

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**«Συλλογή δεδομένων αισθητήρων μέσω της πλατφόρμας Arduino και χειρισμός
τους μέσω μηχανικής μάθησης»**

Στέλλα Κωνσταντίνου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2015

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**«Συλλογή δεδομένων αισθητήρων μέσω της πλατφόρμας Arduino και χειρισμός
τους μέσω μηχανικής μάθησης»**

Στέλλα Κωνσταντίνου

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 2015

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στην επιβλέπων καθηγήτριά μου Δρ. Γεωργία Καπιτσάκη, για την βοήθειά της, την υποστήριξή της και την πολύ καλή συνεργασία που είχαμε καθ' όλο το χρονικό διάστημα εκπόνησης της διπλωματικής αυτής εργασίας. Οι συμβουλές της, οι οδηγίες της, αλλά και οι κατευθύνσεις της, συνέβαλαν στο μέγιστο, για την επιτυχή κατά την άποψη μου ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Ακολούθως, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, που με βοήθησαν και με στήριξαν ηθικά και ψυχολογικά σε όλη την διάρκεια της φοίτησής μου στο Πανεπιστήμιο Κύπρου, αλλά και κατά την διάρκεια εκπόνησης και ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου εργασίας.

Ειδικότερες ευχαριστίες, θα ήθελα να εκφράσω στους φίλους μου Ζιανέτ Σιαχουάν και Χρυσοβαλάντη Αναστασίου, όπου η γνωριμία μου μαζί τους στο Πανεπιστήμιο, καθώς και η παρέα μου μαζί τους αυτά τα τέσσερα χρόνια μου πρόσφερε αξέχαστες στιγμές, χαράς, απόλαυσης, συγκίνησης αλλά και ταυτόχρονα απόλυτης κατανόησης και στήριξης σε όλη την διάρκεια της φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο καθώς και κατά την διάρκεια της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Ένα μεγάλο όμως ευχαριστώ, θα ήθελα να εκφράσω στον φίλο μου Μαρίνο Μιχαήλ καθώς με στήριζε συνέχεια τόσο ηθικά όσο και ψυχολογικά κατά την διάρκεια συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας, όσο και κατά την διάρκεια των σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Επίσης, που πρόσφερε ευχάριστες και γεμάτες χαρά και απόλαυση στιγμές.

Περίληψη

Στις μέρες μας, τα τεχνολογικά επιτεύγματα τόσο στον τομέα επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) όσο και στις τεχνικές απομακρυσμένης παρακολούθησης, δίνουν την δυνατότητα αυτοματοποίησης υπολογιστικών εργασιών που εκτελούνταν υπό την επίβλεψη και προσοχή του χρήστη τους. Ενώ παράλληλα, τα δίκτυα αισθητήρων που συλλέγουν πληροφορίες περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα θερμοκρασία, φωτεινότητα, κίνηση και ένταση ήχου σε έναν χώρο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη διάφορων εφαρμογών επίγνωσης πλαισίου (context-awareness). Αυτό φέρνει στην επιφάνεια την ανάγκη για συλλογή δεδομένων – πληροφοριών, καθώς και διαχείρισης τους.

Τα τελευταία χρόνια, οι πλατφόρμες μικροελεγκτών έχουν ευρεία χρήση, ειδικότερα για σκοπούς εκπαίδευσης και έρευνας. Αξιοποιώντας αυτές τις πλατφόρμες και συνδέοντας πάνω τους διάφορους τύπους αισθητήρων, μπορεί γίνει η ανάκτηση πληροφοριών, αλλά και η διαχείριση των πλατφορμών, των αισθητήρων, καθώς και η επεξεργασία των πληροφοριών από τους αισθητήρες.

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας θα παρουσιαστεί η αρχιτεκτονική του συστήματος SensoMan. Το σύστημα χειρίζεται μια συλλογή από αισθητήρες που βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορους χώρους, συνδεδεμένοι σε πλατφόρμες Arduino, αν και υποστηρίζεται και η χρήση πλατφορμών Raspberry Pi. Επιπλέον, διαχειρίζεται τις μετρήσεις μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης για την καλύτερη χρήση των δεδομένων. Ένα παράδειγμα χρήσης αποτελεί η ανίχνευση ανώμαλης συμπεριφοράς, με κατάλληλη ειδοποίηση στον ιδιοκτήτη των αισθητήρων. Το παρόν σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές για αποτελεσματική χρήση των δεδομένων των αισθητήρων σε εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου.

Συγκεκριμένα, θα παρουσιαστεί ο τρόπος συλλογής πληροφοριών από την πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino, η ανάπτυξη της SensoMan υπηρεσίας διαδικτύου, η δημιουργία του SensoMan Plugin και η διαδικτυακή εφαρμογή, μέσω της οποίας μπορεί κανείς να πλοηγηθεί στις πληροφορίες που του παρέχει το σύστημα SensoMan.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	ΚΙΝΗΤΡΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
1.2	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SENSOMAN	3
1.3	ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΕΣ	6
1.4	ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	ΓΝΩΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	8
2.1	ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ	8
2.2	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ	10
2.2.1	Όρος	10
2.2.2	REST Υπηρεσία Διαδικτύου	12
2.3	ΠΡΟΤΥΠΟ HTML5	14
2.4	ΕΠΙΓΝΩΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (CONTEXT-AWARENESS)	16
2.4.1	Όρος	16
2.4.2	Το ενδιαμέσο λογισμικό H5CM	17
2.5	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗΣ	19
2.6	ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO UNO	21
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
3.2	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	25
3.2.1	Αισθητήρας Θερμοκρασίας	25
3.2.2	Αισθητήρας Φωτεινότητας	26
3.2.3	Αισθητήρας Κίνησης	27
3.2.4	Αισθητήρας Υγρασίας	28
3.2.5	Αισθητήρας Ήχου	29
3.2.6	Αισθητήρας Θερμοκρασίας Σώματος	30
3.2.7	Κίνηση Συσκευής - Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer)	31
3.3	ΚΕΡΑΙΕΣ	31
3.3.1	Κεραία GPS	31
3.3.2	Κεραία 4G-3G-GPRS-GSM	32
3.4	SHIELDS ΚΑΙ MODULES	33
3.4.1	GPRS+GPS Quadband Module for Arduino (SIM908)	33
3.4.2	Πλατφόρμα Αισθητήρων e-Health	34

3.4.3	Ασπίδα Επικοινωνίας (XBEE-BLUETOOTH-RFID) – XBEE	34
3.4.4	WiFly Wireless Module.....	35
3.5	ΣΥΝΟΨΗ	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SENSOMAN	37
4.1	ΥΠΟΔΟΜΗ SENSOMAN	37
4.2	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SENSOMAN.....	39
4.3	ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SENSOMAN.....	42
4.4	SENSOMAN REST ΥΠΗΡΕΣΙΑ	47
4.5	SENSOMAN ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	50
4.5.1	Διαδικτυακή Εφαρμογή SensoMan.....	50
4.5.2	SensoMan Android Εφαρμογή	51
4.6	ΡΟΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ & ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΡΗΣΗΣ	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ H5CM.....	55
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	55
5.2	ΧΡΗΣΗ SENSOMAN REST SERVICE – SENSOMAN PLUGIN	55
5.3	ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ.....	58
5.3.1	Εύρεση Κατάλληλου Αλγορίθμου	58
5.3.2	Αλγόριθμος K-Star.....	62
5.3.3	Χρήση K-Star στο SensoMan Plugin	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ SENSOMAN	66
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	66
6.2	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	67
6.2.1	Παραπομπή στην Android εφαρμογή SensoMan	67
6.2.2	Εγγραφή Χρήστη	68
6.2.3	Σύνδεση Χρήστη.....	70
6.2.4	Dashboard Χρήστη	71
6.2.5	Ειδοποιήσεις Χρήστη	72
6.2.6	Αποσύνδεση Χρήστη	73
6.2.7	Παρουσίαση Στατιστικών Αισθητήρων.....	74
6.2.8	Ανίχνευση Ανώμαλης Συμπεριφοράς Αισθητήρων	75
6.2.9	Ανίχνευση Ανώμαλης Συμπεριφοράς Αισθητήρων μέσω Facebook	76
6.3	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	78
6.4	ΣΥΝΟΨΗ	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	79
7.1	ΣΥΝΟΨΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	79

7.2	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	81
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	1

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας	1
1.2 Ανασκόπηση του συστήματος SensoMan	3
1.3 Συνεισφορές	6
1.4 Σχεδιάγραμμα Διπλωματικής Εργασίας	7

1.1 Κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας

Στις μέρες μας, τα τεχνολογικά επιτεύγματα τόσο στο τομέα επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) όσο και στις τεχνικές απομακρυσμένης παρακολούθησης, δίνουν την δυνατότητα αυτοματοποίησης υπολογιστικών εργασιών που εκτελούνταν υπό την επίβλεψη και προσοχή του χρήστη τους. Αυτές οι τεχνικές βασίζονται στην επεξεργασία της πληροφορίας που συλλέγεται από διάφορες πηγές όπως οι αισθητήρες, το περιβάλλον κ.λπ..

