμογές όπως οι αισθητήρες υγρασίας, φωτός, θερμοκρασίας κ.λπ. [22].

Στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες υγρασίας, ραδιοκυμάτων, θερμοκρασίας, κίνησης, φωτός, γκαζιού και καπνού. Πιο κάτω γίνεται αναφορά στους αισθητήρες που συνδέθηκαν με το Arduino Uno.

3.2.1 Αισθητήρας-Δέκτης Ραδιοκυμάτων

Ο δέκτης ραδιοκυμάτων είναι ένα μικρό ηλεκτρονικό εξάρτημα το οποίο έχει την δυνατότητα να λαμβάνει ραδιοκύματα. Ο αισθητήρας ραδιοκυμάτων συγκεκριμένα λαμβάνει ένα διαμορφωμένο σήμα και το αποδιαμορφώνει. Υπάρχουν δύο τύποι δεκτών ραδιοκυμάτων, οι υπερτερόδυνος δέκτες (superheterodyne receivers) υπερ-αναγεννητικοί receivers. Στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν υπερ-αναγεννητικοί δέκτες λόγω του χαμηλού τους κόστους και χαμηλής ισχύς (ικανοποιείται από την ισχύ που του παρέχει το Arduino). Παρόλο που δεν είναι τόσο ακριβής όσο οι δέκτες υπερτερόδυνος, εντούτοις οι υπερ-αναγεννητικοί δέκτες λειτούργησαν επιτυχώς στην διπλωματική εργασία όσο αφορά την λήψη ορθών ραδιοκυμάτων. Επίσης οι δέκτες ραδιοκυμάτων μπορούν να λαμβάνουν σήματα από αποστολείς οι οποίοι είναι πιθανόν να μην βρίσκονται σε οπτική επαφή μαζί του και αυτός είναι και ο λόγος που προτιμήθηκε έναντι των δεκτών υπέρυθρων οι οποίοι περιορίζονται από την οπτική επαφή [23].

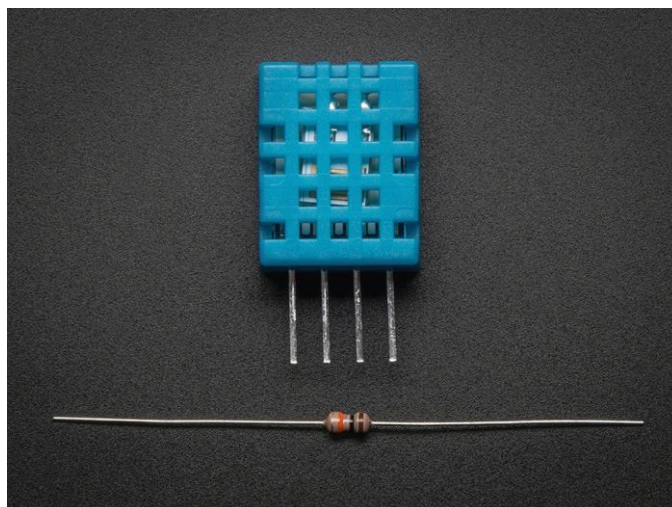
Σε ένα ενσωματωμένο σύστημα ένας δέκτης ραδιοκυμάτων χρησιμοποιείται συχνά για την ασύρματη επικοινωνία του με μία άλλη συσκευή. Στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε δέκτης ραδιοσυχνότητας 433 MHz ο οποίος χρησιμοποιείται για την λήψη ραδιοκυμάτων συνήθως σε αυτοκίνητα, βύσματα ραδιοσυχνότητας, πόρτες γκαράζ κ.λπ. Ο ρόλος του ήταν η εύρεση των κωδικών με τους οποίους ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται τα βύσματα υπέρυθρων.



Εικόνα 3.2 433 MHz αισθητήρας ραδιοκυμάτων

3.2.2 Αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας

Ο χαμηλού κόστους αισθητήρας που χρησιμοποιήθηκε εξάγει μετρήσεις για την θερμοκρασία αλλά και για την υγρασία. Χρησιμοποιεί ένα χωρητικό αισθητήρα υγρασίας και ένα θερμίστορ για την μέτρηση του αέρα που το περιβάλλει και εξάγει ένα ψηφιακό σήμα σε ένα ψηφιακό pin. Είναι εύκολο στην χρήση, ειδικά όταν γίνεται χρήση ειδικής βιβλιοθήκης. Παρέχει ακρίβεια αφού μπορεί να εξάγει μετρήσεις σε βαθμούς κελσίου με ± 2 βαθμούς ακρίβεια και μετρήσεις υγρασίας με 5% ακρίβεια. Ωστόσο μπορούν να ληφθούν δεδομένα από αυτό μια φορά κάθε 2 δευτερόλεπτα [24].



Εικόνα 3.3 Αισθητήρας θερμοκρασίας-υγρασίας DHT11

3.2.3 Αισθητήρας Φωτός /Φωτο-αντιστάτης

Ο αισθητήρας φωτός όπως φαίνεται και από το όνομα του χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό φωτός. Υπάρχουν διάφορα είδη αισθητήρων φωτός όπου το κάθε ένα λειτουργεί διαφορετικά. Στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε ένας μικρός αντιστάτης φωτός ο οποίος μειώνει την αντίσταση του όταν αυξάνεται η ένταση του φωτός. Χρησιμοποιείται σε αρκετά καταναλωτικά προϊόντα για τον προσδιορισμό της έντασης του φωτός [25].



Εικόνα 3.4 Φωτο-αντιστάτης

3.2.4 Αισθητήρας Κίνησης

Ο αισθητήρας κίνησης είναι ένα εξάρτημα το οποίο εντοπίζει κινούμενα αντικείμενα, συγκεκριμένα ζώα/ανθρώπους. Συνήθως ενσωματώνεται σε κομμάτια ενός συστήματος το οποίο πραγματοποιεί αυτόματα μία εργασία και ειδοποιεί τον χρήστη για την εμφάνιση κίνησης στον χώρο. Οι αισθητήρες κίνησης αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι σε συστήματα ασφάλειας, αυτόματου ελέγχου φωτός, ελέγχου του σπιτιού, αποδοτικής χρήση της ενέργειας και σε άλλα χρήσιμα συστήματα. Στην διπλωματική εργασία ο αισθητήρας που χρησιμοποιήθηκε είναι ικανός να ανιχνεύει κίνηση από περίπου 7 μέτρα [26][27].



Εικόνα 3.5 Αισθητήρας Κίνησης Pir

3.2.5 Αισθητήρας Γκαζιού και Καπνού

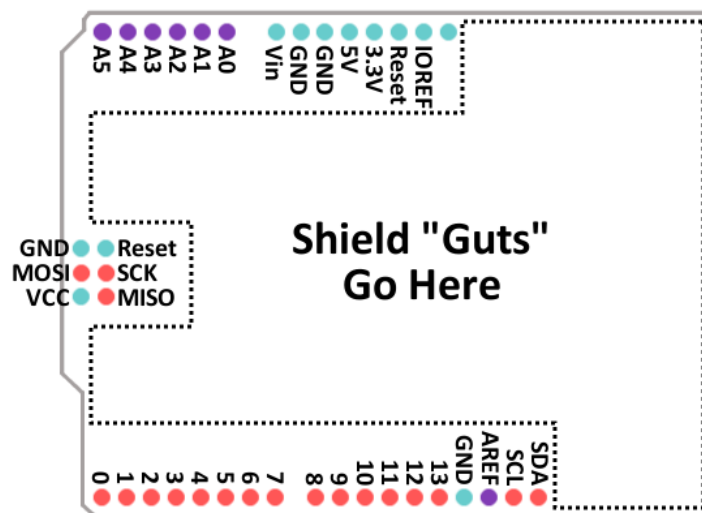
Οι MQ σειρά από αισθητήρες γκαζιού χρησιμοποιούν ένα μικρό θερμαντικό στοιχείο το οποίο περιέχει ένα ήλεκτρο-χημικό αισθητήρα. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε κλειστούς χώρους σε θερμοκρασία δωματίου. Ο αισθητήρας που χρησιμοποιήθηκε συγκεκριμένα για την διπλωματική εργασία είναι ο MQ-2. Συνήθως ο αισθητήρας αυτός χρησιμοποιείται για την ανίχνευση διαρροής γκαζιού (σε σπίτι ή στη βιομηχανία). Μπορεί να εντοπίσει LPG, ισοβουτάνιο, μεθάνιο, αλκοόλ, υδρογόνο, καπνό κ.λπ. Χαρακτηρίζεται από τη γρήγορη του απόκριση και οι μετρήσεις μπορούν να ληφθούν όσο πιο σύντομα γίνεται [28][29].



Εικόνα 3.6 Αισθητήρας γκαζιού και καπνού MQ-2

3.3 Arduino Shields

Τα Arduino shields είναι σπονδυλωτές πλατφόρμες οι οποίες μπορούν να στοιβαχτούν πάνω σε μια πλατφόρμα Arduino για να του παρέχουν επιπλέον λειτουργικότητα. Για παράδειγμα στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν για την σύνδεση στο διαδίκτυο και για την παροχή λειτουργικότητας GPS. Πολλά shields μπορούν και να στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο όπως και έγινε στην διπλωματική εργασία. Ωστόσο επειδή ορισμένα shields δεν χρησιμοποιούν όλα τα pins του Arduino μερικά shields δεν είναι δυνατόν να στοιβαχτούν. Επιπλέον τα shields είναι εφοδιασμένα είτε με ένα Arduino sketch (αρχείο που περιέχει κώδικα Arduino) ή μια βιβλιοθήκη. Έτσι εκτός του ότι μπορούν να συνδεθούν με πολύ απλό τρόπο σε ένα Arduino μπορούν να λειτουργήσουν απευθείας προγραμματίζοντας τα με το αρχείο κώδικα ή χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη που παρέχουν [30][31].



Εικόνα 3.7 Πρότυπο σχεδιάγραμμα ενός shield

3.3.1 CC3000 WiFi Shield

Το συγκεκριμένο shield από την Texas Instruments το οποίο παρέχει εύκολή στην χρήση και προσιτή λειτουργία WiFi στις εφαρμογές που χρησιμοποιείται. Υποστηρίζει 802.11b-g, open/WEP/WPA/WPA2 ασφάλεια, TKIP & AES. Επίσης μια ενσωματωμένη στοίβα με "BSD socket" διεπαφή υποστηρίζει TCP και UDP στην λειτουργία του πελάτη καθώς και στην λειτουργία του εξυπηρετητή, με την δυνατότητα παροχής μέχρι και 4

ταυτόχρονες socket συνδέσεις. Το shield παρέχει επίσης αντένα η οποία υποστηρίζει μεγάλη εμβέλεια, υποδοχή για MicroSD και κουμπί επαναφοράς (reset button) [32].

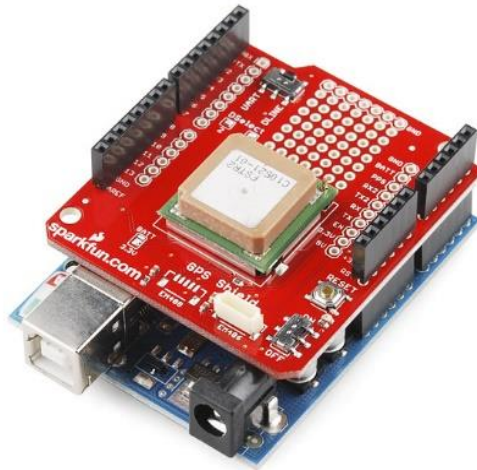


Εικόνα 3.8 Adafruit CC3000 WiFi shield

3.3.2 GPS Shield

Το GPS shield είναι ένα module το οποίο είναι σχεδιασμένο για το παραλήπτη (receiver) του Παγκόσμιου Συστήματος Τοποθεσίας (GPS). Το shield της Sparkfun που χρησιμοποιήθηκε για την διπλωματική εργασία μπορεί να εντοπίσει μια τοποθεσία με ακρίβεια μερικών μέτρων και μπορεί επίσης να δώσει πολύ ακριβής ώρα.

Στο shield υπάρχει υποδοχή για την 48 καναλιών GPS κεραία Sparkfun EM-506. Επίσης ο DLINE/UART διακόπτης αλλάζει την είσοδο-έξοδο μεταξύ TX/RX pins ή ψηφιακών pins του Arduino. Ο DLINE/UART διακόπτης πρέπει να ορίζεται στο DLINE ούτως ώστε να μπορεί να γίνει μεταφόρτωση του κώδικα μέσω του Arduino IDE. Παρέχεται επιπλέον ένας διακόπτης ON/OFF ο οποίος ελέγχει την ενέργεια του GPS module καθώς και ένα κουμπί επαναφοράς (reset) [33].



Εικόνα 3.9 Sparkfun GPS Shield with the EM-506 receiver

3.4 Actuators

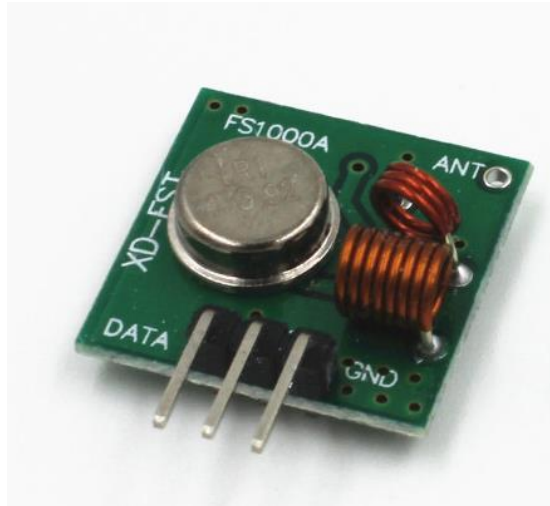
Οι ενεργοποιητές (actuators) ονομάζονται τα αντικείμενα τα οποία αλλάζουν με κάποιο τρόπο το περιβάλλον στο οποίο είναι εγκατεστημένα εκτελώντας μια ενέργεια όπως για παράδειγμα την ενεργοποίηση μιας λάμπας ή ενός κλιματιστικό. Στην διπλωματική εργασία το ρόλο του actuator τον έχουν ο πομπός υπέρυθρων και το βύσμα υπέρυθρων [34].

3.4.1 Πομπός/Εκπομπός Ραδιοκυμάτων

Ένας πομπός ραδιοκυμάτων είναι μια μικρή πλακέτα τυπωμένου κυκλώματος (Printed circuit board) η οποία μπορεί να μεταδίδει ένα ραδιοκύμα το οποίο διαμορφώνει για να μπορεί να μεταφέρει δεδομένα. Συνήθως οι πομποί αυτοί υλοποιούνται μαζί με ένα μικροελεγκτή ο οποίος θα παρέχει δεδομένα στο πομπό που μπορούν να μεταδοθούν. Επίσης οι πομποί ραδιοκυμάτων μπορούν να μεταδίδουν σήματα σε δέκτες οι οποίοι πιθανόν να μην βρίσκονται σε οπτική επαφή μαζί του και αυτός είναι και ο λόγος που προτιμήθηκε έναντι των πομπών υπέρυθρων οι οποίοι περιορίζονται από την οπτική επαφή [23].

Στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε πομπός ραδιοσυχνότητας 433 MHz ο οποίος χρησιμοποιείται για την αποστολή ραδιοκυμάτων συνήθως απομακρυσμένη

πρόσβαση σε αυτοκίνητα, βύσματα ραδιοσυχνοτήτων, πόρτες γκαράζ κ.λπ. Στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε για την αποστολή σημάτων ραδιοκυμάτων για ενεργοποίηση/απενεργοποίηση ειδικών βυσμάτων τα οποία ελέγχονται με ραδιοκυμάτων.



Εικόνα 3.10 433 MHz Πομπός Ραδιοκυμάτων

3.4.2 Βύσμα Ραδιοκυμάτων

Στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα Mercury βύσματα ραδιοκυμάτων 433Mhz συχνότητας για την απομακρυσμένη ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των συσκευών που είναι συνδεδεμένες με αυτά. Μπορούν να λάβουν ραδιοκύματα από μέχρι 30 μέτρα και να χρησιμοποιηθούν με τις περισσότερες εσωτερικές/οικιακές συσκευές.



Εικόνα 3.11 Mercury Remote Controlled Plug

Κεφάλαιο 4

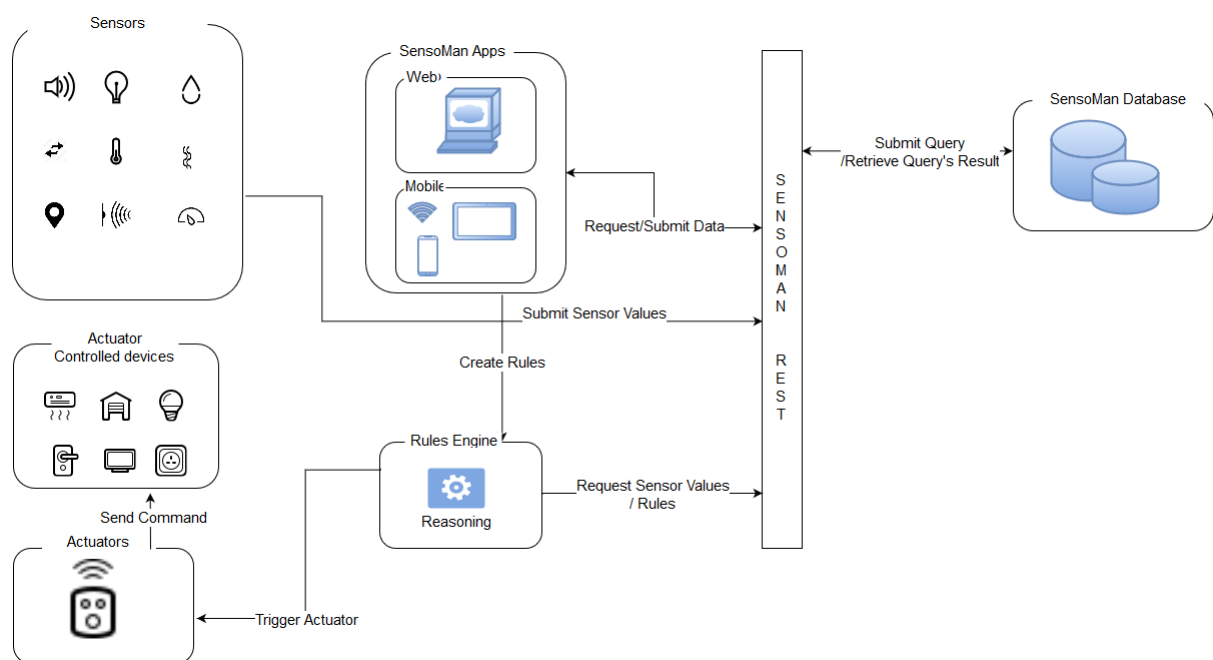
Αρχιτεκτονική Συστήματος SensoMan

4.1 Αρχιτεκτονική του SensoMan	31
4.2 Αισθητήρες Συστήματος SensoMan	32
4.3 Actuators Συστήματος SensoMan	35
4.4 Βάση Δεδομένων Συστήματος SensoMan	37
4.5 Υπηρεσία REST Συστήματος SensoMan	40
4.6 Εφαρμογές Συστήματος SensoMan	41
4.6.1 Android Εφαρμογή Συστήματος SensoMan	41
4.6.2 Διαδικτυακή Εφαρμογή Συστήματος SensoMan	41
4.7 Μηχανή Κανόνων Συστήματος SensoMan	42

4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος SensoMan

Το σύστημα SensoMan είναι ένα αρθρωτό και επεκτάσιμο σύστημα το οποίο αποτελείται από ένα αριθμό κομματιών τα οποία βοηθούν στην εκτέλεση διαφόρων ενεργειών. Τα κομμάτια από τα οποία αποτελείται είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους έτσι είναι εφικτό να προστεθούν και άλλα κομμάτια στο σύστημα.

Το SensoMan αποτελείται από δύο κύρια μέρη, το μέρος που αφορά το υλικό το οποίο χρησιμοποιεί ή αλληλοεπιδρά μαζί του το SensoMan και το λογισμικό του. Το πρώτο μέρος αποτελείται από τις διάφορες συσκευές που περιέχουν αισθητήρες και τους actuators οι οποίοι είναι υπεύθυνοι να ελέγχουν διάφορες συσκευές (λάμπα, κλιματιστικό, τηλεόραση κ.λπ.). Έπειτα το δεύτερο μέρος αποτελείται από την Android εφαρμογή και την Εφαρμογή Διαδικτύου. Στο δεύτερο μέρος περιλαμβάνεται επίσης και η Restful υπηρεσία διαδικτύου, η βάση δεδομένων και η μηχανή κανόνων. Στην Εικόνα 4.1 φαίνεται η αρχιτεκτονική του SensoMan μαζί με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των κομματιών του.



Εικόνα 4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος SensoMan

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των κομματιών στην Εικόνα 4.1, όλα τα επιμέρους κομμάτια του συστήματος συνεισφέρουν στην λειτουργία του. Οι αισθητήρες λαμβάνουν τις διάφορες μετρήσεις από το περιβάλλον και τις αποθηκεύουν στην βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας την RESTful υπηρεσία. Οι χρήστες της διαδικτυακής εφαρμογής ή της Android εφαρμογής μπορούν να ανακτήσουν και να διαχειριστούν διάφορες πληροφορίες(με την βοήθεια της RESTful υπηρεσίας) σχετικά με τους αισθητήρες και τις πλατφόρμες μικροελεγκτών στις οποίες είναι τοποθετημένοι. Μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής οι χρήστες μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν την μηχανή κανόνων δηλώνοντας κανόνες με σκοπό να αυτοματοποιούν τον έλεγχο συγκεκριμένων συσκευών. Η αυτοματοποίηση των συσκευών γίνεται με την βοήθεια πλατφορμών μικροελεγκτών οι οποίοι έχουν τον ρόλο των actuators (ενεργοποιητών) των συσκευών αυτών.

4.2 Αισθητήρες Συστήματος SensoMan

Λόγω του αρθρωτού σχεδιασμού του SensoMan, είναι εφικτό να συνδεθούν και να χρησιμοποιηθούν ανεξαρτήτου είδους πλατφόρμες μικροελεγκτών και αισθητήρες αρκεί φυσικά οι πλατφόρμες να μπορούν να συνδέονται στο διαδίκτυο. Στο μέρος του υλικού του συστήματος οι πλατφόρμες μικροελεγκτών έχουν δύο ρόλους, την ανάκτηση

μετρήσεων από του αισθητήρες(sensor-controllers) και τον απομακρυσμένο έλεγχο συσκευών(actuator-controllers). Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει περαιτέρω ανάλυση της διαδικασίας της συλλογής των μετρήσεων των αισθητήρων και της αποθήκευσης των μετρήσεων αυτών στην βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας την RESTful υπηρεσία του SensoMan.

```
float humidity = dht.readHumidity();  
float temperature=dht.readTemperature();  
if (isnan(temperature)||isnan(humidity)) {  
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");  
  return;  
}
```

Εικόνα 4.2 Παράδειγμα χρήσης της βιβλιοθήκης του αισθητήρα DHT11

Σε αυτή την διπλωματική εργασία όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino Uno R3 και αισθητήρες υγρασίας, θερμοκρασίας, φωτός, κίνησης, καπνού και γκαζιού. Χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες βιβλιοθήκες ή απλό κώδικα Arduino γίνεται δυνατή η λήψη των μετρήσεων από τους αισθητήρες. Στην Εικόνα 4.2 φαίνεται η λήψη της θερμοκρασίας και της υγρασίας από τον DHT11 χρησιμοποιώντας ειδική βιβλιοθήκη.


```
String request = "GET /projects/datasensors/upload/upload_measurement.php?measurement="
                + temp + "&sensorID=" + String(1);
send_request(request);

void send_request (String request) {

    // Connect
    Serial.println(F("Starting connection to server..."));
    Adafruit_CC3000_Client client = cc3000.connectTCP(ip, port);

    // Send request
    if (client.connected()) {
        char toArray[request.length() + 1];
        request.toCharArray(toArray, request.length() + 1);
        client.fastrprint(toArray);
        client.fastrprint(F(" HTTP/1.1\r\n"));
        client.fastrprint(F("Host: "));
        client.fastrprint(HOST_IP);
        client.fastrprint(F("\r\n"));
        client.fastrprint(F("\r\n"));
        client.println();
        Serial.println("Connected & Data sent");
    }
    else {
        Serial.println(F("Connection failed"));
    }
}
```

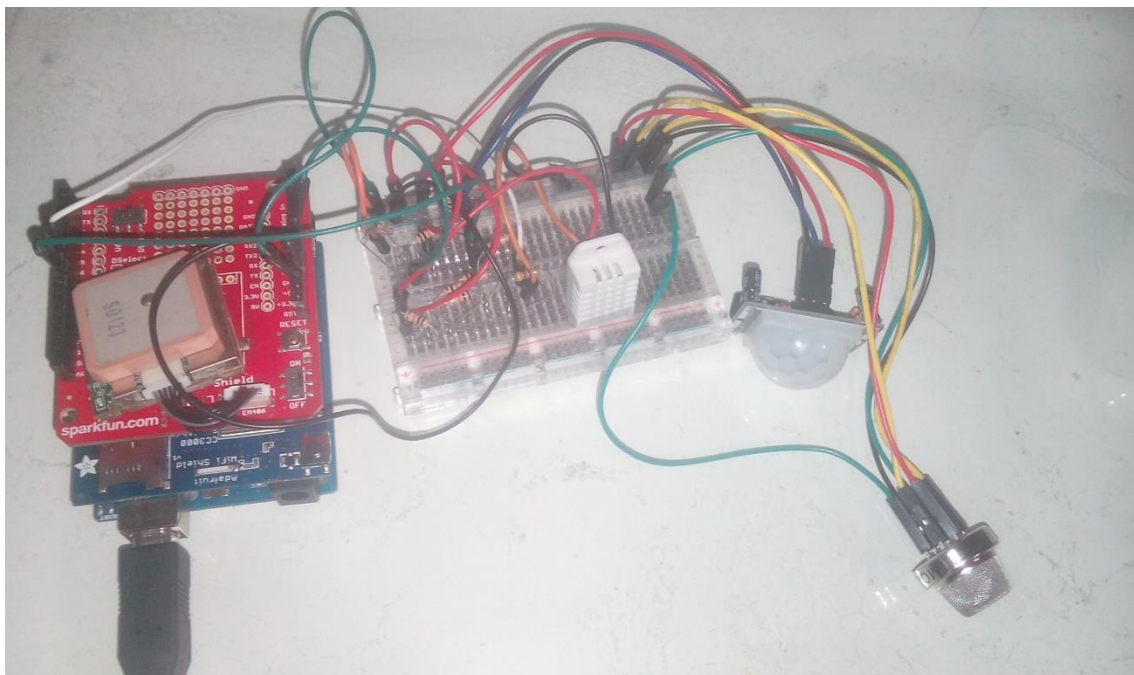
Εικόνα 4.3 Παράδειγμα HTTP κλήσης χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη της Adafruit

Για την αποστολή των μετρήσεων που λαμβάνουν οι αισθητήρες στην βάση δεδομένων του SensoMan, είναι αναγκαίο η πλατφόρμα να είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο. Η σύνδεση στο διαδίκτυο πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας το Adafruit CC3000 WiFi shield στο οποίο έγινε αναφορά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αυτό το shield σε σχέση με άλλα shields παρέχει βιβλιοθήκες οι οποίες ευκολύνουν αρκετά την εγκατάσταση επικοινωνίας του shield με ένα WiFi access point. Όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή η αποθήκευση των μετρήσεων στην βάση δεδομένων γίνεται μέσω της RESTful υπηρεσίας έτσι το shield λειτουργεί σαν ένας web client ο οποίος εκτελεί κλήσεις HTTP στην υπηρεσία. Αυτό έγινε δυνατό όπως φαίνεται και από την εικόνα 4.3 χρησιμοποιώντας και πάλι την βιβλιοθήκη της Adafruit.

```
Serial.print(gps.location.lat(), 6);
Serial.print(F(", "));
Serial.print(gps.location.lng(), 6);
```

Εικόνα 4.4 Παράδειγμα λήψης συντεταγμένων χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη TinyGPS++

Στην βάση δεδομένων εκτός από τις μετρήσεις των αισθητήρων αποθηκεύονται επίσης και οι τοποθεσίες για την κάθε πλατφόρμα μικροελεγκτή. Το SparkFun GPS shield είναι υπεύθυνο για την λήψη των τοποθεσιών αυτών. Για την λήψη των μετρήσεων χρησιμοποιείται η βιβλιοθήκη TinyGPS++ η οποία παρέχει ανάλυση της μέτρησης που λαμβάνεται από το shield σε συντεταγμένες. Έπειτα συνδυάζοντας το WiFi shield γίνεται αποθήκευση της τοποθεσίας(των συντεταγμένων) της κάθε πλατφόρμας κάνοντας κλήση στην RESTful υπηρεσία. Στην εικόνα 4.4 φαίνεται η χρήση αυτής της βιβλιοθήκης στο πρόγραμμα του Web Client.



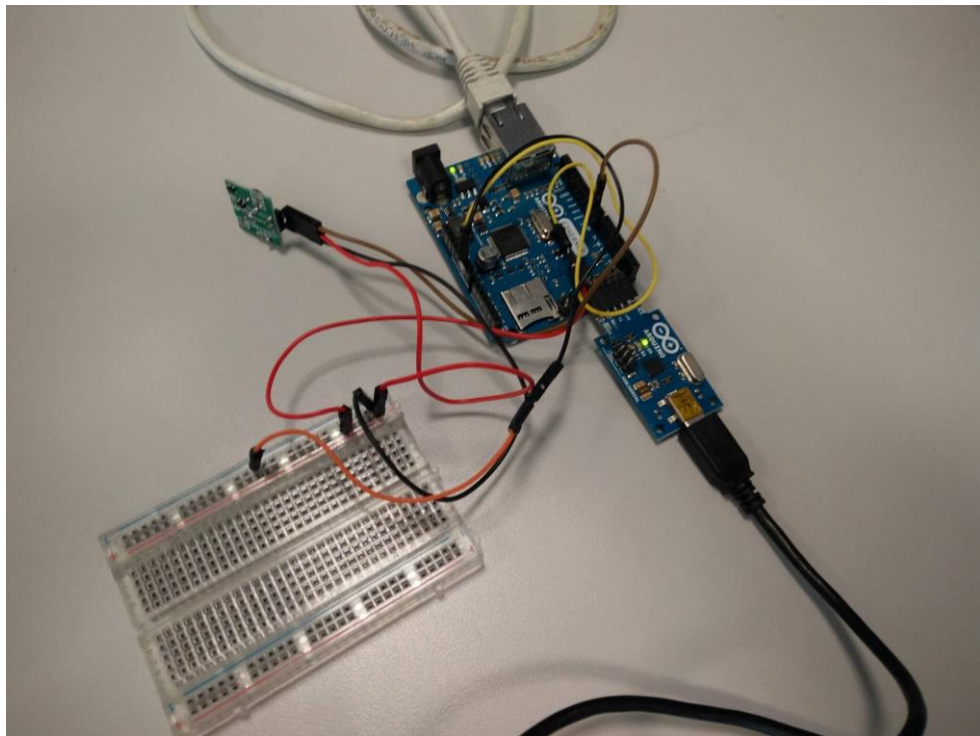
Εικόνα 4.5 Συνδεσμολογία πλατφόρμας αισθητήρων

Λόγω της επεκτασιμότητας, της ευκολίας χρήσης και της ενεργής κοινότητας της πλατφόρμας Arduino η σύνδεση των υλικών που αναφέρθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο ήταν πολύ εύκολη. Στην εικόνα 4.5 φαίνεται η συνδεσμολογία που χρησιμοποιήθηκε για τις πλατφόρμες των αισθητήρων.

4.3 Actuators Συστήματος SensoMan

Οι actuators αποτελούν τον άλλο ρόλο που έχουν οι πλατφόρμες μικροελεγκτών στο σύστημα SensoMan. Στο παρόν σύστημα αυτοί μικροελεγκτές είναι υπεύθυνοι για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συσκευών με την χρήση πομπού ραδιοκυμάτων. Οι

συσκευές αυτές συγκεκριμένα είναι συνδεδεμένες με ειδικό βύσμα το οποίο μπορεί να ελεγχθεί με την χρήση ραδιοκυμάτων. Οι actuators καλούνται στην περίπτωση που μπορεί να πληρείται ή όχι ένα κανόνας που έχει δηλωθεί από τον χρήστη της διαδικτυακή εφαρμογής. Στην εικόνα 4.6 φαίνεται η συνδεσμολογία μιας actuator πλατφόρμας μικροελεγκτή.



Εικόνα 4.6 Συνδεσμολογία actuator πλατφόρμας

Όπως αναφέρθηκε και στο τρίτο κεφάλαιο, στην πλατφόρμα μικροελεγκτή η οποία είναι υπεύθυνη για τους actuators υπάρχει συνδεδεμένος ένα πομπός ραδιοκυμάτων ο οποίος λειτουργεί σε συχνότητα των 433 MHz. Ο πομπός αυτός για να ενεργοποιεί ή να απενεργοποιεί ένα βύσμα ραδιοκυμάτων στέλνει ένα δυαδικό αριθμό. Στην συγκεκριμένη περίπτωση στέλνει ένα συγκεκριμένο αριθμό όταν θέλει να ενεργοποιήσει το βύσμα και ένα άλλο όταν θέλει να το απενεργοποιήσει. Λόγω του ότι η πλατφόρμα δέχεται τους αριθμούς αυτούς μέσω κλήσεων HTTP είναι αναγκαίο να είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο και να λειτουργεί σαν web server ο οποίος ακούει σε συγκεκριμένο IP και port αριθμό. Για να γίνει αυτό χρησιμοποιήθηκε ειδική βιβλιοθήκη η οποία ονομάζεται aRest η οποία επιτρέπει σε ένα Arduino το οποίο είναι συνδεδεμένο με το διαδίκτυο να

γίνεται προσβάσιμο όπως μια REST υπηρεσία. Στην εικόνα 4.7 φαίνεται μια κλήση στο Arduino μαζί με τον κωδικό τον οποίο μεσολαβεί ο πομπός ραδιοκυμάτων στο βύσμα.