Ένα σύστημα επίγνωσης πλαισίου (context-awareness), μπορεί να θεωρηθεί ότι υποστηρίζει τρεις κύριες λειτουργίες. Οι λειτουργίες αυτές είναι η αίσθηση, η επεξεργασία και η ενέργεια ως επακόλουθο των αισθήσεων και της επεξεργασίας τους. Τα διάχυτα συστήματα (pervasive systems) – δηλαδή τα συστήματα που μπορεί να βρίσκονται «οπουδήποτε» και ο υπολογισμός γίνεται διαθέσιμος μέσω του φυσικού περιβάλλοντος – μπορεί να διαφέρουν σε φιλοσοφία σε κάθε μία από αυτές τις λειτουργίες. Για παράδειγμα, κάποια συστήματα μπορεί να έχουν πολλούς αισθητήρες και να καταλήγουν σε ένα συμπέρασμα, πριν δράσουν καταλλήλως, ενώ αλλά μπορεί να

έχουν λίγους αισθητήρες και να κάνουν μια αρκετά σύνθετη σύντηξη δεδομένων πριν βγάλουν απόφαση, ώστε να δράσουν με βάση αυτή.

Πληροφορίες από τους αισθητήρες περιβάλλοντος, μπορούν να συγκεντρωθούν μέσω μιας υπηρεσίας σε μορφή ακατέργαστων δεδομένων. Η υπηρεσία αυτή μπορεί να αναπτυχθεί τοποθετώντας πολλαπλές πλατφόρμες μικροελεγκτών στο περιβάλλον σε διάφορες απομονωμένες τοποθεσίες και χώρους, οι οποίοι κρίνονται ως οι χώροι τους οποίους θέλουμε να παρακολουθούμε. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας τύπου «thermistor», μπορεί να συνδεθεί σε μια πλατφόρμα μικροελεγκτή και να τοποθετηθεί σε έναν χώρο, ούτως ώστε να αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία. Έπειτα, ανάλογα με τις αλλαγές στην θερμοκρασία, οι εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις ακατέργαστες πληροφορίες των αισθητήρων, και να αλλάζουν την συμπεριφορά τους, προσφέροντας στο χρήστη τους ανάλογες συμπεριφορές.

Η διαχείριση των αισθητήρων που βρίσκονται μέσα στο περιβάλλον που καθορίζεται είναι πολύτιμη για πληθώρα εφαρμογών, όπως γεωργία-γεωπονία, έξυπνα σπίτια (smart homes), ιατρική και εργαστηριακή τεχνολογία ακόμη και ιατρική φροντίδα. Γενικότερα, αυτή η διαδικασία μπορεί να συμπεριληφθεί σε εφαρμογές όπου η επίγνωση πλαισίου (context-awareness) και η συνεχής ενημέρωση του περιεχομένου των αισθητήρων του περιβάλλοντος είναι αναγκαία.

Η δημοτικότητα που άρχισε να κερδίζει η έννοια του «Internet of Things» (IoT), άρχισε να μετατρέπεται σε έναν τρόπο όπου οι εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) μπορούν να το χρησιμοποιήσουν. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να δημιουργήσουν ένα κόσμο, όπου τα γύρω αντικείμενα συνδέονται στο Διαδίκτυο και η επικοινωνία μεταξύ τους απαιτεί ελάχιστη έως μηδενική παρέμβαση από τον άνθρωπο [1] [2].

Την ίδια ώρα, η ευρεία διάδοση των πλατφορμών μικροελεγκτών – σε αυτή την διπλωματική γίνεται χρήση της πλατφόρμας μικροελεγκτή Arduino – φέρνει το όραμα δημιουργίας εφαρμογών επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) πιο κοντά. Πολλοί αισθητήρες διαφορετικού μεγέθους και ακρίβειας μπορούν να συνδεθούν σε πλατφόρμες

μικροελεγκτών και να προσφέρουν πληροφορίες για το περιβάλλον στο οποίο έχουν τοποθετηθεί.

Ωστόσο, το σύννεφο υπολογιστικής νεφέλης (cloud computing), όλο και πιο πολύ αναπτύσσεται και είναι ευρέως διαδεδομένο με σωρεία από τεχνολογικά επιτεύγματα. Αυτό γίνεται, λόγω του ότι παρέχει ένα δυναμικό και ελαστικό περιβάλλον διάθεσης υπηρεσιών, το οποίο μπορεί να είναι ανθεκτικό σε ραγδαίες και γιγαντιαίες κλίμακας μεταβολές των συνθηκών του.

Παράλληλα, η μεταφορά των πληροφοριών από το περιβάλλον που καταγράφουν οι αισθητήρες στο σύννεφο, είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, αφού απαιτεί την χρήση χαμηλού – επιπέδου συσκευών, οι οποίες έχουν περιορισμένη μνήμη και αποθήκευση. Επιπλέον, οι πληροφορίες από το περιβάλλον είναι ευαίσθητες σε αλλαγές και μια προσέγγιση που επιτρέπει την παρακολούθηση του περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο (real-time) πρέπει να εξεταστεί.

Προκειμένου να διερευνηθεί, η μεταφορά των ακατέργαστων δεδομένων των αισθητήρων στο σύννεφο – δεδομένου της χρήσης πλατφορμών μικροελεγκτών οι οποίες βρίσκονται σε απομονωμένες τοποθεσίες – αυτή η διπλωματική εργασία αποσκοπεί στον μηχανισμό επικοινωνίας ανάμεσα στα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Όταν τα ακατέργαστα δεδομένα από τους αισθητήρες περιβάλλοντος βρίσκονται στο σύννεφο, μπορούν να επεξεργαστούν, ούτως ώστε να παρέχουν στο χρήστη απομακρυσμένη πρόσβαση και παρακολούθηση, καθώς και διαχείριση των αισθητήρων μέχρι και ανίχνευση ανώμαλης συμπεριφοράς τους. Το σύννεφο υπολογιστικής νεφέλης παρέχει αυτή την υπολογιστική ισχύ για επεξεργασία των δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων και ενημέρωση εφόσον χρειάζεται του χρήστη.

1.2 Ανασκόπηση του συστήματος SensoMan

Σε αυτή την διπλωματική εργασία θα παρουσιαστεί και θα επεξηγηθεί η αρχιτεκτονική του συστήματος SensoMan, αλλά και μέρος του συστήματος SensoMan το οποίο

αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Το SensoMan αποτελεί ένα σύστημα συλλογής πληροφοριών περιβάλλοντος, μέσω της πλατφόρμας μικροελεγκτή Arduino. Επιπρόσθετα, μέσω του συστήματος SensoMan γίνεται έλεγχος και διαχείριση της πλατφόρμας και των συνδεδεμένων αισθητήρων, ενώ παράλληλα προσφέρεται στον χρήστη, ένδειξη και ειδοποίηση για ανώμαλη συμπεριφορά των αισθητήρων. Δηλαδή, παρακολουθούνται σε πραγματικούς χρόνους οι συμπεριφορές των αισθητήρων, αλλά και του κοινωνικού δικτύου Facebook (κοινοποιήσεις τοποθεσίας ιδιοκτήτη της πλατφόρμας) – εάν δοθεί άδεια από τον χρήστη. Έπειτα, τυγχάνουν επεξεργασίας τα δεδομένα αυτά και μέσω μηχανικής μάθησης, γίνεται η ανίχνευση ανώμαλης συμπεριφοράς – ύποπτης κατάστασης στο περιβάλλον/χώρο, όπου είναι τοποθετημένη η πλατφόρμα.