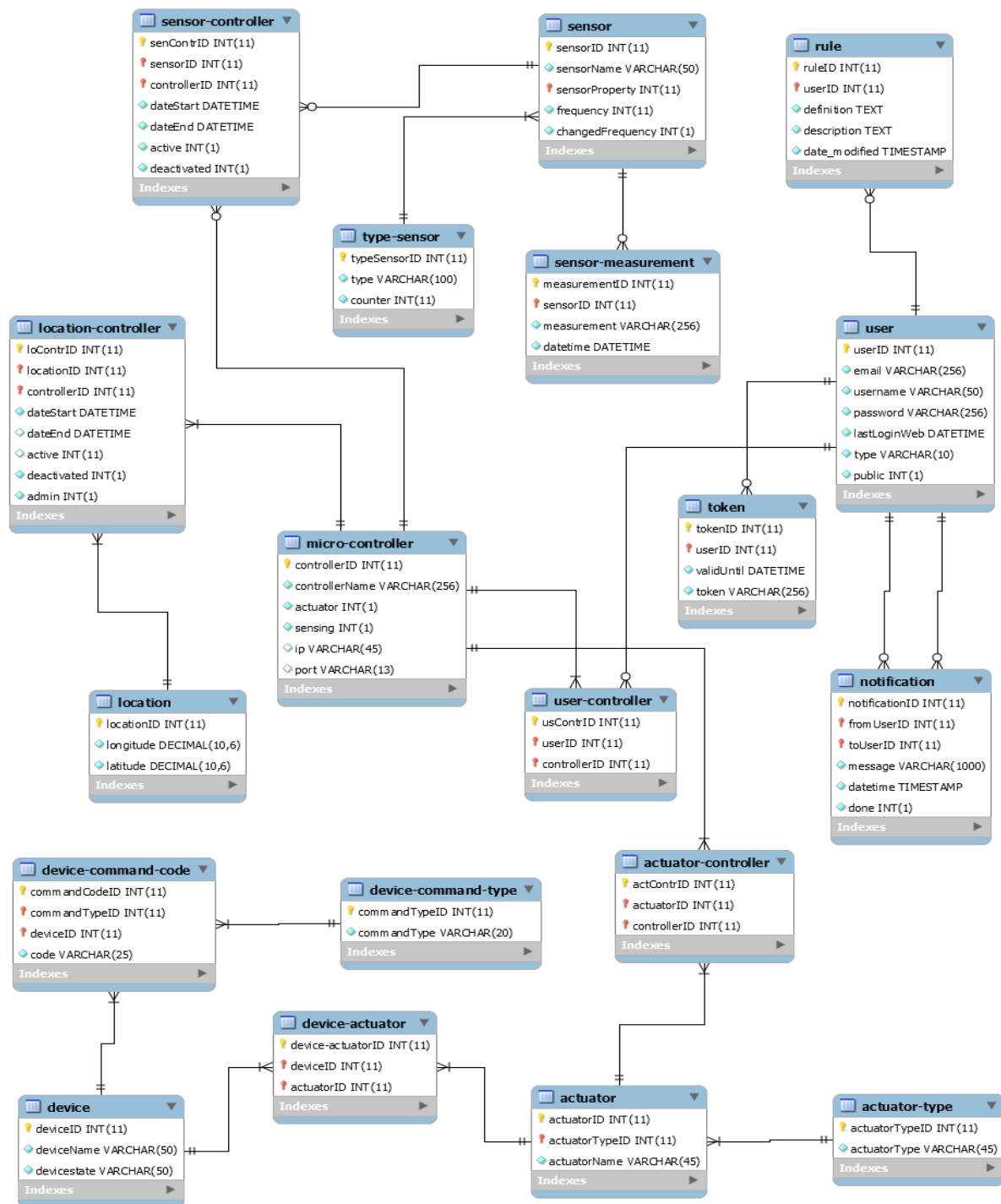
Εικόνα 4.7 Κλήση GET στον ένα Arduino web server

Χωρίς το ειδικό βύσμα που χρησιμοποιήθηκε στην διπλωματική εργασία δεν θα ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθεί ο πομπός ραδιοκυμάτων με τις συσκευές. Πολλές συσκευές δεν μπορούν καν να ενεργοποιηθούν/απενεργοποιηθούν απομακρυσμένα ή μπορούν να ελεγχθούν μόνο με υπέρυθρες, κάτι που δεν τις ευνοεί αρκετά λόγω τις οπτικής επαφής που πρέπει να έχει ο δέκτης τους με τον πομπό υπέρυθρων. Συγκεκριμένα, το βύσμα ανάλογα με την εντολή που λαμβάνει μπορεί να επιτρέπει είτε να σταματά την ροή του ρεύματος από το βύσμα στην συσκευή που είναι συνδεδεμένη με αυτό.

4.4 Βάση Δεδομένων Συστήματος SensoMan

Σε αυτή την διπλωματική εργασία προστέθηκαν επιπλέον πίνακες για την υποστήριξη των καινούριων κομματιών που υλοποιήθηκαν. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται στο σύστημα είναι τύπου MySQL και είναι προσβάσιμη μέσω της RESTful υπηρεσίας του SensoMan.

Η βάση δεδομένων του συστήματος χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των διαφόρων χρηστών, των πλατφορμών μικροελεγκτών(για αισθητήρες και actuators) και των τοποθεσιών τους, των αισθητήρων και των μετρήσεων τους, των actuators και των εντολών/κωδικών τους, των ειδοποιήσεων ενός χρήστη και των κανόνων που δήλωσε ένας χρήστης. Στην εικόνα 4.8 φαίνεται το αναβαθμισμένο από την προηγούμενη διπλωματική εργασία ERD διάγραμμα της βάσης δεδομένων.



Εικόνα 4.8 Διάγραμμα ERD

Το σύστημα SensoMan χρησιμοποιείται από χρήστες, γι' αυτό και είναι αναγκαίο να γίνεται αποθήκευση των στοιχείων τους. Εκτός από γενικές πληροφορίες, στα στοιχεία του χρήστη περιέχεται και ο τύπος (simple, admin, owner, owner-admin) του ο οποίος καθορίζει τις λειτουργίες της διαδικτυακής εφαρμογής στις οποίες έχει πρόσβαση ο χρήστης. Για παράδειγμα ένας simple χρήστης δεν μπορεί να εισάγει πλατφόρμα

μικροελεγκτή μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής. Έπειτα για να έχουν πρόσβαση στην RESTful υπηρεσία είναι αναγκαίο να είναι συνδεδεμένοι στο σύστημα. Για λόγους ασφάλειας ένας χρήστης μπορεί να πραγματοποιεί κλήσεις στην υπηρεσία REST για τριάντα λεπτά αφού έχει συνδεθεί. Ο έλεγχος αυτού του χρονικού διαστήματος γίνεται με την βοήθεια του token το οποίο αποτελεί ένα κλειδί-συμβολοσειρά (hash key) μαζί με την ημερομηνία λήξης του. Το token μαζί με τις υπόλοιπες του πληροφορίες αποθηκεύονται στην βάση ούτως ώστε ελέγχεται κάθε φορά που ο χρήστης πραγματοποιεί μια HTTP κλήση μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής στην υπηρεσία REST.

Όσο αφορά τις πλατφόρμες μικροελεγκτών είναι αναγκαίο να έχουμε πίνακες για πληροφορίες σχετικά με το αν η πλατφόρμα είναι είτε υπεύθυνη να λαμβάνει μετρήσεις από αισθητήρες είτε έχει ρόλο actuator για τον απομακρυσμένο έλεγχο συσκευών (ιξού και οι πίνακες sensor-controller και actuator-controller). Επίσης για τις πλατφόρμες περιέχονται πληροφορίες για το ρόλο τους (sensing, actuator) IP και το port τους καθώς και πίνακες αναφορικά με τον χρήστη στον οποίο ανήκει μια πλατφόρμα και για την τοποθεσία μιας πλατφόρμας (user-controller, location-controller).

Στην βάση δεδομένων γίνεται αποθήκευση πληροφοριών σχετικά με τους αισθητήρες όπως το όνομα τους και τον τύπο τους καθώς και το αν είναι ενεργοί ή όχι μαζί με τις ημερομηνίες που ενεργοποιήθηκαν και απενεργοποιήθηκαν αντίστοιχα. Επιπρόσθετα αποθηκεύονται και οι μετρήσεις του κάθε αισθητήρα οι οποίες θα χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές καθώς και από την μηχανή κανόνων. Όπως γίνεται αποθήκευση πληροφοριών για τους αισθητήρες γίνεται και για τις συσκευές και τους actuators οι οποίοι μπορούν να τις ελέγξουν. Επίσης αποθηκεύονται και πληροφορίες για τις εντολές με τις οποίες ελέγχουν τις συσκευές οι actuators.

Οι κανόνες που δημιουργούνται από τον χρήστη είναι αναγκαίο να αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων διότι κατά την λήψη μετρήσεων από αισθητήρες, η μηχανή των κανόνων θα χρειάζεται να έχει αναφορά σε κανόνες ούτως ώστε να ελέγχει κατά πόσο μπορεί να πληρείται/πληρούνται ή όχι η/οι κατάσταση/εις ενός κανόνα.

4.5 Υπηρεσία REST Συστήματος SensoMan

Η υπηρεσία REST χρησιμοποιείται για αρκετές λειτουργίες που αφορούν το σύστημα SensoMan. Η υπηρεσία αυτή υλοποιήθηκε από την προηγούμενη φοιτήτρια και γράφτηκε σε PHP. Συγκεκριμένα η υπηρεσία αυτή καλείται από το σύστημα με την χρήση του HTTP πρωτόκολλου ούτως ώστε να του παρέχεται πρόσβαση στα δεδομένα της βάσης δεδομένων. Έπειτα τα δεδομένα που επιστρέφονται από τις HTTP κλήσεις στο σύστημα επιστρέφονται στην μορφή JSON. Οι λειτουργίες για τις οποίες χρησιμοποιείται η υπηρεσία αυτή αφορούν την ελεγχόμενη πρόσβαση του χρήστη, εισδοχή ή έξοδο του από το σύστημα, την διαχείριση πληροφοριών που αφορούν τους αισθητήρες, τους actuators, τις πλατφόρμες μικροελεγκτών, τις συσκευές(που ελέγχονται από actuators) καθώς και τους κανόνες.

Για την εισδοχή ενός καινούριου χρήστη πραγματοποιείται κλήση στην υπηρεσία η οποία με την σειρά της εισάγει τα στοιχεία του χρήστη και την πλατφόρμα μικροελεγκτή εφόσον ο χρήστης δεν είναι simple. Με παρόμοιο τρόπο, η πρόσβαση του χρήστη στην διαδικτυακή εφαρμογή πραγματοποιείται με κλήση στο κατάλληλο URL της REST υπηρεσίας συνοδευόμενο με το μοναδικό όνομα και τον προσωπικό κωδικό του. Η υπηρεσία απαντά στην κλήση αυτή είτε με μήνυμα επιτυχίας συνοδευόμενο με ένα μοναδικό token το οποίο έχει διάρκεια ζωής 30 λεπτά και χρησιμοποιείται για τις υπόλοιπες κλήσεις που μπορεί να πραγματοποιούνται από τον χρήστη μέσω του συστήματος. Έπειτα κατά την έξοδο του χρήστη καλείται και πάλι συγκεκριμένο URL της υπηρεσίας για την αποθήκευση της ημερομηνίας και της ώρας στην οποία αποσυνδέθηκε ο χρήστης.

Η υπηρεσία REST χρησιμοποιείται από της πλατφόρμες των αισθητήρων για αποθήκευση των μετρήσεων που λαμβάνουν στην βάση δεδομένων. Συγκεκριμένα κατά την κλήση γίνεται εισαγωγή των μετρήσεων στην βάση δεδομένων και ακολούθως ελέγχεται αν η μέτρηση του συγκεκριμένου αισθητήρα αφορά κάποιο rule που έχει εισάγει ο ιδιοκτήτης της πλατφόρμας. Αν όντως η μέτρηση αφορά κανόνα (rule) του ιδιοκτήτη τότε γίνεται η εκτέλεση του κανόνα .

Επιπλέον η υπηρεσία χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των τοποθεσιών των μικροελεγκτών για την τοποθέτηση τους στον χάρτη της διεπαφής ή για την πρόσθεση

τοποθεσίας ενός καινούριου μικροελεγκτή. Επίσης γίνονται κλήσεις στην υπηρεσία για ανάκτηση μετρήσεων βάσει του είδους της μέτρησης(θερμοκρασίας, υγρασίας κ.λπ.) οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στις γραφικές παραστάσεις της διεπαφής. Τέλος χρησιμοποιούνται επίσης και κλήσεις για ανάκτηση των κανόνων που έχει προσθέσει ένας χρήστης στέλνοντας το μοναδικό όνομα του καθώς και κλήσεις για πρόσθεση, αναβάθμιση ή διαγραφή ενός καινούριου κανόνα στέλνοντας το XML και το username του χρήστη.

4.6 Εφαρμογές Συστήματος SensoMan

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει περιγραφή των εφαρμογών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους χρήστες του SensoMan.

4.6.1 Android Εφαρμογή Συστήματος SensoMan

Η Android εφαρμογή παρέχει στους χρήστες του συστήματος SensoMan την δυνατότητα να εκτελούν διάφορες ενέργειες στους αισθητήρες. Επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν τις πιο πρόσφατες μετρήσεις καθώς και πιο παλιές. Ο χρήστης μπορεί να βρει τους αισθητήρες αυτούς επιλέγοντας σε μια συγκεκριμένη περιοχή του χάρτη και μπορούν να ταξινομηθούν βάσει των πλατφορμών ή του τύπου τους. Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τον ρυθμό με τον οποίο συλλέγουν τις μετρήσεις οι αισθητήρες και μπορεί να απενεργοποιήσει την συλλογή μετρήσεων ενός αισθητήρα εντελώς.

Στην εφαρμογή αυτή γίνεται χρήση του συστήματος Anyplace [39] ενός εσωτερικού συστήματος εντοπισμού θέσης για την παρουσίαση των θέσεων των αισθητήρων στο χάρτη. Επίσης ο χρήστης μπορεί να προσθέσει αισθητήρες και πλατφόρμες οι οποίες ελέγχονται μέσω της κινητής εφαρμογής. Όσο αφορά τις βασικές ρυθμίσεις της εφαρμογής, μέσω αυτών μπορεί να γίνει αλλαγή του βασικού URL της υπηρεσίας διαδικτύου καθώς και των παραμέτρων του Anyplace ούτως ώστε να μπορούν να ληφθούν μετρήσεις από τους αισθητήρες χρησιμοποιώντας άλλες υπηρεσίες διαδικτύου

4.6.2 Διαδικτυακή εφαρμογή Συστήματος SensoMan

Η διαδικτυακή εφαρμογή σε αντίθεση με την Android εφαρμογή χρησιμοποιείται για την εγγραφή ενός χρήστη και για την σύνδεση του στο σύστημα. Αφού ο χρήστης συνδεθεί

στο σύστημα μπορεί να δει μέσω ενός χάρτη την τοποθεσία των μικροελεγκτών του που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από αυτόν. Επιπλέον μπορεί να δει τις διάφορες μετρήσεις που συλλέγονται από τους αισθητήρες μέσω γραφικών παραστάσεων οι οποίες ξεχωρίζουν από τον τύπο των μετρήσεων (θερμοκρασίας, υγρασίας κ.λπ.).

Στην περίπτωση τώρα που ο χρήστης δεν είναι τύπου simple μπορεί να χρησιμοποιήσει επιπλέον λειτουργίες από αυτές που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Για παράδειγμα μπορεί να προσθέσει την τοποθεσία της καινούριας πλατφόρμας μικροελεγκτή που θέλει να προσθέσει. Επίσης μπορεί να προσθέσει κανόνες που αφορούν τους αισθητήρες του και να δει τους κανόνες που έχει ορίσει οι οποίοι θα εκτελούνται από την μηχανή κανόνων. Έπειτα μέσω του πίνακα που του εμφανίζεται με τους κανόνες, μπορεί να επιλέξει ένα κανόνα που θα ήθελε να διαγράψει ή να αλλάξει. Τέλος στην περίπτωση που ο χρήστης είναι admin ή admin-owner μπορεί να βλέπει και τις ειδοποιήσεις που αφορούν φυσική πρόσθεση πλατφορμών ή αλλαγή του ρυθμού λήψης των μετρήσεων ενός αισθητήρα.

4.7 Μηχανή Κανόνων Συστήματος SensoMan

Η μηχανή κανόνων χρησιμοποιείται από τον χρήστη για την αυτοματοποίηση διεργασιών ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής για το οποίο χρησιμοποιείται το σύστημα SensoMan. Στο παρόν στάδιο η μηχανή κανόνων μπορεί να επεξεργαστεί κανόνες που αποτελούνται από καταστάσεις που αφορούν μετρήσεις που συλλέγονται από αισθητήρες και επιπλέον αποτελούνται από ενέργειες που αφορούν την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συσκευών.

Ένας κανόνας αποτελείται από το κομμάτι στο οποίο ορίζονται οι καταστάσεις (π.χ. θερμοκρασία μικρότερη των 30 βαθμών κελσίου) οι οποίες αν πληρούνται τότε ο κανόνας ενεργοποιείται. Το άλλο κομμάτι αφορά τις ενέργειες (π.χ. άνοιγμα λάμπας) που θα πραγματοποιηθούν αν ενεργοποιηθεί ο κανόνας.

Οι κανόνες αφού ορισθούν από τον χρήστη μέσω του γραφικού πλαισίου εργασίας που παρέχεται από την διαδικτυακή εφαρμογή μεταφράζονται σε XML αντικείμενα ούτως ώστε να μπορεί να γίνει επεξεργασία τους από την μηχανή. Η επεξεργασία των XML

γίνεται με την χρήση της γλώσσας PHP η οποία παρέχει απλές βιβλιοθήκες για προσπέλαση XML αντικειμένων.

Κεφάλαιο 5

Μηχανή Κανόνων Συστήματος

5.1 Εισαγωγή	44
5.2 Μηχανή Κανόνων	44
5.2.1 Κίνητρο	44
5.2.2 Δομή Κανόνα	45
5.2.3 Επεξεργασία Κανόνων	46
5.3 Παρόμοια Μηχανή	46

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα επεξηγηθεί με περισσότερη λεπτομέρεια το πώς λειτουργεί η μηχανή κανόνων που έχει υλοποιηθεί. Θα γίνει αναφορά στην δομή ενός κανόνα και θα επεξηγηθεί η διαδικασία που ακολουθεί η μηχανή για την επεξεργασία ενός κανόνα.

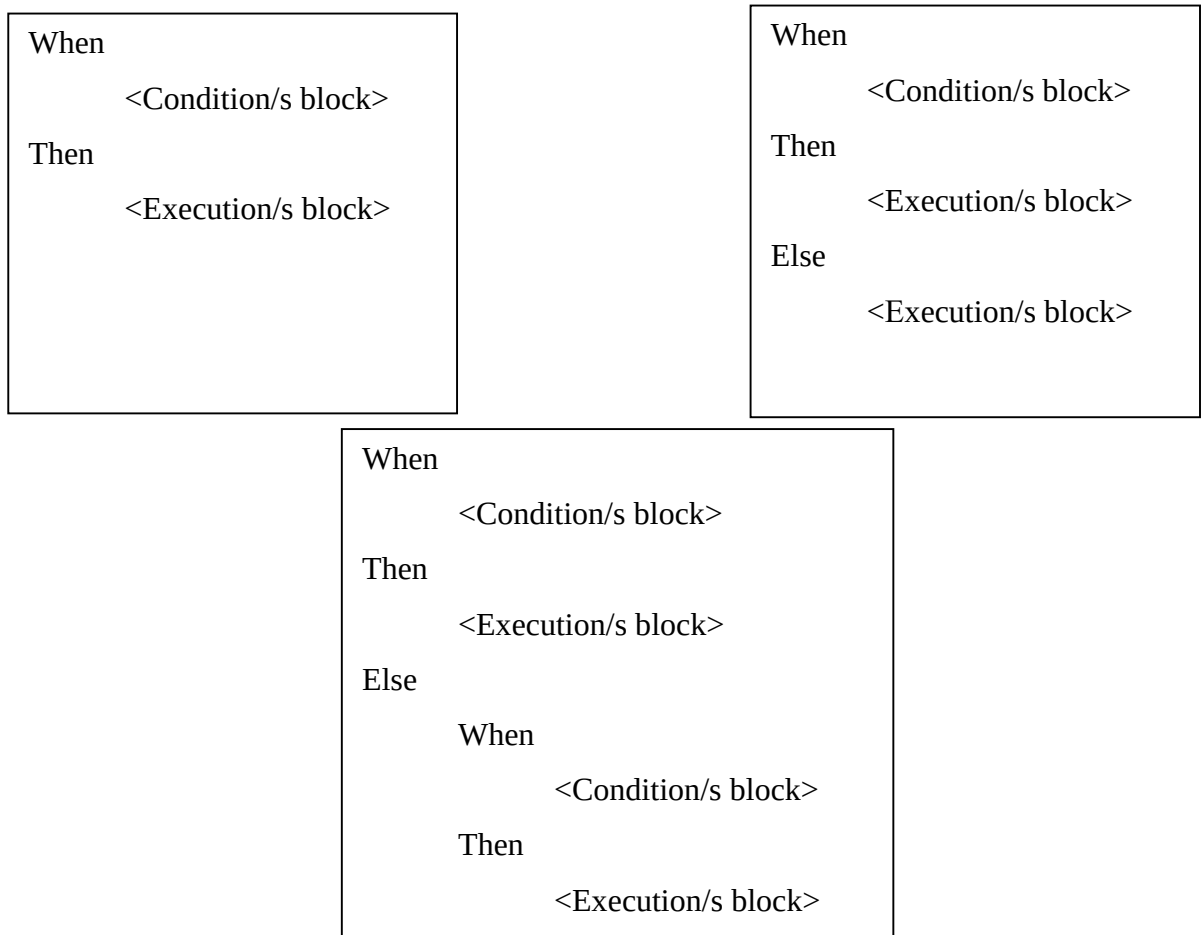
5.2 Μηχανή Κανόνων

5.2.1 Ανασκόπηση

Το κίνητρο για την δημιουργία μιας μηχανής κανόνων για το σύστημα SensoMan ήταν η ανάγκη για αυτοματοποίηση συσκευών βάσει μετρήσεων που λαμβάνονται από τους αισθητήρες του συστήματος. Μέσω της μηχανής αυτής μπορεί να γίνει εξαγωγή λογικής από τις μετρήσεις που συλλέγονται από τους αισθητήρες. Για να είναι εφικτή η εξαγωγή της λογικής αυτής γίνεται χρήση των κανόνων των οποίων θα επεξηγηθεί η δομή με περισσότερη λεπτομέρεια στην επόμενη παράγραφο. Έπειτα για να μπορεί να γίνει εκτέλεση ενός κανόνα πρέπει να προηγηθεί η προσπέλαση του XML αντικειμένου που περιγράφει τον κανόνα ούτως ώστε να γίνει εξαγωγή και ταξινόμηση των συστατικών που θα χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση του κανόνα.

5.2.2 Δομή Κανόνα

Ένας κανόνας αποτελείται από το κομμάτι στο οποίο τοποθετείται η κατάσταση ή οι καταστάσεις που θα ελέγχεται/ονται από την μηχανή κανόνων. Η δομή του κομματιού αυτού μπορεί να κυμαίνεται από πολύ απλή μέχρι και πολύ σύνθετη. Για παράδειγμα μπορεί να αφορά μια κατάσταση μόνο όπου η τελευταία τιμή ενός αισθητήρα είναι μεγαλύτερη ενός ορίου είτε ένα πιο σύνθετο κομμάτι όπου αποτελείται από 2 καταστάσεις στις οποίες οι τελευταίες 5 τιμές ενός αισθητήρα είναι μικρότερες ενός ορίου και η τελευταίες 3 τιμές ενός άλλου αισθητήρα είναι μεγαλύτερες ενός ορίου. Έπειτα το άλλο κομμάτι αποτελείται από τις συσκευές των οποίων γίνεται κάποιος έλεγχος στην περίπτωση που είτε ισχύει/ουν η/οι κατάσταση/είς ενός κανόνα είτε η δομή του κανόνα είναι σε έτσι μορφή ούτως ώστε οι συσκευές μπορούν να ελεγχθούν και στην περίπτωση που δεν ικανοποιείται ένας κανόνας. Η πιθανές δομές που μπορεί να έχει ένας κανόνας είναι:



5.2.3 Επεξεργασία Κανόνων

Η μηχανή κανόνων επεξεργάζεται τους κανόνες στην XML μορφή τους. Έτσι με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει εύκολη προσπέλαση τους με σκοπό των διαχωρισμό του κανόνα για εξαγωγή λογικής. Συγκεκριμένα ξεχωρίζονται τα ονόματα των αισθητήρων μαζί με τον αριθμό των πρόσφατων τους τιμών και των οριακών τιμών με τις οποίες θα συγκριθούν. Επιπλέον ξεχωρίζονται τα ονόματα των συσκευών και το είδος της ενέργειας που θα εφαρμοστεί στην συσκευή(ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση). Τέλος για να προσδιοριστεί η λογική του κανόνα ξεχωρίζονται οι τελεστές σύγκρισης ($>$, $>=$, $=$) και οι λογικοί τελεστές (AND,OR) οι οποίοι χρησιμοποιούνται για των συνδυασμό καταστάσεων.

Αφού φιλτραριστεί ο κανόνας τότε η μηχανή κανόνων χρησιμοποιεί τις «if then» δηλώσεις τις PHP σε συνδυασμό με λογικούς τελεστές και τελεστές σύγκρισης για να εφαρμόσει την λογική του κανόνα. Ακολούθως αφού γίνει η εφαρμογή της λογικής μπορεί να γίνει ή όχι ο έλεγχος ενός ή περισσότερων συσκευών. Για κάθε συσκευή εντοπίζεται το IP και το port της συσκευής και αποστέλλεται στο αντίστοιχο IP και port ένα δυαδικός κωδικός για να ενεργοποιηθεί είτε να απενεργοποιηθεί η συσκευή.

5.3 Παρόμοια Μηχανή Κανόνων

Ο σχεδιασμός της μηχανής κανόνων είναι εμπνευσμένος από μια υπάρχουσα μηχανή κανόνων η οποία χρησιμοποιείται επίσης για αυτοματοποίηση διεργασιών. Συγκεκριμένα πρόκειται για την μηχανή κανόνων που χρησιμοποιείται από το σύστημα openHAB το οποίο αναφέρθηκε στο 2^ο κεφάλαιο.

Η μηχανή αυτή έχει ομοιότητες με την μηχανή κανόνων του SensoMan ως προς την σύνταξη των κανόνων. Η γλώσσα στην οποία γράφονται οι κανόνες βασίζεται στην γλώσσα πεδίου Xtend και χρησιμοποιείται από την μηχανή για να μπορεί να εξάγει την λογική από τους κανόνες όπως χρησιμοποιείται και η XML γλώσσα για τον ίδιο λόγο από την μηχανή του SensoMan [36]. Ωστόσο η μηχανή του openHAB είναι περισσότερο ευέλικτη όσο αφορά τις ενέργειες που μπορούν να εκτελέσουν οι κανόνες αφού επιτρέπει την εισαγωγή αρχείων σκρίπτ αλλά και κώδικα στην γλώσσα σύνταξης της μηχανής σε αντίθεση με το SensoMan όπου στο παρόν στάδιο επιτρέπει την εκτέλεση συγκεκριμένων

ενέργειων όπως ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συσκευών. Στην εικόνα 5.1 φαίνεται η δομή ενός κανόνα της μηχανής που χρησιμοποιείται από το openHAB.

```
rule "rule name"  
when  
    <TRIGGER_CONDITION1> or  
    <TRIGGER_CONDITION2> or  
    <TRIGGER_CONDITION3>  
    ...  
then  
    <EXECUTION_BLOCK>  
end
```

Εικόνα 5.1 Δομή Κανόνα Μηχανής Κανόνων του openHAB

Κεφάλαιο 6

Διαδικτυακή Εφαρμογή SensoMan

6.1 Εισαγωγή	48
6.2 Λειτουργίες Διαδικτυακής Εφαρμογής	49
6.2.1 Εισαγωγική Σελίδα Συστήματος	49
6.2.2 Εγγραφή Χρήστη	51
6.2.3 Σύνδεση Χρήστη	52
6.2.4 Dashboard Χρήστη	53
6.2.5 Ειδοποιήσεις:	56
6.2.6 Αποσύνδεση Χρήστη	57
6.2.7 Λειτουργίες Μηχανής Κανόνων	57
6.2.7.1 Δημιουργία Κανόνα	58
6.2.7.2 Αλλαγή/Διαγραφή Κανόνα	60
6.2.7.3 Βοηθητικά Παραδείγματα Κανόνων	61
6.2.8 Γραφικές Παραστάσεις Αισθητήρων	62
6.3 Τεχνολογίες υλοποίησης	62

6.1 Εισαγωγή

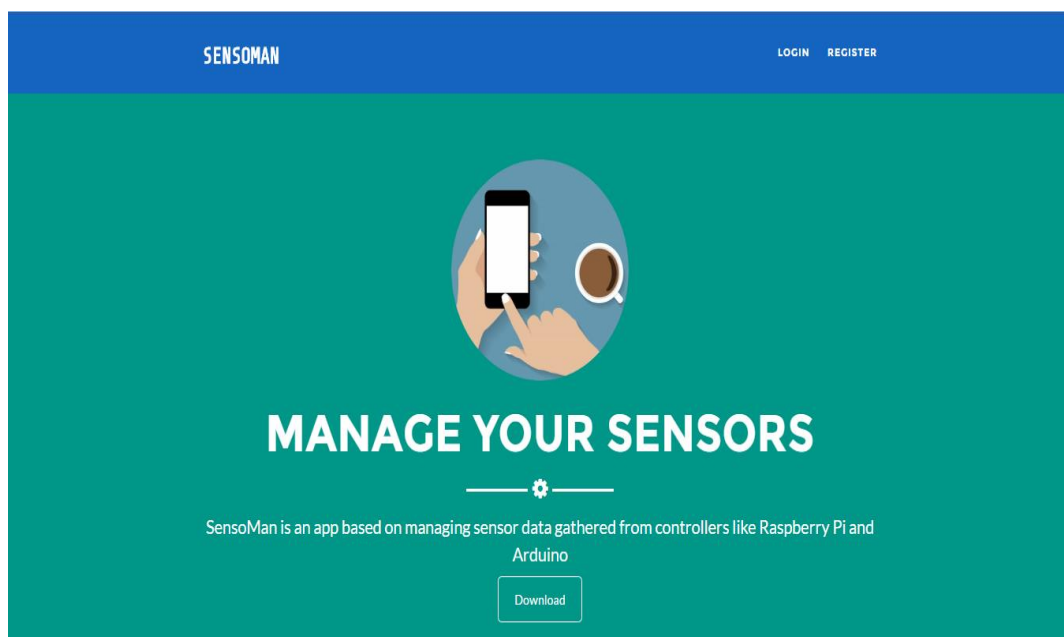
Στο κεφαλαίο αυτό θα γίνει λεπτομερής περιγραφή των λειτουργιών που παρέχει η διαδικτυακή εφαρμογή του SensoMan. Μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής μπορεί ένας χρήστης να κάνει εγγραφή στο σύστημα και ανάλογα με τον τύπο που θα διαλέξει κατά την εγγραφή μπορεί να προσθέσει και μια πλατφόρμα. Επιπρόσθετα ένα εγγεγραμμένος χρήστης μπορεί να δει τις τοποθεσίες των πλατφορμών αισθητήρων του οι οποίες εμφανίζονται σε ένα χάρτη και παράλληλα μπορεί να προσθέσει καινούριες πλατφόρμες. Επίσης μπορεί να δει τις διάφορες μετρήσεις των αισθητήρων του βάσει τύπου, μέσω γραφικών παραστάσεων. Αναλόγως του τύπου χρήστη, ένας χρήστης μπορεί να προσθέσει καινούριους κανόνες, να επεξεργαστεί ή να διαγράψει υπάρχοντες κανόνες καθώς και να δει όλους τους κανόνες που έχει ήδη προσθέσει.

6.2 Λειτουργίες Διαδικτυακής Εφαρμογής

6.2.1 Εισαγωγική Σελίδα Συστήματος

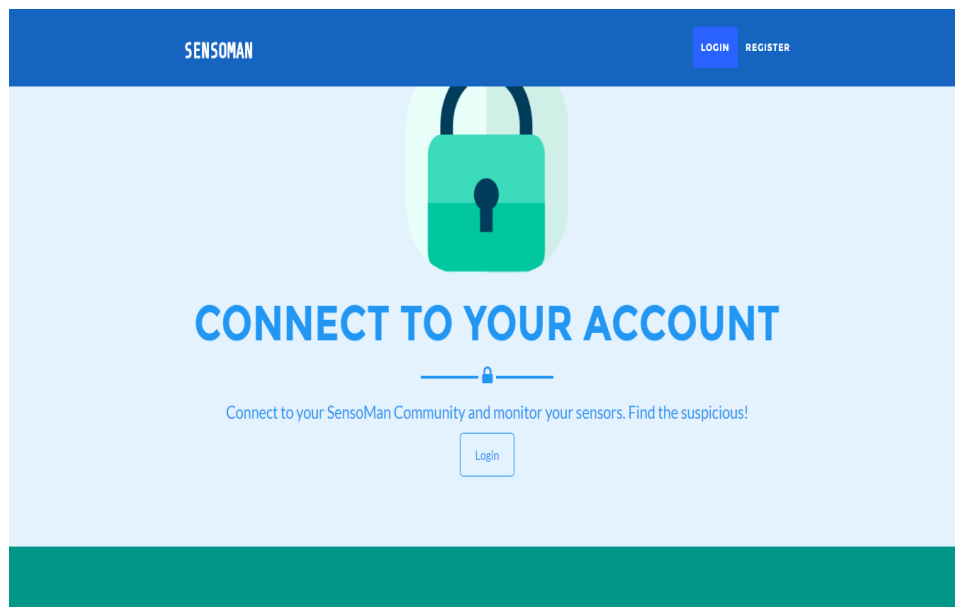
Η εισαγωγική σελίδα του συστήματος παρέχει στον χρήστη την δυνατότητα να λάβει την Android εφαρμογή διαχείρισης αισθητήρων. Επίσης μπορεί να γραφθεί στο σύστημα και εάν είναι ήδη εγγεγραμμένος να παραπεμφθεί στην σελίδα σύνδεσης στην διαδικτυακή εφαρμογή.

Η μονοσέλιδη (one page scroll) εισαγωγική σελίδα παρέχει παραπομπή στην Android εφαρμογή που δημιουργήθηκε στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας άλλου φοιτητή. Ο χρήστης μπορεί να λάβει την κινητή εφαρμογή μέσω του συνδέσμου που παρέχεται και αν είναι ήδη εγγεγραμμένος μπορεί να συνδεθεί σε αυτή μέσω της διεπαφής χρήστη που παρέχει η εφαρμογή. Στην περίπτωση που δεν είναι εγγεγραμμένος μπορεί να εγγραφεί μέσω του συνδέσμου που παρέχεται στην εισαγωγική σελίδα. Στην Εικόνα 6.1 φαίνεται ένα στιγμιότυπο της οθόνης από το οποίο ο χρήστης μπορεί να παραπεμφθεί στην σελίδα λήψης της κινητής εφαρμογής.