Επιπλέον, για να χρησιμοποιηθεί η πληροφορία που δίνεται από τις πλατφόρμες μικροελεγκτών και τους συνδεδεμένους αισθητήρες που παρέχουν τα ακατέργαστα δεδομένα για το σύστημα επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) SensoMan, μπαίνουν σε λειτουργία έξυπνοι μηχανισμοί. Τέτοιοι μηχανισμοί μπορούν να λειτουργήσουν πολύ αποτελεσματικά, αφού τα ενσωματωμένα συστήματα μπορούν να αναπαραχθούν και να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές προσφέροντας διαχείριση δεδομένων «box», μέσω των βασικών οντοτήτων.

Συγκεκριμένα, σε αυτή την διπλωματική εργασία, αντιμετωπίζεται το πρόβλημα διαχείρισης των δεδομένων. Το πρόβλημα αυτό επιλύεται μέσω της συνεχούς παρακολούθησης και διαχείρισης των δεδομένων που συλλέγονται από τους αισθητήρες, οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορους χώρους.

Στο παρόν στάδιο, έχουν συνδεθεί αισθητήρες σε πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino. Τα δεδομένα που συλλέγονται, αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων MySQL και είναι προσβάσιμα μέσω REST υπηρεσιών, οι οποίες υποστηρίζουν και την λειτουργία των αισθητήρων. Η υποδομή αυτή, συμπληρώνεται μέσω της κινητής εφαρμογής SensoMan σε Android, στην διπλωματική εργασία της Αθηνάς Παφίτου, καθώς και με την διαδικτυακή εφαρμογή SensoMan που υλοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Συγκεκριμένα, έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί το SensoMan Data Collection για πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino. Αυτό βοηθά στην συλλογή δεδομένων από αισθητήρες που βρίσκονται συνδεδεμένοι σε πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino. Έπειτα, αφού γίνει η συλλογή τους, γίνεται η αποθήκευση αυτών των πληροφοριών στην MySQL βάση δεδομένων. Η αποθήκευση των δεδομένων που συλλέγονται από την πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino, γίνεται σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας την SensoMan REST υπηρεσία διαδικτύου, με χρήση απαραίτητου εξοπλισμού σε υλικό για την πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino.

Επίσης, η SensoMan REST υπηρεσία διαδικτύου, εκτός από αποθήκευση των δεδομένων, προσφέρει πληθώρα από άλλες ενέργειες που μπορούν να λάβουν χώρα, όπως ανάκτηση των πληροφοριών, απενεργοποίηση αισθητήρων, πρόσθεση αισθητήρων κ.λπ..

Επιπλέον, στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, σχεδιάστηκε το SensoMan module για το ενδιάμεσο λογισμικό H5CM Context-Aware Middleware, το οποίο χρησιμοποιεί την SensoMan REST υπηρεσία διαδικτύου, ούτως ώστε να δίνεται η δυνατότητα απόκτησης και διανομής του χαμηλού επιπέδου πληροφοριών σε μια εφαρμογή προτύπου HTML5.

Επιπρόσθετα, έχει αναπτυχθεί μια διαδικτυακή εφαρμογή η οποία απαιτεί την χρήση ενός προγράμματος περιήγησης με υποστήριξη προτύπου HTML5. Αυτή η διαδικτυακή εφαρμογή, προσφέρει στον χρήστη, την δυνατότητα εγγραφής στο σύστημα SensoMan, τις οδηγίες για καταφόρτωση και εγκατάσταση της SensoMan εφαρμογής για συσκευές Android, αλλά και την δυνατότητα για παρακολούθηση των πλατφορμών μικροελεγκτών και των αισθητήρων. Παράλληλα, γίνεται η ενημέρωση του χρήστη – ιδιοκτήτη πλατφορμών μικροελεγκτών για ανώμαλη συμπεριφορά των αισθητήρων και ενημέρωσή τους μέσω email (Έχει γίνει η υλοποίηση, αλλά δεν χρησιμοποιείται, λόγω περιορισμών στον εξυπηρετητή που βρίσκεται το σύστημα SensoMan – εσωτερικό δίκτυο Τμήματος Πληροφορικής, Πανεπιστημίου Κύπρου). Όσον αφορά την ανίχνευση ανωμαλιών, δίνεται και η δυνατότητα σύνδεσης του χρήστη στο κοινωνικό δίκτυο Facebook, μέσω της οποίας γίνεται η άντληση των κοινοποιήσεων τοποθεσίας του χρήστη για

επεξεργασία και ανίχνευση πιθανής ύποπτης κίνησης σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες πληροφορίες από τους αισθητήρες μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης.

Στο παρόν στάδιο, το σύστημα SensoMan απασχολείται με τη δημιουργία ενός «έξυπνου εργαστηρίου» που παρακολουθεί τις τιμές των αισθητήρων και καταλαβαίνει τις αλλαγές στο περιβάλλον. Σε μετέπειτα όμως στάδιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα περιβάλλοντα και να καλύπτει διαφορετικές ανάγκες, όπως για παράδειγμα σε «έξυπνα σπίτια» ή διαχείριση της κατάστασης ενός ασθενή σε νοσοκομείο.

1.3 Συνεισφορές

Μέσω αυτής της ατομικής διπλωματικής εργασίας έχουν γίνει τρεις σημαντικές συνεισφορές:

1. Σχεδίαση και υλοποίηση SensoMan REST υπηρεσίας διαδικτύου – Η υπηρεσία διαδικτύου αποτελείται για συστήματα διαχείρισης πλατφορμών μικροελεγκτών καθώς και την συλλογή, την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων – πλατφορμών - αισθητήρων. Αυτή η υπηρεσία διαδικτύου, ήδη χρησιμοποιείται στη SensoMan Android εφαρμογή, που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας της Αθηνάς Παφίτου.
2. Δημιουργία του SensoMan Module, που κάνει χρήση της πιο πάνω υπηρεσίας και αποτελεί μέρος του ενδιάμεσου λογισμικού H5CM Context-Aware Middleware, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαδικτυακές εφαρμογές που υποστηρίζουν το πρότυπο HTML5.
3. Υλοποίηση μιας διαδικτυακής εφαρμογής στο σύστημα SensoMan, που παρέχει τις υπηρεσίες που προσφέρει το σύστημα SensoMan, η οποία γίνεται προσβάσιμη μέσω ενός προγράμματος περιήγησης που υποστηρίζει το πρότυπο HTML5.

1.4 Σχεδιάγραμμα Διπλωματικής Εργασίας

Συνοπτικά σε αυτή την ατομική διπλωματική εργασία θα γίνει αναφορά στα ακόλουθα. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται συνοπτικά το κίνητρο αυτής της διπλωματικής εργασίας και γίνεται ανασκόπηση του συστήματος που υλοποιήθηκε. Επιπλέον, παρουσιάζονται βασικές έννοιες που θα αναφέρονται συχνά στο υπόλοιπο του κειμένου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται επιπλέον έννοιες και ορισμοί και γίνεται αναφορά σε σχετικές – προηγούμενες εργασίες – παρόμοια συστήματα με το SensoMan, αναφέροντας και τις κυριότερες διαφορές στην προσέγγιση ανάμεσα στο σύστημα SensoMan.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του συστήματος SensoMan, αλλά και περιγραφή των αισθητήρων και modules που βοήθησαν στην ανάπτυξη.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής του συστήματος SensoMan, παρουσιάζοντας τα επιμέρους κομμάτια που την αποτελούν, καθώς επίσης και μια συνοπτική αναπαράσταση της ροής της πληροφορίας από τη στιγμή που εισέρχεται στο σύστημα μέχρι την προβολή της στο χρήστη.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται περιγραφή της τεχνικής μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται για ανίχνευση ανώμαλης συμπεριφοράς των αισθητήρων και ενημέρωση του χρήστη μέσω του ενδιάμεσου λογισμικού H5CM Context-Aware Middleware, SensoMan Module, ενώ στο έκτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής περιγραφή της διαδικτυακής εφαρμογής που υλοποιήθηκε για χρήση όλων των πιο πάνω.

Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο παραθέτονται τα τελικά συμπεράσματα σχετικά με το όλο σύστημα που αναπτύχθηκε, καθώς επίσης και μελλοντικές επεκτάσεις και βελτιστοποιήσεις που μπορούν να γίνουν.

Κεφάλαιο 2

Γνωσιολογικό Υπόβαθρο και Τεχνολογίες

2.1 Μικροελεγκτής	8
2.2 Υπηρεσίες Διαδικτύου	10
2.2.1 Όρος	10
2.2.2 REST Υπηρεσία Διαδικτύου	12
2.3 Πρότυπο HTML5	14
2.4 Επίγνωση Πλαισίου (context-awareness)	16
2.4.1 Όρος	16
2.4.2 Το ενδιάμεσο λογισμικό H5CM	17
2.5 Μηχανική Μάθησης	19
2.6 Προηγούμενες Εργασίες	19

2.1 Μικροελεγκτής

Ο μικροελεγκτής είναι ένας τύπος επεξεργαστή, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει. Είναι δηλαδή, ένα προγραμματιζόμενο ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο διαθέτει επεξεργαστή, μνήμη, διάφορα περιφερειακά κυκλώματα, καθώς επίσης και θύρες εισόδου/εξόδου για επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές. Χρησιμοποιείται σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα (embedded systems) ελέγχου χαμηλού κόστους, όπως αυτά χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα, ηλεκτρικές συσκευές κ.λπ.. Επιπλέον, έχει την δυνατότητα να επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον, να στέλνει σήματα διακοπών και να εκτελεί πράξεις ανάμεσα σε μεταβλητές χρησιμοποιώντας καταχωρητές ειδικού σκοπού.

Κάθε ολοκληρωμένο κύκλωμα μικροελεγκτή περιέχει την Αριθμητική και Λογική Μονάδα (ALU) Εντολών, τους στοιχειώδεις καταχωρητές (registers) ειδικού σκοπού όπως καταχωρητή εργασίας, συσσωρευτή, καταχωρητή κατάστασης, μετρητή προγράμματος, την προσωρινή μνήμη RAM πολύ υψηλής ταχύτητας (cache memory). Κάποιες φορές διαθέτει τον ελεγκτή μνήμης (memory controller). Επιπλέον, μπορεί να διαθέτει κυκλώματα χρονισμού και ελέγχου, παράλληλες θύρες εισόδου και εξόδου αλλά και κυκλώματα όπως UART, A/D μετατροπείς και άλλα.

Ο μικροελεγκτής είναι ένα μικρό αυτόνομο υπολογιστικό σύστημα, προγραμματισμένο να εκτελεί συγκεκριμένη ακολουθία εντολών, οι οποίες έχουν καταχωρηθεί στην προγραμματιζόμενη μνήμη του. Κάθε φορά που επανεκκινείται ο μικροελεγκτής εκτελεί την ίδια λογική. Δηλαδή, ανακαλεί τα δεδομένα, επεξεργάζεται και με βάση τα αποτελέσματα της επεξεργασίας ελέγχει το περιβάλλον του. Εν συντομία, ο μικροελεγκτής είναι ένα σύστημα ειδικού σκοπού, αφιερωμένο στον έλεγχο και την εξυπηρέτηση ενός συγκεκριμένου αυτοματισμού [3].

Ισχυρός ανταγωνισμός υπάρχει ανάμεσα στα διάφορα είδη μικροελεγκτών, αφού υπάρχει η τάση για ενσωμάτωση των μικροελεγκτών σε κάθε ηλεκτρική συσκευή. Για αυτό τον λόγο και διακρίνονται στις κατηγορίες που ακολουθούν.

Πρώτη κατηγορία οι μικροελεγκτές (4 αλλά συνήθως 8 bit) πολύ χαμηλού κόστους και γενικής χρήσεως με πολύ μικρό αριθμό ακροδεκτών. Η σχεδιάσή τους βασίζεται στην χαμηλή κατανάλωση ισχύος, ούτως ώστε να χρησιμοποιούν ελάχιστα ή καθόλου εξωτερικά εξαρτήματα, καθώς επίσης απουσιάζει και η δυνατότητα επέκτασης της μνήμης τους. Παραδείγματα τέτοιων μικροελεγκτών είναι PIC, AVR, 8051.

Δεύτερη κατηγορία οι μικροελεγκτές (8, 16 ή 32 bit) χαμηλού κόστους και γενικής χρήσης με μέτριο έως σχετικά μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Έχουν θύρες UART, I2C, SPI και μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και το αντίστροφο. Μπορεί επίσης να παρέχουν την δυνατότητα εξωτερικής επέκτασης της μνήμης τους.

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι μικροελεγκτές (κυρίως 32 bit) μέσου κόστους και γενικής χρήσεως με μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Κύριο στοιχείο των μικροελεγκτών που

ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι η ταχύτητα στην εκτέλεση εντολών, η υψηλή αυτόαρκεια περιφερειακών, καθώς και οι μεγάλες δυνατότητες εσωτερικής και εξωτερικής μνήμης προγράμματος (FLASH) που επιτρέπει την απομακρυσμένη αποθήκευση των δεδομένων [4], αλλά και μνήμη RAM.

Ενώ, στην τέταρτη και τελευταία κατηγορία ανήκουν οι εξειδικευμένοι μικροελεγκτές, που ενσωματώνουν εξειδικευμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Ως συνήθως, τέτοιοι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε τηλεπικοινωνιακές συσκευές, όπως για παράδειγμα τα μόντεμ.

2.2 Υπηρεσίες Διαδικτύου

2.2.1 Όρος

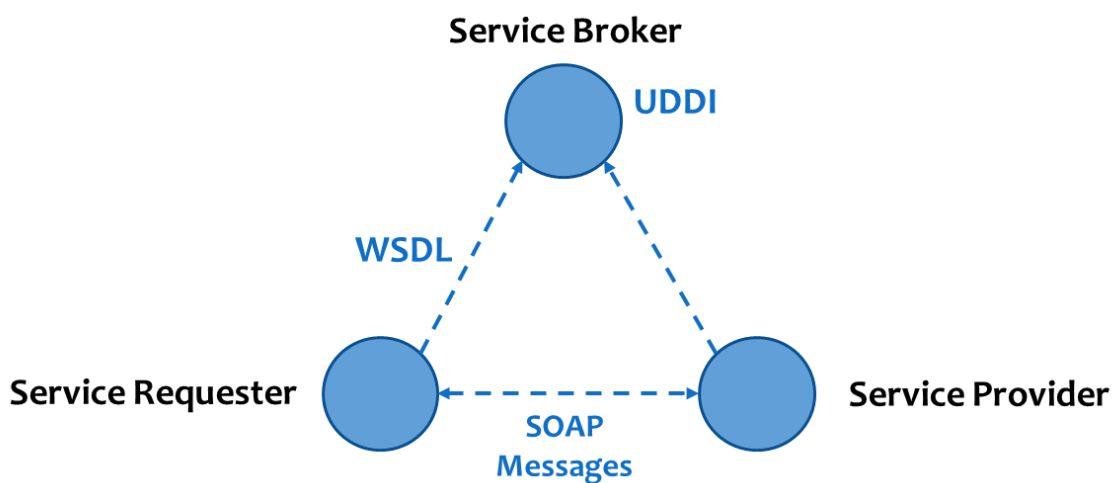
Το κίνητρο δημιουργίας υπηρεσιών διαδικτύου είναι η ικανότητα να προγραμματίζουμε τον ιστό. Υπηρεσία διαδικτύου ονομάζουμε το λογισμικό που παρέχεται από μια διεύθυνση δικτύου και είναι πάντα σε λειτουργία με την έννοια του ότι ανήκει στην κατηγορία των βοηθητικών προγραμμάτων. «Ένα λογισμικό σύστημα το οποίο σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει διαλειτουργικά την αλληλεπίδραση μηχανής-με-μηχανή διαμέσου του δικτύου» [5], αναφέρει η World Wide Web Consortium (W3C) σαν γενικό ορισμό της υπηρεσίας διαδικτύου.