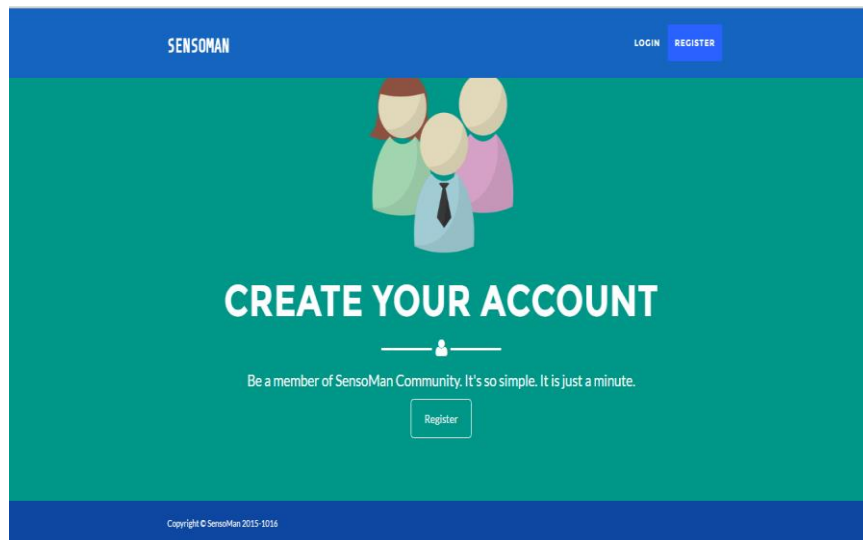
Εικόνα 6.1 Στιγμιότυπο οθόνης με παραπομπή στην Android εφαρμογή

Μετά την παραπομπή στην Android εφαρμογή ακολουθεί σύνδεσμος που παραπέμπει τον χρήστη στην σελίδα για σύνδεση του χρήστη στην διαδικτυακή εφαρμογή. Στην Εικόνα 6.2 φαίνεται το στιγμιότυπο οθόνης από το οποίο ο χρήστης μπορεί να παραπεμφθεί στην σελίδα σύνδεσης στη διαδικτυακή εφαρμογή.



Εικόνα 6.2 Στιγμιότυπο οθόνης παραπομπής στην σελίδα Σύνδεσης Χρήστη

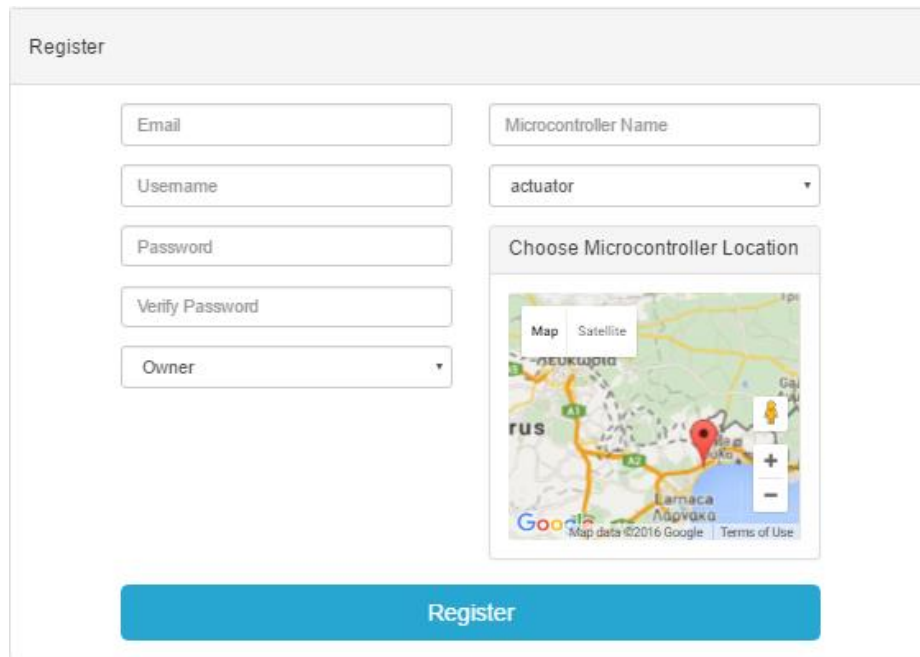
Τέλος ακολουθεί η οθόνη η οποία παρέχει σύνδεσμο στην σελίδα εγγραφής του χρήστη στο σύστημα SensoMan. Η οθόνη εγγραφής χρήστη στην οποία γίνεται παραπομπή θα περιγραφθεί σε ένα από τα επόμενα υποκεφάλαια. Στην εικόνα 6.3 φαίνεται το στιγμιότυπο της οθόνης στη οποία παρέχεται παραπομπή στην σελίδα εγγραφής χρήστη.



Εικόνα 6.3 Στιγμιότυπο οθόνης παραπομπής στην σελίδα Εγγραφής Χρήστη

6.2.2 Εγγραφή Χρήστη

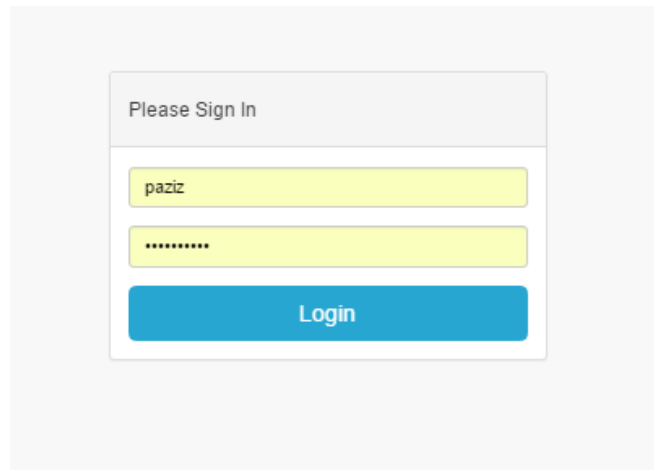
Σε αυτή την διεπαφή ζητείται από τον χρήστη να εισάγει το email του, ένα μοναδικό όνομα, τον κωδικό και τον τύπο του χρήστη. Ο τύπος του χρήστη (Simple, Owner, Admin/Owner) θα καθορίσει αν ο χρήστης θα μπορεί να προσθέσει πλατφόρμα μικροελεγκτή κατά την εγγραφή του. Αν ο τύπος δεν είναι ο Simple τότε ο χρήστης μπορεί να εισάγει ένα όνομα στην πλατφόρμα και τον τύπο της (sensing, actuator) καθώς και την τοποθεσία που θα εγκατασταθεί η πλατφόρμα μέσω ενός χάρτη που παρέχεται από την διεπαφή. Στην Εικόνα 6.4 φαίνεται στιγμιότυπο της οθόνης εγγραφής χρήστη.



Εικόνα 6.4 Στιγμιότυπο οθόνης Εγγραφής Χρήστη

6.2.3 Σύνδεση Χρήστη

Ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί στο σύστημα εισάγοντας το μοναδικό όνομα και τον προσωπικό κωδικό στα πεδία που του παρέχονται από την διεπαφή της σύνδεσης χρήστη. Στην περίπτωση που υπάρξει λάθος λόγω λανθασμένου ονόματος χρήστη ή κωδικού τότε εμφανίζονται τα κατάλληλα μηνύματα λάθους. Αφού συνδεθεί ο χρήστης για λόγους ασφάλειας μπορεί να είναι συνδεδεμένος στην εφαρμογή και να έχει πρόσβαση στις λειτουργίες της για τα επόμενα 30 λεπτά. Στην Εικόνα 6.5 φαίνεται στιγμιότυπο της οθόνης σύνδεσης χρήστη.

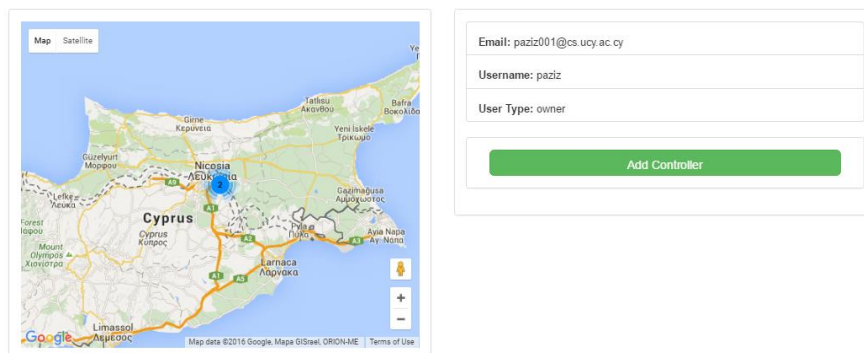


Εικόνα 6.5 Στιγμιότυπο οθόνης Σύνδεση Χρήστη

6.2.4 Dashboard Χρήστη

Η διεπαφή αυτή εμφανίζεται αμέσως μετά την σύνδεση του χρήστη στο σύστημα. Εδώ ο χρήστης μπορεί να δει τις προσωπικές πληροφορίες του προφίλ του όπως το email, το username και τον τύπο χρήστη. Επιπλέον μπορεί να δει τις τοποθεσίες των πλατφορμών μικροελεγκτών οι οποίες βρίσκονται σε ακτίνα 250 μέτρων από αυτόν και οι οποίες είναι σημαδεμένες σε ένα χάρτη. Τα εικονίδια των τοποθεσιών ομαδοποιούνται και η πυκνότητα των πλατφορμών στην περίπτωση που ομαδοποιούνται χαρακτηρίζεται με την χρήση χρωμάτων (μπλε, κίτρινο, πορτοκαλί, κόκκινο όπου το κόκκινο χαρακτηρίζει πολύ μεγάλη πυκνότητα και το μπλε πολύ αραιή). Πατώντας σε μια ομάδα πλατφορμών μπορεί να εμφανιστούν άλλες μικρότερες ομάδες ή να εμφανιστούν απευθείας τα σημεία που βρίσκονται οι πλατφόρμες. Ο χρήστης πατώντας τώρα ένα σημείο μπορεί να δει πληροφορίες του αισθητήρα όπως το όνομα του, των αριθμό των αισθητήρων του, το IP και το port του όπως φαίνεται και στην Εικόνα 6.7. Ακολουθώντας πατώντας τον αριθμό των αισθητήρων στις πληροφορίες του σημείου εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο υπάρχει ένας πίνακας που περιέχει σε κάθε γραμμή του ένα αισθητήρα μαζί με πληροφορίες του όπως το όνομα του, τον τύπο του, την τελευταία του μέτρηση και την ημερομηνία καθώς και την ώρα που έγινε η τελευταία μέτρηση. Στην Εικόνα 6.6 φαίνεται η οθόνη του dashboard και στην Εικόνα 6.8 φαίνεται το παράθυρο με τον πίνακα αισθητήρων.

Dashboard



Map Satellite

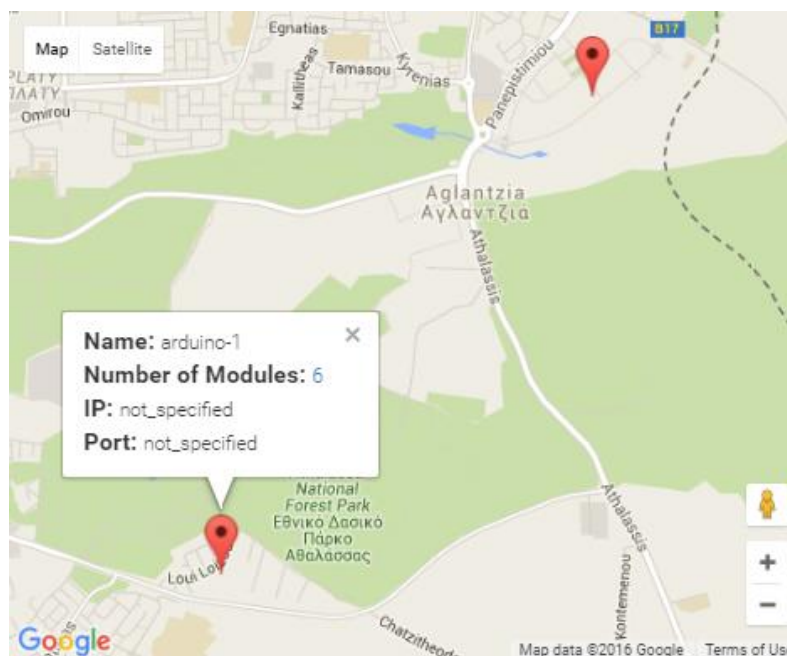
Email: paziz001@cs.ucy.ac.cy

Username: paziz

User Type: owner

Add Controller

Εικόνα 6.6 Dashboard Χρήστη



Εικόνα 6.7 Πληροφορίες σημείου πλατφόρμας

Sensors

Show entries

Search:

Sensor Name	Sensor Type	Sensor Frequency	Last Measurement	Date and Time
DHTEMPSEN11	temperature	16	23.60	2016-05-04 02:47:07
DHTTHUMSEN11	humidity	16	57.70	2016-05-04 02:47:38
LDRArduinoBase-1	ldr	7	935	2016-05-04 02:46:36
NTCArduinoBase-1	temperature	11	20.74	2015-04-05 19:44:01
PIRMotionSEN116A2B	motion	17	HIGH	2016-05-04 02:48:09

Showing 1 to 5 of 5 entries

Previous

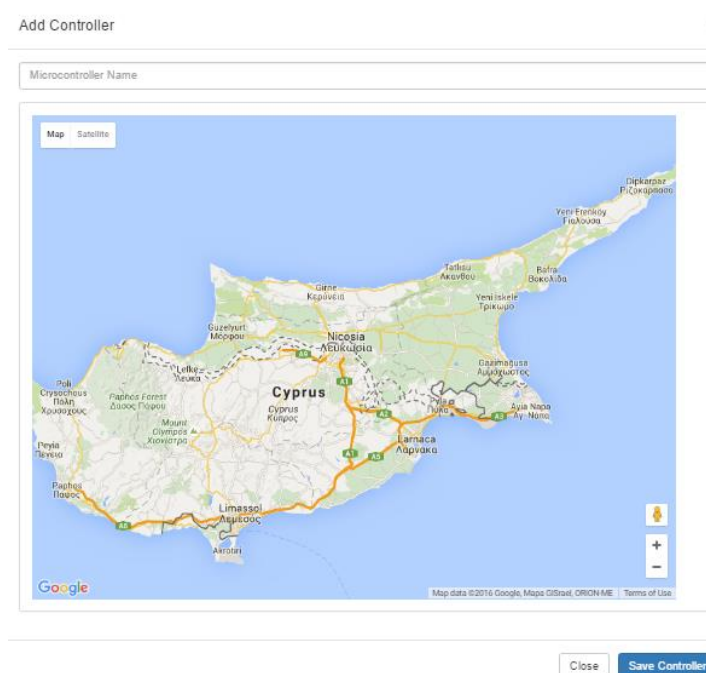
1

Next

Close

Εικόνα 6.8 Πίνακας αισθητήρων πλατφόρμας

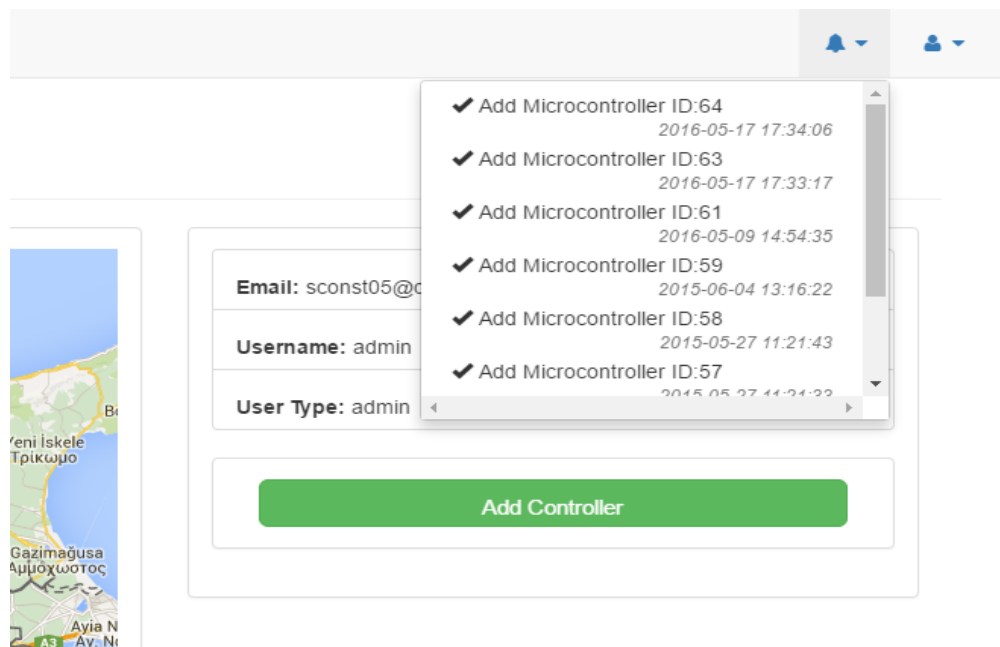
Το μέρος της διεπαφής που αναφέρθηκε είναι προσβάσιμο από όλους τους τύπους των χρηστών διότι ένας simple χρήστης μπορεί απλώς να βλέπει πληροφορίες σχετικά με τις πλατφόρμες χωρίς να έχει την δυνατότητα να αλλάξει ή να προσθέσει πληροφορίες. Συγκεκριμένα ο simple τύπος χρήστη δεν έχει την δυνατότητα να προσθέσει πλατφόρμα μικροελεγκτή. Οι υπόλοιποι τύποι χρηστών(owner, owner-admin, admin) μπορούν προσθέτουν πλατφόρμες οι οποίες θα λάβουν φυσική εγκατάσταση αφού ενημερωθούν οι admins. Στην Εικόνα 6.9 φαίνεται το παράθυρο με τον χάρτη που ανοίγει για εισαγωγή της τοποθεσίας της καινούριας πλατφόρμας.