Οι υπηρεσίες διαδικτύου λύνουν τρία κύρια προβλήματα. Πρώτον, λύνει το πρόβλημα της διαλειτουργικότητας (interoperability), λόγω του ότι προηγούμενα καταναμεημένα συστήματα υλοποιούσαν την δική τους μορφή για να στέλνουν μηνύματα. Έχουμε ως παράδειγμα την ανάπτυξη DCOM εφαρμογών που αφορούσαν μόνο το λειτουργικό σύστημα Windows, αλλά και το RMI που αφορούσε μόνο την γλώσσα προγραμματισμού Java. Δεύτερο και κυριότερο πρόβλημα στο οποίο έδωσε λύση η υπηρεσία διαδικτύου είναι το πρόβλημα της διάσχισης του τείχους προστασίας (firewall traversal), αφού οι υπηρεσίες διαδικτύου χρησιμοποιούν το HTTP ως πρωτόκολλο μεταφοράς, ενώ παράλληλα τα περισσότερα τείχη προστασίας επιτρέπουν την πρόσβαση μέσω της θύρας

80 (HTTP), κάτι το οποίο μας οδηγεί σε πιο εύκολη και πιο δυναμική συνεργασία μεταξύ συστημάτων. Ενώ, το τρίτο πρόβλημα στο οποίο προσφέρουν λύση οι υπηρεσίες διαδικτύου είναι η πολυπλοκότητα, αφού είναι φιλικές προς τον προγραμματιστή (developer-friendly) και δεν απαιτούν μεγάλη καμπύλη μάθησης σε ένα συγκεκριμένο τεχνικό αντικείμενο για να τις χρησιμοποιήσει κανείς.

Η αρχιτεκτονική της υπηρεσίας διαδικτύου, σύμφωνα με το W3C Services Architecture Working Group [6], απαιτεί μια συγκεκριμένη υλοποίηση. Κάποιος μπορεί να ψάξει και να βρει μια υπηρεσία διαδικτύου που τον ικανοποιεί στο μητρώο UDDI. Η υλοποίηση της υπηρεσίας έχει μια διεπαφή WSDL, η οποία περιγράφει την μορφή της. Τα άλλα συστήματα αλληλεπιδρούν με την υπηρεσία διαδικτύου με τον όρο που ορίζει η περιγραφή τους χρησιμοποιώντας SOAP (Simple Object Access Protocol) μηνύματα, και πρωτόκολλο επικοινωνίας HTTP με XML [7], καθώς και σε συνδυασμό με άλλα Web Standards [5]. Οι παραπάνω υπηρεσίες αναφέρονται ως υπηρεσίες βασισμένες στο πρωτόκολλο SOAP, λόγω αυτής της επικοινωνίας που υπάρχει.

Το μοντέλο των υπηρεσιών διαδικτύου βασίζεται στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τριών ρόλων. Δηλαδή στον ρόλο, ανάμεσα στον παροχέα υπηρεσίας ο οποίος δημοσιεύει, στο μητρώο (registry) των υπηρεσιών μέσα από το οποίο βρίσκουμε υπηρεσίες καθώς και από τον πελάτη (requestor) της υπηρεσίας, ο οποίος επικαλείται την χρήση μιας υπηρεσίας. Το πιο πάνω μοντέλο απεικονίζεται στην Εικόνα 2.1.



Εικόνα 2.1 Μοντέλο Υπηρεσιών Διαδικτύου

Ο οργανισμός W3C αναφέρει επίσης ότι υπάρχουν ακόμα δύο τύποι υπηρεσιών διαδικτύου. Οι λεγόμενες REST υπηρεσίες διαδικτύου που θα γίνει η χρήση τους στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας και η αναφορά τους στο επόμενο υποκεφάλαιο. Κύριος σκοπός των υπηρεσιών διαδικτύου REST είναι να χειρίζονται αναπαραστάσεις των πόρων του διαδικτύου χρησιμοποιώντας ένα ενιαίο σύνολο stateless λειτουργιών. Ενώ, ο άλλος τύπος υπηρεσιών διαδικτύου είναι οι Arbitrary, οι οποίες μπορεί εκθέσουν αυθαίρετα ένα σύνολο από λειτουργίες [8].

2.2.2 REST Υπηρεσία Διαδικτύου

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, στην οποία απαιτείτο η δημιουργία υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιήθηκε αυτό το είδος υπηρεσίας. Έγινε χρήση REST υπηρεσία διαδικτύου για τους λόγους που θα αναφερθούν στην συνέχεια του κειμένου.

Καταρχήν, το REST ίσταται για το Representational State Transfer και είναι ένα αρχιτεκτονικό υπόδειγμα (pattern) για ανάπτυξη υπηρεσιών διαδικτύου. Οι REST υπηρεσίες διαδικτύου επικοινωνούν μέσω HTTP πρωτοκόλλου χρησιμοποιώντας και το λεξιλόγιό του. Με το λεξιλόγιο του HTTP, εννοούνται οι μέθοδοι (GET, POST, κ.λπ.), το συντακτικό HTTP URI (μονοπάτια (paths), παραμέτρους, κ.λπ.), οι τύποι media (xml, json, html, plain text, κ.λπ.) καθώς και οι απαντήσεις του HTTP.

`http://www.web.com/examples/example1/list?category=ex&limit=20`

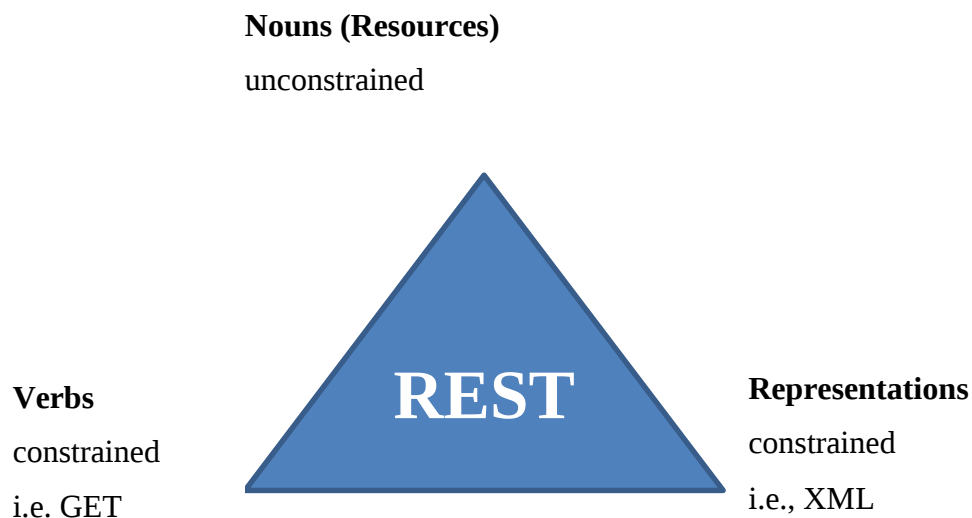
<i>protocol</i>	<i>hostname</i>	<i>path to a resource</i>	<i>query string</i>
-----------------	-----------------	---------------------------	---------------------

Εικόνα 2.2 Τυπικό HTTP REST URL

Η υπηρεσία διαδικτύου REST δεν είναι πρότυπο (standard), αλλά χρησιμοποιεί διάφορα πρότυπα όπως τα αναφέρθηκε πιο πάνω. Στην Εικόνα 2.2, παρουσιάζεται ένα τυπικό HTTP REST URL, στο οποίο το πρωτόκολλο ανιχνεύει το σχεδιάγραμμα μεταφοράς που θα γίνει, το hostname ανιχνεύει την διεύθυνση του εξυπηρετητή για τον πόρο που

ζητείται, ενώ το path και query string μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνεύσουν και να προσαρμόσουν τον προσβάσιμο πόρο που ζητείται.