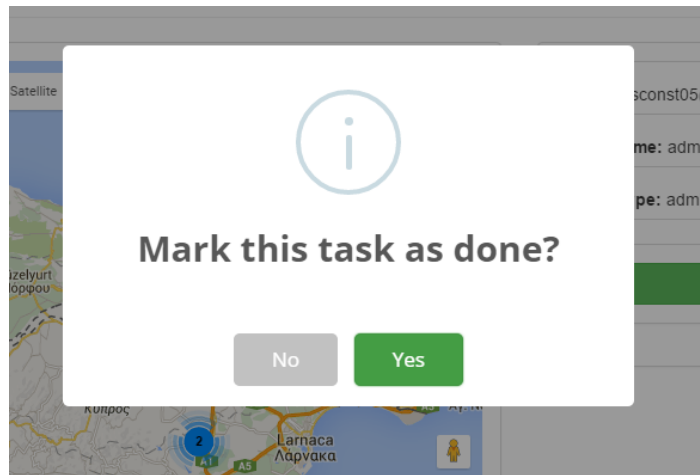
Εικόνα 6.9 Οθόνη πρόσθεσης καινούριας πλατφόρμας

6.2.5 Ειδοποιήσεις

Οι ειδοποιήσεις που εμφανίζονται πάνω δεξιά της διαδικτυακής εφαρμογής είναι ορατές μόνο από χρήστες τύπου admin. Ο admin χρήστης μπορεί να δει από το μενού που εμφανίζεται πάνω δεξιά τις εργασίες που του έχουν ανατεθεί σχετικά με φυσικές ρυθμίσεις πλατφορμών ή εγκαταστάσεις τους. Οι εργασίες μπορεί να αφορούν την πρόσθεση μιας πλατφόρμας ή η ρύθμιση της προσθέτοντας αισθητήρες ή αλλάζοντας την συχνότητα που στέλνουν τις μετρήσεις τους οι αισθητήρες. Στην εικόνα 6.10 φαίνεται η οθόνη με το τις ειδοποιήσεις και στην Εικόνα 6.11 φαίνεται το παράθυρο που ανοίγει αφού πατηθεί μια εργασία για σημείωση της ως ολοκληρωμένη.



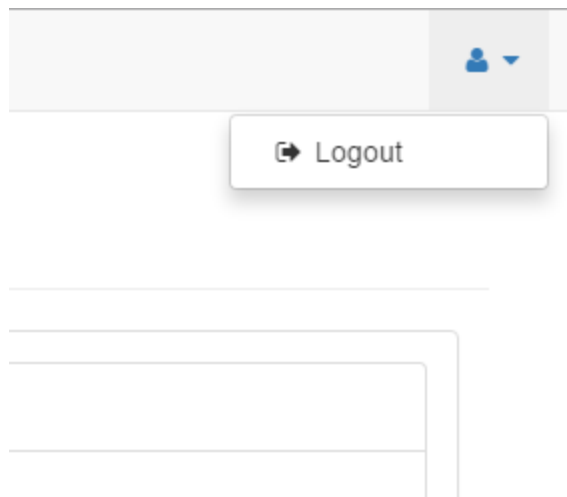
Εικόνα 6.10 Στιγμιότυπο ειδοποιήσεων



Εικόνα 6.11 Παράθυρο επιβεβαίωσης για σημείωση εργασίας ως ολοκληρωμένη

6.2.6 Αποσύνδεση Χρήστη

Για να αποσυνδεθεί ο χρήστης από την διαδικτυακή εφαρμογή θα πρέπει να πατήσει το εικονίδιο του χρήστη που εμφανίζεται στην γωνία πάνω δεξιά. Με την επιλογή ακολούθως του logout, ο χρήστης αποσυνδέεται από την εφαρμογή. Στην εικόνα 6.12 φαίνεται το logout κουμπί που πρέπει να πατήσει ο χρήστης για να αποσυνδεθεί.



Εικόνα 6.12 Κουμπί αποσύνδεσης χρήστη

6.2.7 Λειτουργίες Μηχανής Κανόνων

Η διαδικτυακή εφαρμογή παρέχει λειτουργίες που αφορούν την μηχανή κανόνων όπως την δημιουργία και επεξεργασία ή διαγραφή υπάρχοντων κανόνων. Επίσης παρέχει

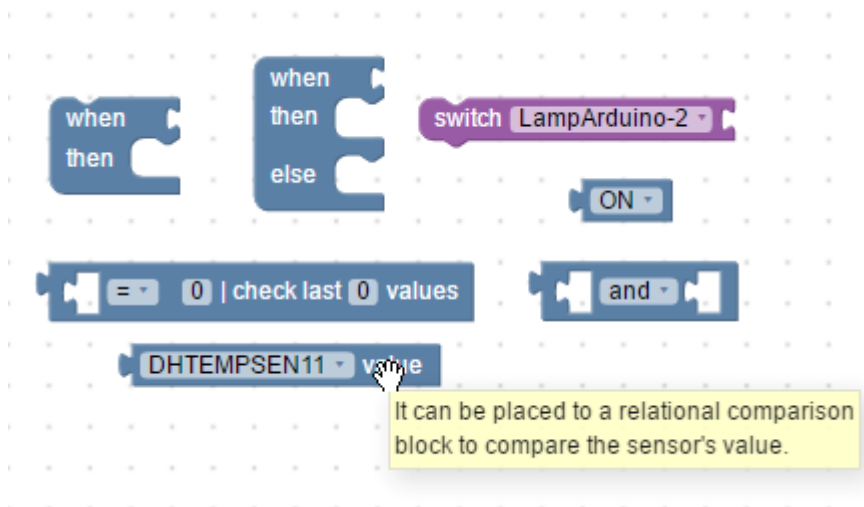
παραδείγματα σε μορφή βίντεο για την δημιουργία κανόνων. Στις λειτουργίες των κανόνων έχουν πρόσβαση μόνο οι χρήστες τύπου owner και owner-admin.

6.2.7.1 Δημιουργία Κανόνα:

Στην οθόνη αυτή ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει κανόνες με την χρήση blocks που μοιάζουν με πάζλ. Το γραφικό περιβάλλον με τα blocks πρόκειται για μια βιβλιοθήκη της Google (blockly) [37] η οποία προσφέρει την δυνατότητα σε ένα προγραμματιστή να δημιουργεί γραφικούς επεξεργαστές προγραμματισμού. Ο λόγος λοιπόν που χρησιμοποιήθηκε γραφικός τρόπος για την δημιουργία κανόνων είναι προφανής αφού θα πρέπει να μπορούν να δημιουργούν κανόνες ακόμα και χρήστες που έχουν δεν έχουν αρκετές τεχνικές γνώσεις.

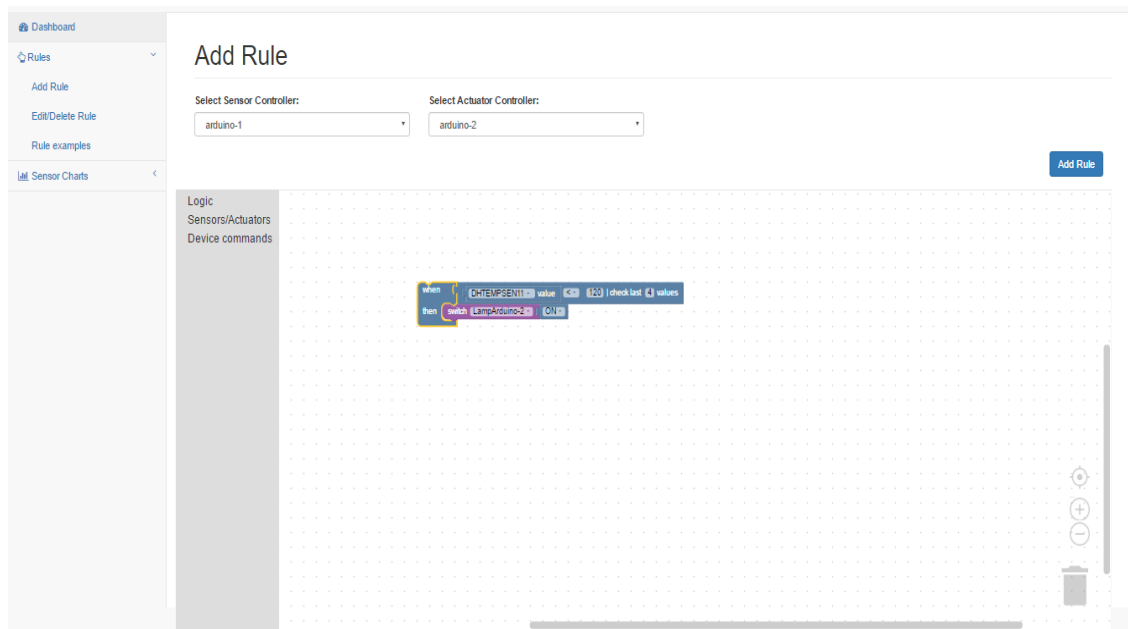
Τα blocks του γραφικού περιβάλλοντος είναι χωρισμένα σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από blocks τα οποία αφορούν την λογική του κανόνα. Έπειτα η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τα blocks που χρησιμοποιούνται για την επιλογή αισθητήρων και συσκευών και τέλος η τρίτη κατηγορία αποτελείται από το block για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση μιας συσκευής. Μέσω της οθόνης δημιουργίας κανόνα ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την πλατφόρμα από την οποία επιθυμεί να χρησιμοποιήσει αισθητήρες οι οποίοι εμφανίζονται σε μορφή λίστας στο block επιλογής αισθητήρα. Επίσης μπορεί να επιλέξει την πλατφόρμα ελέγχου συσκευών από την οποία θα εμφανίζονται οι συσκευές στο block επιλογής συσκευής.

Το κάθε block παρέχει επεξήγηση για το πώς θα χρησιμοποιηθεί, αν παραμείνει ο δείκτης του ποντικιού πάνω από το block. Αν ο χρήστης επιθυμεί να μεγεθύνει ή να συρρικνώσει το πλαίσιο εργασίας μαζί με τα blocks μπορεί να το κάνει χρησιμοποιώντας το θετικό και το αρνητικό πρόσημο αντίστοιχα, που βρίσκονται κάτω δεξιά του πλαισίου. Στην περίπτωση τώρα που θέλει να διαγράψει κάτι μπορεί είτε να χρησιμοποιήσει το εικονίδιο του σκουπιδοτενεκέ που βρίσκεται κάτω από τα πρόσημα είτε μετακινώντας το block στα αριστερά του πλαισίου. Τέλος, αν θέλει να κεντράρει το πλαίσιο εργασίας μπορεί να χρησιμοποιήσει το κυκλικό εικονίδιο που βρίσκεται πάνω από τα πρόσημα. Στην Εικόνα 6.13 φαίνονται τα πιθανά blocks που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός κανόνα και το tooltip που εμφανίζεται επιλέγοντας ένα block.



Εικόνα 6.13 Διαθέσιμα blocks για δημιουργία κανόνα

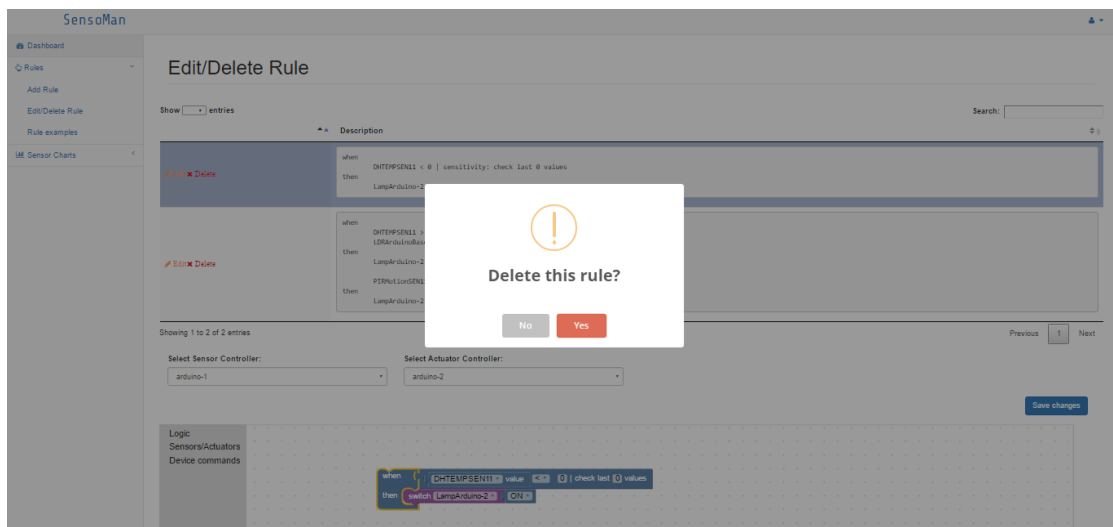
Ο χρήστης αφού δημιουργήσει τον κανόνα που επιθυμεί μπορεί να τον προσθέσει πατώντας το κουμπί "Add Controller". Η δομή του κανόνα για να είναι έγκυρη και για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την μηχανή κανόνων θα πρέπει να έχει την δομή που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 5. Στην εικόνα 6.14 φαίνεται η οθόνη δημιουργίας ενός κανόνα.



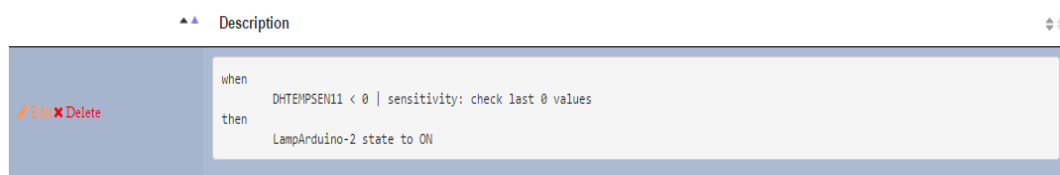
Εικόνα 6.14 Οθόνη δημιουργίας κανόνα

6.2.7.2 Αλλαγή/Διαγραφή Κανόνα

Σε αυτή την οθόνη ο χρήστης μπορεί να δει τους κανόνες που έχει δημιουργήσει και μπορεί είτε να επεξεργαστεί είτε να διαγράψει κάποιο κανόνα. Ο πίνακας που εμφανίζεται σε αυτή την οθόνη περιέχει την απλή μορφή του κανόνα για να διαβάζεται εύκολα από τον χρήστη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.15. Μέσω του πίνακα αυτού μπορεί να γίνει επεξεργασία κανόνα επιλέγοντας το κουμπί επεξεργασίας(edit) που βρίσκεται στην γραμμή του κανόνα. Πατώντας αυτό το κουμπί ο κανόνας εμφανίζεται στο πλαίσιο εργασίας, που βρίσκεται κάτω από τον πίνακα, το οποίο είναι ακριβώς το ίδιο με αυτό της οθόνης για δημιουργία κανόνα. Επίσης ο χρήστης μπορεί να διαγράψει ένα κανόνα επιλέγοντας την αντίστοιχη γραμμή και πατώντας το κουμπί διαγραφής(delete) όπου για λόγους ασφάλειας εμφανίζει πρώτα ένα παράθυρο επιβεβαίωση ενέργειας. Στην εικόνα 6.14 φαίνεται η οθόνη αλλαγής/διαγραφής κανόνα μαζί με την επιβεβαίωση διαγραφής ενός κανόνα.



Εικόνα 6.14 Οθόνη αλλαγής διαγραφής κανόνα



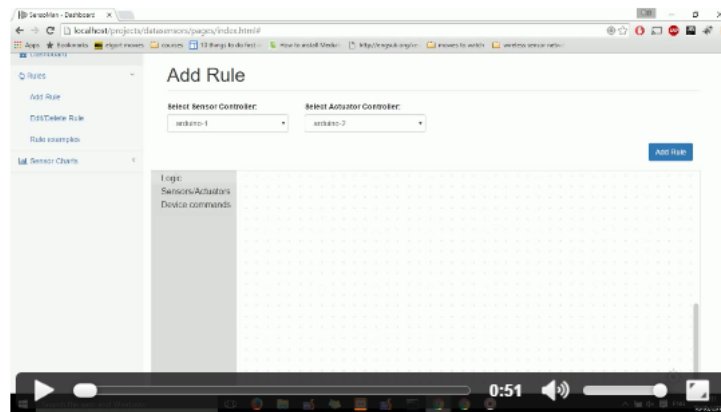
Εικόνα 6.15 Κανόνας σε απλή μορφή

6.2.7.3 Βοηθητικά Παραδείγματα Κανόνων

Σε αυτή την οθόνη ο χρήστης μπορεί να δει δύο βοηθητικά βίντεο που μπορούν να τον βοηθήσουν στην δημιουργία ενός έγκυρου λειτουργικού κανόνα. Το πρώτο βίντεο αφορά την δημιουργία ενός απλού κανόνα ενώ το δεύτερο βίντεο αφορά την δημιουργία ενός πολύπλοκου κανόνα. Στις Εικόνες 6.16 και 6.17 φαίνονται οι οθόνες των βοηθητικών παραδειγμάτων δημιουργίας κανόνων.