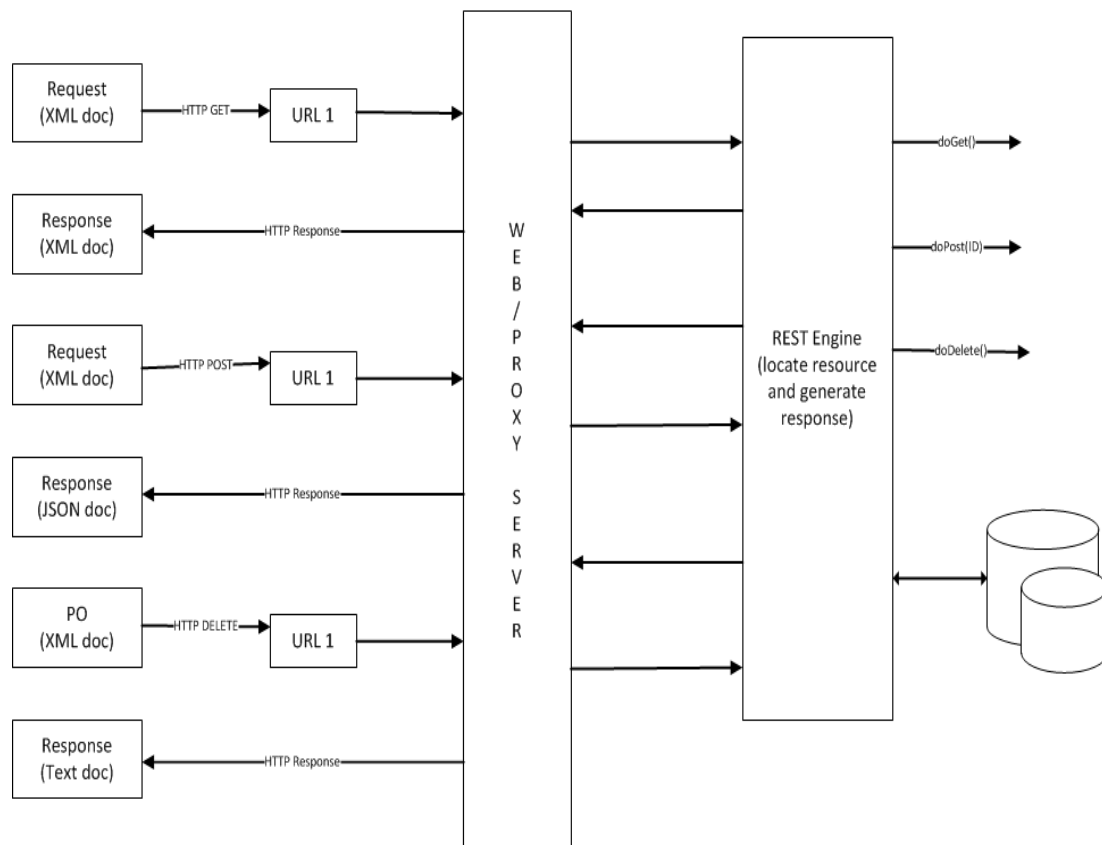
Τα κύρια στοιχεία του REST φαίνονται στην Εικόνα 2.3. Οι πόροι (resources) είναι το κλειδί για την πληροφορία του REST. Ο πόρος (resource) είναι ένα σύνολο που οδηγεί σε μια οντότητα. Η οντότητα μπορεί να είναι αρχείο, εικόνα, ήχος, συλλογή από άλλους πόρους κτλ. Τα ρήματα αντιπροσωπεύουν τις δράσεις που μπορούν να λάβουν χώρα πάνω στους πόρους, όπως HTTP GET, HTTP DELETE, HTTP POST και HTTP PUT, ενώ οι αναπαραστάσεις αντιπροσωπεύουν το πώς τα δεδομένα επιστρέφονται στον πελάτη. Υπάρχουν δύο τύποι αναπαραστάσεων, JSON (JavaScript Object Notation) [9] και XML (eXtensible Markup Language) [7].



Εικόνα 2.3 Κύρια συστατικά REST

Ονομάζεται REST, γιατί ο πελάτης αναφέρεται σε ένα πόρο ο οποίος βρίσκεται στον ιστό χρησιμοποιώντας ένα URL. Η αναπαράσταση του πόρου βάζει την εφαρμογή του πελάτη σε μια κατάσταση (state). Το αποτέλεσμα στην εφαρμογή του πελάτη, ίσως να απαιτεί την πρόσβαση σε ακόμα ένα πόρο κ.λπ.. Έτσι, η αναπαράσταση του πόρου θα θέσει και πάλι την εφαρμογή του πελάτη σε μια κατάσταση (state). Συνεπώς, η εφαρμογή του πελάτη αλλάζει – μεταφέρει καταστάσεις (states) με την αναπαράσταση του πόρου. Για αυτό τον λόγο και είναι ονομάζεται REST (Representational Transfer Protocol).

Στην Εικόνα 2.4, παρουσιάζεται το αρχιτεκτονικό στυλ του REST. Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.4, γίνονται HTTP requests τύπου URL στον εξυπηρετητή και έπειτα ο εξυπηρετητής απάντα στα αιτήματα των εφαρμογών πελάτη με την απάντηση (αναπαράσταση πόρου), αφού επικοινωνήσει με την REST μηχανή, από την οποία μπορεί να αντλούνται πηγές.



Εικόνα 2.4 Αρχιτεκτονικό Στυλ REST

2.3 Πρότυπο HTML5

Το πρότυπο HTML5 [10], είναι το νέο standard πρότυπο για την HTML, την XHTML και HTML DOM. Μετά την δραματική αλλαγή του 1999, όταν έγινε διαθέσιμη η προηγούμενη έκδοση του προτύπου της HTML (HTML 4.01), δημιουργήθηκε και η αύξηση για χρήση οπτικοακουστικών μέσων, δημοσίευση από blogs και περισσότερες πληροφορίες για το περιεχόμενο των ιστοσελίδων. Λόγω αυτού, αυξήθηκε και η χρήση

του Διαδικτύου. Για αυτό τον λόγο έγινε αναγκαία η ευκολότερη εισαγωγή τέτοιων τεχνολογιών στις ιστοσελίδες, με συνέπεια να αναπτυχθεί το νέο πρότυπο HTML.

Η ανάπτυξη της HTML έγινε με την συνεργασία της World Wide Web Consortium (W3C) και της Web Hypertext Application Technology Working Group (WHATWG).

Το πρότυπο HTML5, αναπτύχθηκε ούτως ώστε να εισάγει νέα χαρακτηριστικά στην δομή των HTML, CSS [11] και JavaScript [12], καθώς και να παρέχει την διαχείριση σφαλμάτων. Επιπλέον, δημιουργήθηκε για να μειώσει τις περιπτώσεις για χρήση plugins στο πρόγραμμα περιήγησης, όπως επίσης και να είναι ένα αυτόνομο πρότυπο, χωρίς χρήση κομματιών κώδικα από άλλα πρότυπα.

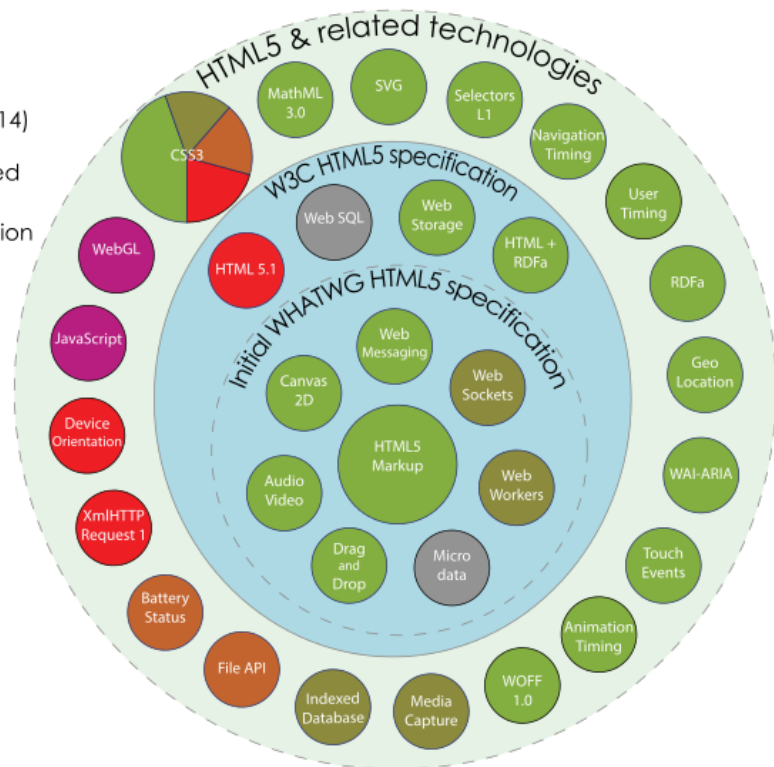
Τα νέα χαρακτηριστικά που προστέθηκαν στο πρότυπο HTML5, δίνουν την δυνατότητα για σχεδιασμό γραφικών με χρήση JavaScript [12], καθώς και την αναπαραγωγή βίντεο και ήχου χωρίς την χρήση plugins. Επιπλέον, έγινε η προσθήκη νέων ετικετών, οι οποίες διευκολύνουν την δημιουργία και διαχείριση των ιστοσελίδων. Παραδείγματα τέτοιων ετικετών είναι `<span>`, `<div>`, `<nav>`, `<header>`, `<footer>`, `<object>` κ.α.. Εκτός από αυτά, έγινε και η προσθήκη νέων στοιχείων στις φόρμες HTML, όπως `calendar`, `date`, `time` κ.α.. Συνοπτικά, έγινε η προσθήκη νέων APIs, όπως `WebStorage`, `Offline Web Applications`, `Document Editing`, `Drag-and-drop` κ.α..

Στην Εικόνα 2.5 [13], παρουσιάζεται η κατάσταση και η ταξινόμηση του προτύπου HTML5 μέχρι τον Οκτώβριο 2014.

HTML5

Taxonomy & Status (October 2014)

- Recommendation/Proposed
- Candidate Recommendation
- Last Call
- Working Draft
- Non-W3C Specifications
- Deprecated or inactive



Εικόνα 2.5 Κατάσταση Προτύπου HTML5

2.4 Επίγνωση Πλαισίου (context-awareness)

2.4.1 Όρος

Ο όρος της επίγνωσης πλαισίου (context-awareness ή context-aware) έγινε γνωστός από τον Schilt (1994) [14]. Στον τομέα της Πληροφορικής, η επίγνωση πλαισίου (context-awareness) αναφέρεται στην ιδέα ότι οι συσκευές μπορούν να λαμβάνουν υπόψη πληροφορίες από το περιβάλλον και έπειτα να αντιδρούν. Επιπλέον, έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν κάτω από συνθήκες ή να αντιδρούν έξυπνα.

Η έννοια της επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) συνέχισε να γίνεται γνωστή γύρω στο 1999 αναφέροντας ότι «Context είναι οποιαδήποτε πληροφορία μπορεί να χαρακτηρίσει την κατάσταση μιας οντότητας. Οντότητα είναι ένας άνθρωπος, ένα τοπίο

ή ένα αντικείμενο το οποίο μπορεί να θεωρηθεί σχετικό στην αλληλεπίδραση μεταξύ ενός χρήστη και μιας εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένου και των εαυτών του χρήστη και των εφαρμογών» [15].

Οι εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου (context-awareness), λαμβάνουν υπόψη την πληροφορία, ούτως ώστε να προσαρμόζονται στις λειτουργίες και χρήση του περιεχομένου τους. Διάφορες ερευνητικές εργασίες έχουν εστιάσει στην πρόβλεψη εφαρμογών επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) [16] ή στην κατασκευή μεθοδολογιών διευκόλυνσης κατά την ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών [17].

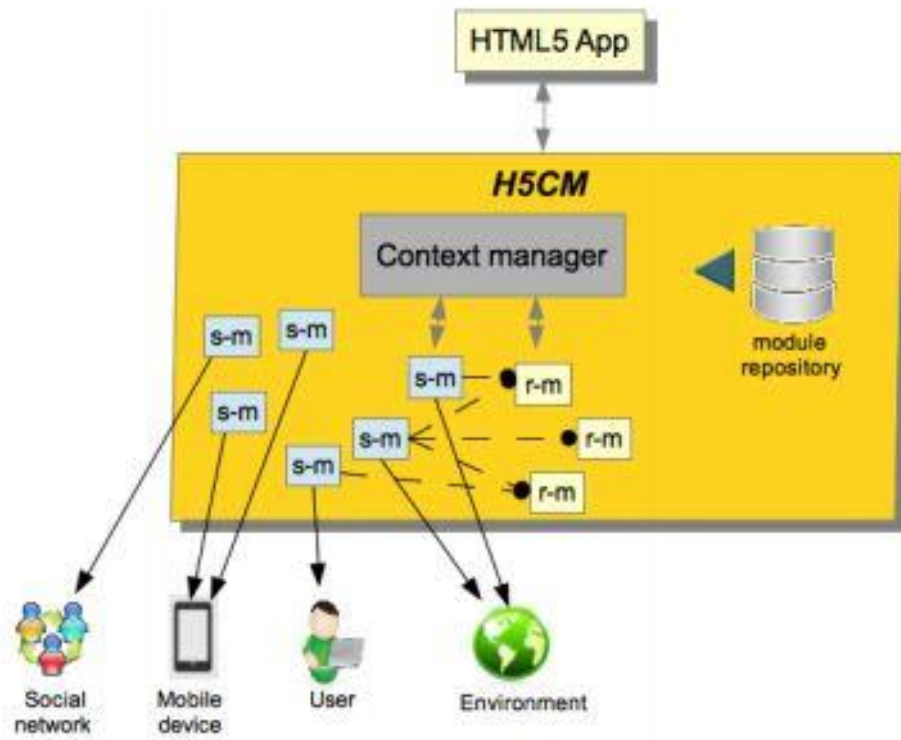
2.4.2 Το ενδιάμεσο λογισμικό H5CM

Μια καθολική προσέγγιση ανάπτυξης εφαρμογών που ασχολείται με το πεδίο της επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) είναι πολύπλοκη, λόγω της απαίτησης για διαχείριση ποικίλων πληροφοριών από διάφορες πηγές και σε διάφορα επίπεδα διακριτικότητας. Ένα ενδιάμεσο λογισμικό επίγνωσης πλαισίου (context-awareness), μπορεί να είναι η λύση σε αυτό το πρόβλημα, γιατί μέσω αυτού μπορεί να γίνει η δημιουργία διάφορων εφαρμογών που προσαρμόζονται βάσει των πληροφοριών που λαμβάνουν και των αλλαγών που λαμβάνουν χώρα.

Το ενδιάμεσο λογισμικό επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) H5CM [18] [19], μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Χαρακτηριστικά του είναι η απόκρυψη της πολυπλοκότητας στις λειτουργίες διαχείρισης πλαισίου (context-awareness), η επαναχρησιμοποίηση του και το ότι επιτρέπει την επεκτασιμότητα για ανάπτυξη εφαρμογών επίγνωσης πλαισίου (context-awareness).

Το ενδιάμεσο λογισμικό H5CM ακολουθεί την εξής δομή: Στο χαμηλότερο επίπεδο βρίσκονται οι αισθητήρες πλαισίου (context-awareness) που επιτρέπουν την απόκτηση των πληροφοριών. Στο δεύτερο επίπεδο βρίσκονται τα αντικείμενα που παίρνουν την πληροφορία του προηγούμενου επιπέδου και την χρησιμοποιούν για να δημιουργήσουν μια ψηλού επιπέδου πληροφορία πλαισίου (context-awareness), ενώ η εφαρμογή

επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) βρίσκεται στο πιο ψηλό επίπεδο και είναι σε θέση να επικοινωνεί με τις πληροφορίες πλαισίου (context-awareness) και να επιτρέπει την προσαρμογή της.



Εικόνα 2.6 Κύρια στοιχεία H5CM

Στην Εικόνα 2.6, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του ενδιάμεσου λογισμικού H5CM [18], το οποίο έχει ως κεντρική οντότητα την Context Manager, η οποία χειρίζεται όλες τις πληροφορίες από όλες τις πηγές όπως συγκεντρώθηκαν από τα διάφορα modules και βάσει αυτού προσαρμόζεται η διαδικτυακή εφαρμογή, μέσω των πληροφοριών.