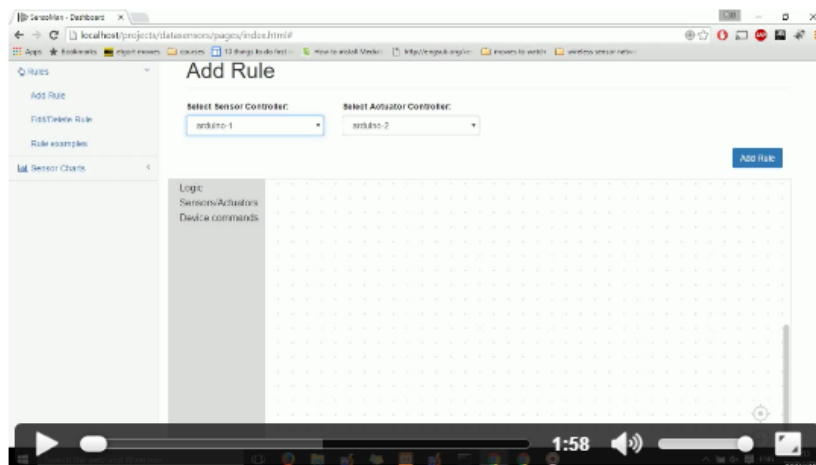
Helpful Rule Examples

Making a simple rule:



Εικόνα 6.16 Βίντεο δημιουργία απλού κανόνα

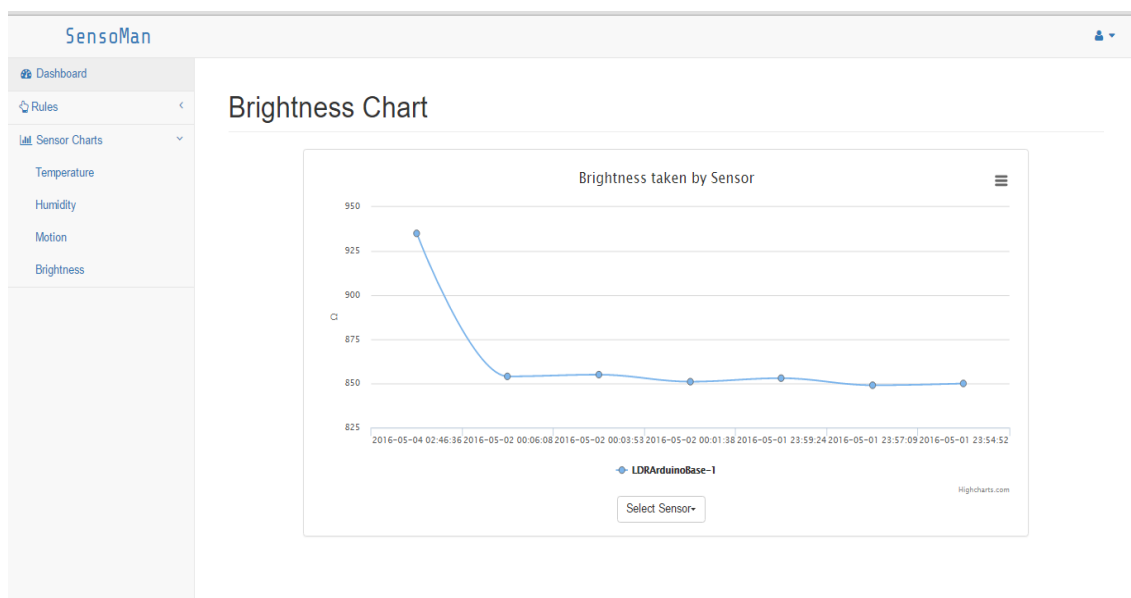
Making a more complicated rule:



Εικόνα 6.17 Βίντεο δημιουργίας πολύπλοκου

6.2.8 Γραφικές Παραστάσεις Αισθητήρων

Μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει τις τελευταίες τιμές που έχει λάβει ένα αισθητήρας. Οι γραφικές παραστάσεις που παρέχονται είναι χωρισμένες αναλόγως κατηγορίας αισθητήρα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει είτε ένα αισθητήρα από αυτούς που του ανήκουν αν είναι τύπου owner ή owner-admin είτε ένα αισθητήρα από όλους του αισθητήρες του συστήματος SensoMan αν είναι τύπου simple ή admin, για να δει τις τελευταίες μετρήσεις του αισθητήρα στην γραφική παράσταση. Στο παρόν στάδιο το σύστημα παρέχει γραφικές παραστάσεις για αισθητήρες τύπου θερμοκρασίας, υγρασίας, κίνησης και φωτεινότητας. Στην Εικόνα 6.18 φαίνεται η γραφική παράσταση με τις τιμές ενός αισθητήρα φωτός.



Εικόνα 6.18 Οθόνη γραφικής παράστασης για την μετρήσεις φωτεινότητας

6.3 Τεχνολογίες Υλοποίησης

Για την δημιουργία της διαδικτυακή εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν οι γλώσσες HTML για την δομή της σελίδας, το CSS για την μορφοποίηση της και η JavaScript για την δυναμικότητα της σελίδας καθώς και για τις διάφορες κλήσεις στην υπηρεσία REST του SensoMan. Για την καλύτερη εμπειρία του χρήστη χρησιμοποιήθηκαν βιβλιοθήκες της JavaScript όπως η SweetAlert για τις ειδοποιήσεις της εφαρμογής, η βιβλιοθήκη του Bootstrap, τα DataTables για την εμφάνιση των αισθητήρων και των κανόνων σε πίνακες, τα Google maps για την λειτουργικότητα του χάρτη και το Blockly για την δημιουργία

του γραφικού επεξεργαστή κανόνων. Τέλος για την μορφοποίηση του κώδικα και για την καλύτερη δομή της σελίδας χρησιμοποιήθηκε η CSS βιβλιοθήκη του Bootstrap.

Κεφάλαια 7

Σενάρια Χρήσης Μηχανής Κανόνων

7.1 Εισαγωγή	64
7.2 Πρώτο Σενάριο	64
7.3 Δεύτερο Σενάριο	66

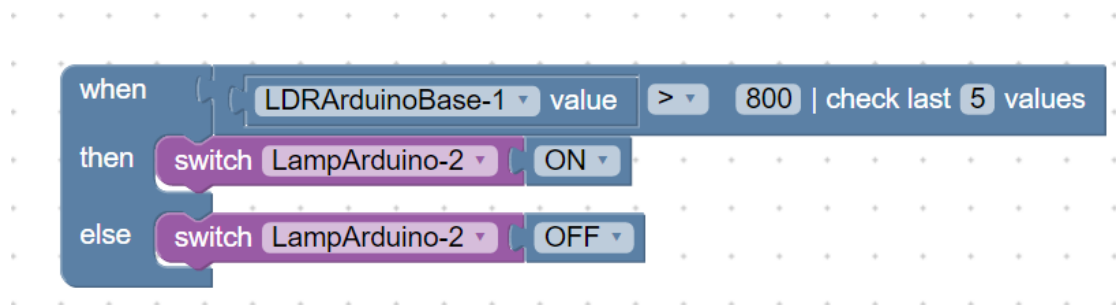
7.1 Εισαγωγή

Η χρήση της μηχανής κανόνων που παρέχει το SensoMan μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα πεδία. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει περιγραφή δύο σεναρίων που μπορούν να πραγματοποιηθούν χρησιμοποιώντας την μηχανή κανόνων. Το πρώτο σενάριο αποτελεί και το σενάριο που δοκιμάστηκε μερικώς μαζί με το παρόν υλικό και τις δυνατότητες της παρούσας μηχανής κανόνων που υλοποιήθηκε. Το δεύτερο σενάριο αποτελεί ένα σενάριο που είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί με την χρήση επιπρόσθετου υλικού.

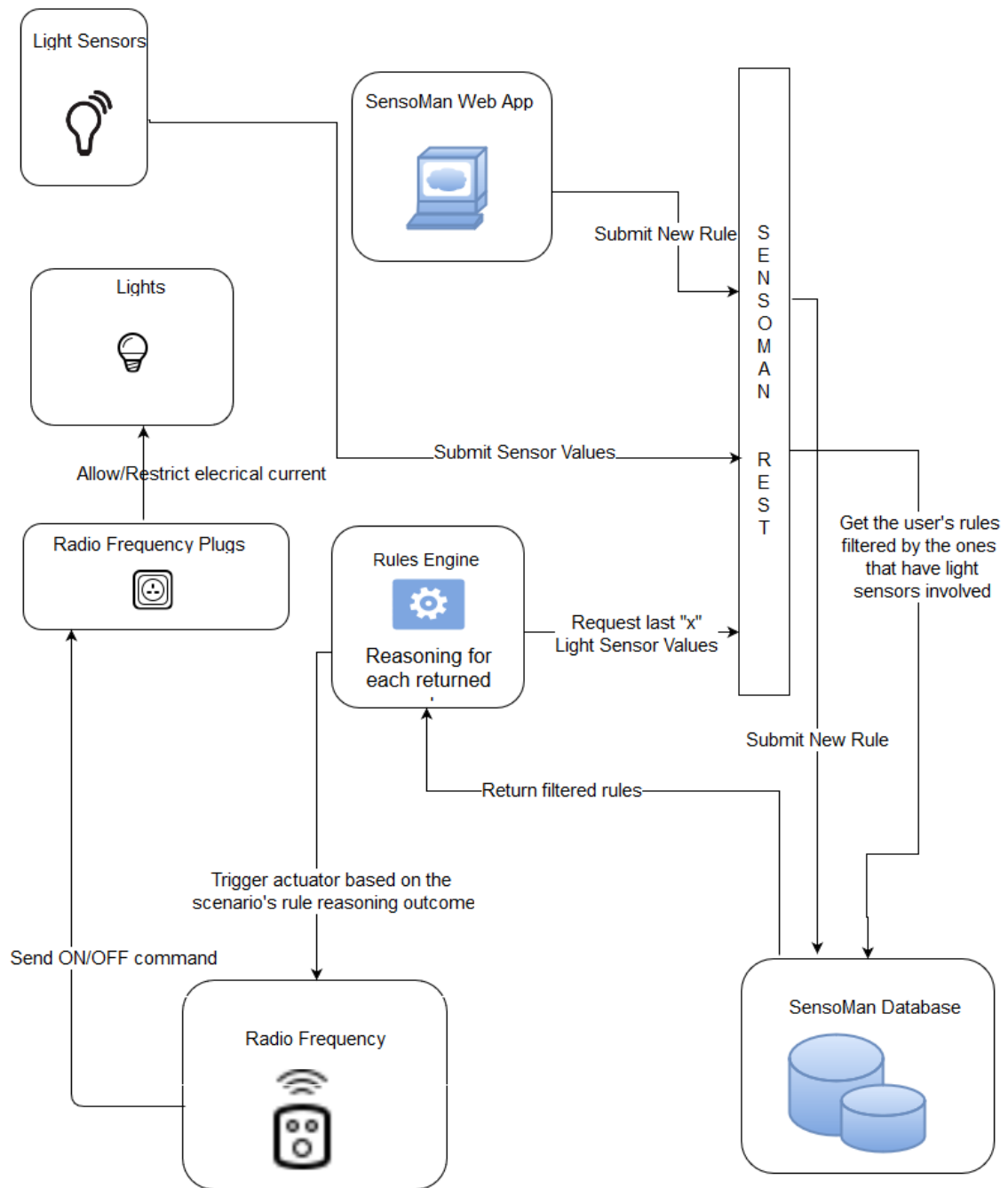
7.2 Πρώτο Σενάριο

Η μηχανή κανόνων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εξοικονόμηση ενέργειας στο σπίτι. Συγκεκριμένα θα μπορούσαν να τοποθετηθούν αισθητήρες φωτός σε χώρους του σπιτιού όπου υπάρχει διαθέσιμο φυσικό φως. Έπειτα στις υποδοχές στις οποίες είναι ενωμένα τα φωτιστικά των χώρων θα μπορούσαν να τοποθετηθούν βύσματα που μπορούν να ελεγχθούν με την χρήση ραδιοκυμάτων. Τα φωτιστικά θα πρέπει να είναι ενωμένα με τις υποδοχές τους μέσω των βυσμάτων ούτως ώστε να ελέγχεται η ροή του ρεύματος από τα βύσματα. Τα βύσματα που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν προφανώς μοναδικούς κωδικούς για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση τους και οι πλατφόρμες στις οποίες θα είναι συνδεδεμένοι οι αισθητήρες φωτός θα πρέπει να είναι ενωμένοι με το διαδίκτυο για να μπορούν να στέλνουν τις μετρήσεις τους μέσω της υπηρεσίας REST του συστήματος. Τέλος όσο αφορά την εγκατάσταση του υλικού η πλατφόρμα με τον πομπό ραδιοκυμάτων θα πρέπει να είναι και αυτή συνδεδεμένη με το διαδίκτυο για να μπορεί να είναι προσβάσιμη από την μηχανή κανόνων.

Από πλευράς του χρήστη, ο χρήστης θα πρέπει να δημιουργήσει τον κανόνα ο οποίος θα περιέχει καταστάσεις σχετικά με συγκρίσεις μεταξύ της αντίστασης του φωτός των τοποθετημένων αισθητήρων και ενός ορίου και με ενέργειες που θα αφορούν την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των βυσμάτων. Αφού οριστεί ο κανόνας από τον χρήστη τότε κάθε φορά που στέλνονται μετρήσεις από τους αισθητήρες θα λαμβάνεται ο κανόνας/νες για τον κάθε αισθητήρα. Στο συγκεκριμένο σενάριο αν λάβουμε υπόψη ότι οι κανόνες που θα ληφθούν θα σχετίζονται μόνο με αισθητήρες φωτός και βύσματα που είναι ενωμένα με φωτιστικά τότε κατά την εκτέλεση του κανόνα η μηχανή κανόνων θα λάβει τις τελευταίες μετρήσεις ενός ή περισσότερων αισθητήρων φωτός και θα προσπαθήσει να εξάγει την λογική για να αποφασίσει την ενέργεια που θα εφαρμοστεί σε ένα ή περισσότερα βύσματα. Ανάλογα λοιπόν με το αποτέλεσμα που θα εξάγει από την εκτέλεση του κανόνα, τα βύσματα θα ενεργοποιηθούν ή θα απενεργοποιηθούν. Στην Εικόνα 6.19 φαίνεται ένα παράδειγμα κανόνα που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ένα από τα φωτιστικά και στην Εικόνα 6.20 φαίνεται η ροή ελέγχου μεταξύ του συστήματος και των ελεγχόμενων συσκευών.



Εικόνα 6.19 Παράδειγμα κανόνα



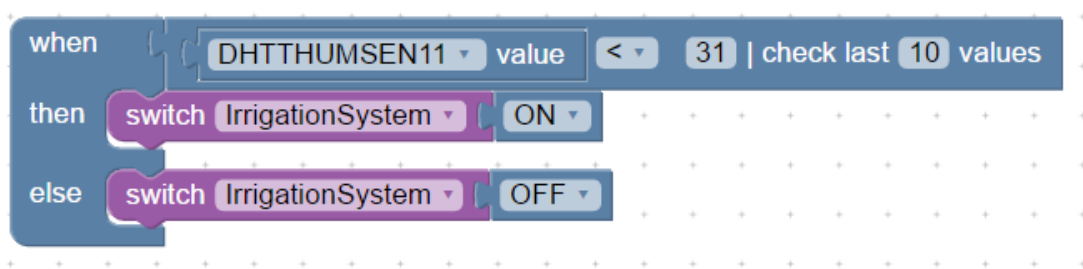
Εικόνα 6.20 Ροή ελέγχου Σεναρίου 1

7.3 Δεύτερο Σενάριο

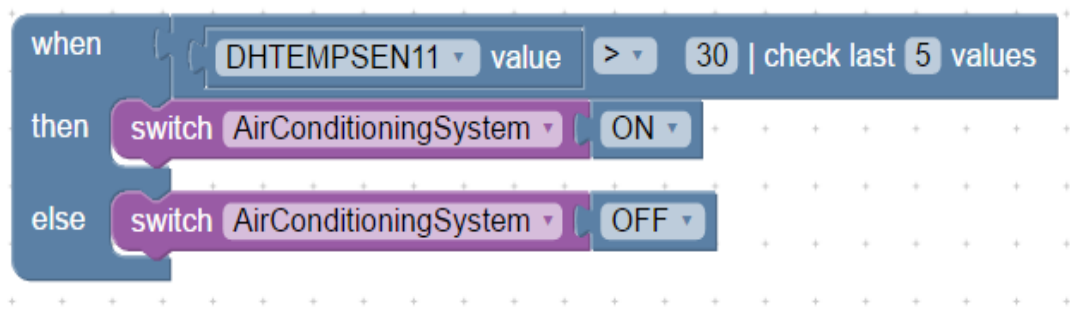
Το δεύτερο σενάριο αφορά ένα έξυπνο θερμοκήπιο. Το θερμοκήπιο αυτό θα μπορεί να προσαρμόζει την θερμοκρασία του και την υγρασία του βάσει του περιβάλλοντος του εξοικονομώντας έτσι ενέργεια και αποδοκιμάζοντας (deprecate) επίσης τις χρονικά προγραμματισμένες διεργασίες (χρονικά προγραμματισμένο σύστημα άρδευσης) .

Για την σωστή λειτουργία του σεναρίου αυτού θα πρέπει να τοποθετηθούν αισθητήρες υγρασίας και θερμοκρασία οι οποίοι θα πρέπει να είναι συνδεδεμένοι με το διαδίκτυο για να μπορούν να στέλνουν μετρήσεις μέσω της REST υπηρεσίας SensoMan. Έπειτα θα πρέπει να τοποθετηθεί ένα βύσμα ραδιοκυμάτων στην υποδοχή που θα είναι ενωμένος ο ελεγκτής του συστήματος άρδευσης μαζί με τον πομπό ραδιοκυμάτων ο οποίος θα είναι συνδεδεμένος με το διαδίκτυο και θα μπορεί να ενεργοποιεί ή να απενεργοποιεί τον ελεγκτή. Ακολούθως θα πρέπει να τοποθετηθεί ένας πομπός υπέρυθρων, ο οποίος θα είναι επίσης συνδεδεμένος με το διαδίκτυο, ούτως ώστε να μπορεί να γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας του κλιματιστικού διαδικτυακά.

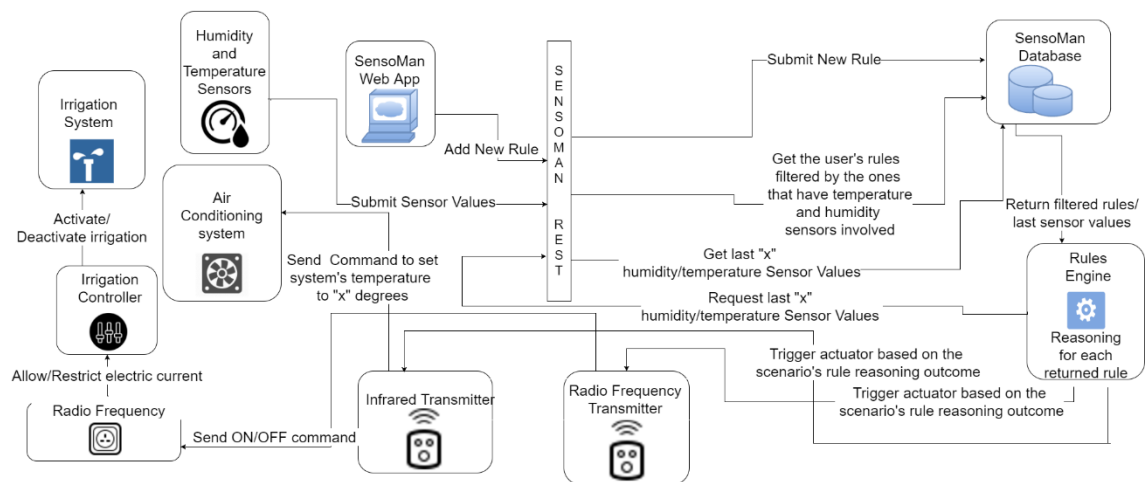
Ο χρήστης τώρα όπως και στο προηγούμενο σενάριο θα πρέπει να δημιουργήσει τον κανόνα που θα αφορά του αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας και του πομπούς υπέρυθρων και ραδιοκυμάτων. Η διαδικασία που ακολουθεί είναι η ίδια όπως και στο προηγούμενο σενάριο βάσει της λογικής δηλαδή που εξάγεται από την μηχανή κανόνων θα ενεργοποιηθεί ή θα απενεργοποιηθεί το σύστημα άρδευσης και θα οριστεί στην κατάλληλη θερμοκρασία ο κλιματισμός στέλνοντας ένα συγκεκριμένο κωδικό μέσω του πομπού υπέρυθρων. Στις Εικόνες 6.21 και 6.22 φαίνονται οι 2 κανόνες που θα χρησιμοποιούνται από τον χρήστη για τον αυτοματοποιημένο έλεγχο του συστήματος άρδευσης και του κλιματιστικού συστήματος αντίστοιχα. Επίσης στην Εικόνα 6.23 φαίνεται η ροή ελέγχου μεταξύ του συστήματος και των ελεγχόμενων συσκευών.



Εικόνα 6.21 Παράδειγμα σεναρίου για τον αυτοματοποιημένο έλεγχο του συστήματος άρδευσης



Εικόνα 6.22 Παράδειγμα σεναρίου για τον αυτοματοποιημένο έλεγχο του συστήματος κλιματισμού



Εικόνα 6.23 Ροή ελέγχου Σεναρίου 2

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις

8.1 Συμπεράσματα	69
8.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις	70

8.1 Συμπεράσματα

Στις μέρες μας φαίνεται να έχει αναπτυχθεί ένα μεγάλο ενδιαφέρον στα συστήματα επίγνωσης συγκειμένου (context-aware systems) όπως φαίνεται από διάφορα επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια, αλλά και στη βιομηχανία. Αυτά τα συστήματα έχουν την δυνατότητα επίγνωσης των συγκειμένων τους και μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιαδήποτε αλλαγή τους ούτως ώστε να ικανοποιούν όσο περισσότερο τους χρήστες τους.

Με κίνητρο λοιπόν αυτού του είδους συστήματα υλοποιήθηκε η μηχανή κανόνων για το σύστημα SensoMan. Η μηχανή κανόνων που υλοποιήθηκε εκμεταλλεύεται το συγκείμενο με σκοπό να βοηθήσει τον χρήστη να αυτοματοποιήσει διάφορες διεργασίες. Η μηχανή των κανόνων μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το χρήστη για να δημιουργεί κανόνες για ένα εύρος πεδίων εφαρμογής και μπορεί να χρησιμοποιεί την λειτουργία αυτή για προσωπικούς αλλά και για εμπορικούς σκοπούς γενικεύοντας περισσότερο το σύστημα SensoMan.

Η βάση δεδομένων και η υπηρεσία REST επεκτάθηκαν με την πρόσθεση των διάφορων κανόνων, των actuators και των συσκευών που ελέγχουν καθώς και των εντολών με τις οποίες ελέγχονται οι συσκευές αυτές. Επίσης στην αρχιτεκτονική του συστήματος προστέθηκαν έννοιες όπως οι actuators και η μηχανή κανόνων.

Το γραφικό περιβάλλον δημιουργίας κανόνων του SensoMan ήταν σημαντικό να είναι προσιτό προς όλους τους χρήστες ανεξαρτήτου τεχνικών γνώσεων. Αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε το Blockly ως επεξεργαστής των κανόνων. Ο χρήστης αφού ρίξει μια ματιά στα βίντεο που υπάρχουν στην διαδικτυακή εφαρμογή μπορεί να αρχίσει να δημιουργεί λειτουργικούς κανόνες σε δευτερόλεπτα αρκεί φυσικά να έχει ήδη εγκαταστήσει τους αισθητήρες και τους actuators.

Το σύστημα SensoMan έχει περιθώριο για βελτίωση και για επέκταση διότι υπάρχουν ήδη αρκετά συστήματα που εκμεταλλεύονται το συγκείμενο τους για αυτοματοποίηση διεργασιών. Επεκτείνοντας τις δυνατότητες της μηχανής κανόνων το σύστημα μπορεί να γενικευθεί ακόμα περισσότερο ούτως ώστε το SensoMan να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εφαρμογή του σε περισσότερα πεδία.

8.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Το σύστημα SensoMan στο παρόν στάδιο είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα το οποίο μπορεί να έχει εφαρμογή σε αρκετά πεδία φυσικά πάντα υπάρχει χώρος για βελτίωση και επέκταση. Θα μπορούσε έτσι να βελτιωθεί και να επεκταθεί, η υπηρεσία REST, η μηχανή κανόνων και ο τρόπος με τον οποίο λαμβάνονται οι μετρήσεις.

Στο παρόν στάδιο η υπηρεσία REST είναι αρκετά εύχρηστη αλλά δεν είναι εύκολα προσβάσιμη. Έτσι θα ήταν αρκετά καλό να δημιουργηθεί μια σελίδα για την REST υπηρεσία η οποία να περιέχει τις πιθανές κλήσεις που υποστηρίζει μαζί με τα πεδία που λαμβάνουν. Ένας προγραμματιστής μέσω αυτής της σελίδας θα μπορεί να δοκιμάσει τις διάφορες κλήσεις κατευθείαν από το διεπαφή του χρήστη.

Η μηχανή των κανόνων μπορεί να γενικευθεί περισσότερο με την πρόσθεση επιπλέον blocks. Στο παρόν στάδιο μέσω της μηχανής κανόνων μπορούν να δημιουργηθούν κανόνες που αφορούν την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συσκευών μόνο. Θα μπορούσαν λοιπόν να προστεθούν blocks που θα αφορούν συγκεκριμένες συσκευές όπως τηλεοράσεις ή κλιματιστικά. Με την πρόσθεση αυτών των blocks προφανώς θα πρέπει να προστεθούν και τα κατάλληλα πρωτόκολλα κωδικών υπέρυθρων για να μπορούν ελεγχθούν τα διάφορα μοντέλα συσκευών που ελέγχονται με υπέρυθρες.

Όσον αφορά την διαδικτυακή εφαρμογή θα μπορούσε να προστεθεί η δυνατότητα του διαμοιρασμού αισθητήρων μεταξύ των χρηστών. Δηλαδή ένας χρήστης θα μπορεί να δίνει δικαιώματα σε ένα άλλο χρήστη για ένα ή περισσότερους αισθητήρες επιθυμεί. Συγκεκριμένα τα δικαιώματα που θα δίδονται θα είναι χωρισμένα σε επίπεδα όπου το πρώτο επίπεδο θα είναι απλώς οι παρακολούθηση των αισθητήρων και των μετρήσεων τους, το δεύτερο επίπεδο θα αφορά την χρήση των αισθητήρων σε κανόνες καθώς και ότι περιλαμβάνεται στο πρώτο επίπεδο των δικαιωμάτων και στο τρίτο επίπεδο θα περιλαμβάνεται και δυνατότητα αλλαγής της συχνότητας που λαμβάνει μετρήσεις ένας αισθητήρας συμπεριλαμβανομένου και των δικαιωμάτων από τα δύο προηγούμενα επίπεδα. Ωστόσο ο χρήστης που έχει το δικαίωμα να αλλάξει την συχνότητα ενός αισθητήρα που δεν του ανήκει θα πρέπει πριν την αλλαγή της συχνότητας να λαμβάνει μια επιβεβαίωση από τον ιδιοκτήτη του αισθητήρα.

Βιβλιογραφία

- [1] Dey, A. K. (2001). Understanding and using context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5 (1), 4–7.
- [2] Byun, H. E., & Cheverst, K. (2004). Utilizing context history to provide dynamic adaptations. *Applied Artificial Intelligence*, 18 (6), 533–548
- [3] Rajkumar, R. R., Lee, I., Sha, L., & Stankovic, J. (2010, June). Cyber-physical systems: the next computing revolution. In *Proceedings of the 47th Design Automation Conference* (pp. 731-736). ACM.
- [4] Dohr, A., Modre-Opsrian, R., Drobits, M., Hayn, D., and Schreier, G. 2010. The internet of things for ambient assisted living. In *Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG)*, 804-809. DOI= 10.1109/ITNG.2010.104.
- [5] Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., and Georgakopoulos, D. 2014. Context aware computing for the internet of things: A survey. *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE, 16(1), 414-454.
- [6] Wikipedia. 2016. Microcontroller - Wikipedia, the free encyclopedia. [ONLINE] Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller>.
- [7] Microcontrollers, what is a microcontroller? 8 bit, 16 bit & 32 bit microcontrollers - Future Electronics. 2016. Microcontrollers, what is a microcontroller? 8 bit, 16 bit & 32 bit microcontrollers - Future Electronics. [ONLINE] Available at: <https://www.futureelectronics.com/en/Microcontrollers/microcontrollers.aspx>.
- [8] tutorialspoint.com. 2016. What are Web Services. [ONLINE] Available at: http://www.tutorialspoint.com/webservices/what_are_web_services.htm.
- [9] Fielding, Roy Thomas (2000). ["Chapter 5: Representational State Transfer \(REST\)"](#). *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures* (Ph.D.).

University of California, Irvine. This chapter introduced the Representational State Transfer (REST) architectural style for distributed hypermedia systems. REST provides a set of architectural constraints that, when applied as a whole, emphasizes scalability of component interactions, generality of interfaces, independent deployment of components, and intermediary components to reduce interaction latency, enforce security, and encapsulate legacy systems.”

[10] Fielding, R. T.; Taylor, R. N. (2000). "Principled design of the modern Web architecture": 407–416. [doi:10.1145/337180.337228](https://doi.org/10.1145/337180.337228)

[11] Wikipedia. 2016. Representational state transfer - Wikipedia, the free encyclopedia. [ONLINE] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer.

[12] Wikipedia. 2016. HTML - Wikipedia, the free encyclopedia. [ONLINE] Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>.

[13] ["HTML5 Differences from HTML4"](#). [World Wide Web Consortium](#). 19 October 2010. Retrieved 4 December 2010.

[14] [Schmidt, A.; Aidoo, K.A.; Takaluoma, A.; Tuomela, U.; Van Laerhoven, K; Van de Velde W.](#) (1999). ["Advanced Interaction in Context"](#) (PDF). 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), Springer LNCS, Vol. 1707. pp. 89–101.

[15] [Schmidt, Albrecht](#) (2002). ["Ubiquitous Computing - Computing in Context"](#). PhD dissertation, Lancaster University.

[16] GitHub. 2016. GitHub - achilleas979/h5cm: HTML5 Context Middleware (H5CM). [ONLINE] Available at: <https://github.com/achilleas979/h5cm>.

[17] Achilleos, A. P., and Kapitsaki, G. M 2014. Enabling Cross- Platform Mobile Application Development: A Context-Aware Middleware. In Proceedings of the Web

Information Systems Engineering conference, (Thessaloniki, Greece) WISE '14. Springer International Publishing, 304-318. DOI=10.1007/978-3-319-11746-1_22.

[18] Notion. 2016. *Wireless Home Monitoring System & Awareness Sensor* | Notion. [ONLINE] Available at: <http://getnotion.com/>.

[19] openHAB UG (haftungsbeschränkt). 2016. *openHAB - Features - Introduction*. [ONLINE] Available at: <http://www.openhab.org/features/introduction.html>.

[20] Arduino - Introduction . 2016. *Arduino - Introduction* . [ONLINE] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.

[21] Arduino - Introduction . 2016. *Arduino - Introduction* . [ONLINE] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

[22] Wikipedia. 2016. *Sensor - Wikipedia, the free encyclopedia*. [ONLINE] Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor>.

[23] Wikipedia. 2016. *RF module - Wikipedia, the free encyclopedia*. [ONLINE] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/RF_module.

[24] Adafruit Industries. 2016. *DHT22 temperature-humidity sensor + extras ID: 385 - \$9.95 : Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits*. [ONLINE] Available at: <https://www.adafruit.com/products/385>

[25] Wikipedia. 2016. *Photoresistor - Wikipedia, the free encyclopedia*. [ONLINE] Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photoresistor>.

[26] Wikipedia. 2016. *Motion detector - Wikipedia, the free encyclopedia*. [ONLINE] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_detector.

[27] Pir Sensor Module. 2016. *Pir Sensor Module*. [ONLINE] Available at: <http://grobotronics.com/pir-sensor-module.html>.

- [28] Arduino Playground - MQGasSensors . 2016. *Arduino Playground - MQGasSensors* . [ONLINE] Available at: <http://playground.arduino.cc/Main/MQGasSensors>.
- [29] Gas & Smoke Sensor MQ-2. 2016. *Gas & Smoke Sensor MQ-2*. [ONLINE] Available at: <http://grobotronics.com/gas-and-smoke-sensor-mq-2.html>.
- [30] Arduino Shields - learn.sparkfun.com. 2016. *Arduino Shields - learn.sparkfun.com*. [ONLINE] Available at: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/arduino-shields>.
- [31] Arduino - ArduinoShields . 2016. *Arduino - ArduinoShields* . [ONLINE] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoShields>
- [32] Overview | Adafruit CC3000 WiFi | Adafruit Learning System. 2016. *Overview | Adafruit CC3000 WiFi | Adafruit Learning System*. [ONLINE] Available at: <https://learn.adafruit.com/adafruit-cc3000-wifi/overview>.
- [33] SparkFun GPS Shield - GPS-10710 - SparkFun Electronics. 2016. *SparkFun GPS Shield - GPS-10710 - SparkFun Electronics*. [ONLINE] Available at: <https://www.sparkfun.com/products/10710>.
- [34] About Actuators. 2016. *About Actuators*. [ONLINE] Available at: <http://www.thomasnet.com/about/actuators-301168.html>.
- [35] Athina C. Paphitou, Stella Constantinou, Georgia M. Kapitsaki. SensoMan: Remote management of context sensors.
- [36] GitHub. 2016. *Rules · openhab/openhab Wiki · GitHub*. [ONLINE] Available at: <https://github.com/openhab/openhab/wiki/Rules>.
- [37] Google Developers. 2016. Blockly | Google Developers. [ONLINE] Available at: <https://developers.google.com/blockly/>. [Accessed 19 May 2016]

[38] Στέλλα Κωνσταντίνου(2005). Συλλογή δεδομένων αισθητήρων μέσω της πλατφόρμας Arduino και χειρισμός τους μέσω μηχανικής μάθησης. BSc dissertation, University of Cyprus

[39] Kyriakos Georgiou, Timotheos Constambeys, Christos Laoudias, Lambros Petrou, Georgios Chatzimilioudis, and Demetrios Zeinalipour-Yazti. Anyplace: A crowdsourced indoor information service. *Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Mobile Data Management*