Στο παρόν στάδιο, υπάρχουν υλοποιημένα διάφορα modules όπως για τοποθεσία χρήστη, επίπεδο μπαταρίας και κίνησης συσκευής, πληροφορίες από το Facebook χρήστη καθώς και από το LinkedIn, όπως επίσης REST υπηρεσιών και WebService, καθώς και κατάσταση δικτύου.

Η συνεισφορά αυτής της διπλωματικής εργασίας σε αυτό ενδιαμέσο λογισμικό είναι το SensoMan Module, το οποίο προσφέρει διαχείριση των πληροφοριών που λαμβάνονται από τους αισθητήρες καθώς και υποστήριξη τεχνικών μηχανικής μάθησης, όπως θα επεξηγηθεί στην συνέχεια του κειμένου.

2.5 Μηχανική Μάθησης

Η δημιουργία μοντέλων ή προτύπων από ένα σύνολο δεδομένων ή από ένα υπολογιστικό σύστημα ονομάζεται μηχανική μάθησης. Έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη φύση του προβλήματος και εμπίπτουν σε δύο είδη. Το πρώτο είδος είναι η μάθηση με επίβλεψη ή παραδείγματα, στην οποία το σύστημα καλείται να «μάθει» μια έννοια ή συνάρτηση από ένα σύνολο δεδομένων που αποτελούν την περιγραφή του μοντέλου. Ενώ το δεύτερο είδος, ονομάζεται μάθηση χωρίς επίβλεψη ή από παρατήρηση, στην οποία το σύστημα πρέπει μόνο του να ανακαλύψει συσχετίσεις ή ομάδες σε ένα σύνολο δεδομένων, δημιουργώντας πρότυπα χωρίς να είναι γνωστό αν υπάρχουν και πόσα είναι.

2.6 Προηγούμενες Εργασίες

Από την αρχή της εμφάνισης των πλατφορμών μικροελεγκτών, διάφορες εφαρμογές σχεδιάστηκαν για να χρησιμοποιούν στο έπακρο όλες τις λειτουργίες που μπορούν να προσφέρουν οι πλατφόρμες. Καθώς επίσης και να εκτελούν όλες τις δράσεις συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου (framework) για διευκόλυνση στον προγραμματισμό πλατφορμών μικροελεγκτών ακόμη και για αρχάριους χρήστες [20]. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έλεγχο συσκευών στο περιβάλλον, όπως για διαχείριση ενέργειας σε σπίτι [21]. Στην περίπτωση αυτή, η πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino ήταν σε λειτουργία μαζί με συνδεδεμένο τρανζίστορ για χειρισμό και έλεγχο του λαμπτήρα, του ανεμιστήρα και του κλιματιστικού στο σπίτι. Ομοίως στην προσέγγιση που ακολουθείται σε αυτή την διπλωματική εργασία, η πλατφόρμα είναι συνδεδεμένη με έναν αριθμό από αισθητήρες, ούτως ώστε να εκτελεί την διαχείριση των

δεδομένων της. Δηλαδή αυτή η προσέγγιση προσαρμόζεται στο να λύνει το πρόβλημα της διαχείρισης, αντί στο να παρέχει λύση σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Επίσης, με αυτή την προσέγγιση μπορεί να γίνει η χρήση αυτής της αρχιτεκτονικής σε διάφορες εφαρμογές που περιλαμβάνουν την συλλογή των περιεχομένων των αισθητήρων.

Όσον αφορά την απομακρυσμένη διαχείριση των πλατφορμών μικροελεγκτών, υπάρχουν ήδη διάφορες εφαρμογές, αλλά είτε είναι σε αρχικό στάδιο είτε δεν δίνουν στον τελικό χρήστη τι του υπόσχονται. Μερικά παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι Arduino Manager [22], VNC Viewer [23] και VX ConnectBot [24]. Ωστόσο, σε αντίθεση με την προσέγγιση που ακολουθείται στην παρούσα διπλωματική εργασία, αυτές οι εφαρμογές βασίζονται πάνω σε πλατφόρμα μικροελεγκτή Raspberry Pi, αφού βασίζονται στο πρωτόκολλο SSH (Secure Shell). Επιπρόσθετα, αυτές οι εφαρμογές δεν εστιάζονται στους αισθητήρες οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στην πλατφόρμα μικροελεγκτή, αλλά μόνο στην πλατφόρμα.

Σε αντίθεση με τις πιο πάνω προσεγγίσεις στο θέμα, η προσέγγιση που επιλέχθηκε σε αυτή την διπλωματική εργασία είναι πιο γενική και λαμβάνει υπόψη κάθε είδος αισθητήρα που μπορεί να συνδεθεί στις πλατφόρμες μικροελεγκτών. Επιπλέον, καλύπτει πλατφόρμες μικροελεγκτών Arduino και Raspberry Pi (η συλλογή των δεδομένων από πλατφόρμα μικροελεγκτή Raspberry Pi έγινε στην διπλωματική εργασία της Αθηνάς Παφίτου), αλλά και μπορεί να αναπαραχθεί σε διάφορα περιβάλλοντα για να προσφέρει κύρια διαχείριση των δεδομένων, όπως ανάκτηση, αλλαγή, πρόσθεση, απενεργοποίηση κ.λπ. των αισθητήρων. Εκτός από το να βασίζεται στην περίπτωση μιας συγκεκριμένης εφαρμογής, προσφέρει μια αρχιτεκτονική η οποία μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να επεκταθεί για να καλύψει διαφορετικές ανάγκες σε δεδομένα.

Κεφάλαιο 3

Πλατφόρμα Μικροελεγκτή Arduino Uno

3.1 Εισαγωγή	21
3.2 Αισθητήρες	25
3.2.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας	25
3.2.2 Αισθητήρας Φωτεινότητας	26
3.2.3 Αισθητήρας Κίνησης	27
3.2.4 Αισθητήρας Υγρασίας	28
3.2.5 Αισθητήρας Ήχου	29
3.2.6 Αισθητήρας Θερμοκρασίας Σώματος	30
3.2.7 Κίνηση Συσκευής – Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer)	31
3.3 Κεραίες	31
3.3.1 Κεραία GPS	31
3.3.1 Κεραία 4G-3G-GPRS-GSM	32
3.4 Shields και Modules	33
3.4.1 GPRS+GPS Quadband Module for Arduino (SIM908)	33
3.4.2 Πλατφόρμα Αισθητήρων e-Health	34
3.4.3 Ασπίδα Επικοινωνίας (XBEE-BLUETOOTH-RFID) – XBEE	34
3.4.4 WiFly Wireless Module	35
3.4 Σύνοψη	36

3.1 Εισαγωγή

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα και σχεδιασμού, που βασίζεται σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό. Η πλατφόρμα

μικροελεγκτή Arduino Uno βασίζεται στο ATmega328. Έχει δεκατέσσερις ψηφιακές θύρες εισόδου/εξόδου, έξι αναλογικές θύρες εισόδου, ένα 16MHz κεραμικό resonator, μια USB σύνδεση, ένα power jack, ένα ICSP header και ένα reset κουμπί. Δηλαδή, έχει ό,τι χρειάζεται μια πλατφόρμα μικροελεγκτή, συνδέοντάς την απλά στον υπολογιστή μέσω του σύρματος USB ή στο AC-to-DC φορτιστή ή στην μπαταρία για να είναι σε λειτουργία.

Σε αυτή την διπλωματική εργασία έγινε χρήση της πλατφόρμας μικροελεγκτή Arduino Uno R3 [25], το οποίο έχει τις προδιαγραφές που φαίνονται στον Πίνακα 3.1.

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Πίνακας 3.1 Προδιαγραφές Arduino Uno R3

Το κύκλωμα των μονάδων του Arduino είναι ανοικτού κώδικα, έτσι υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε υλοποιήσεις, μέρη και οτιδήποτε χρειαστεί ένας προγραμματιστής. Για να

προγραμματιστεί η πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino, χρειάζεται το περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE, το οποίο είναι μια πολυπλατφορμική εφαρμογή γραμμένη σε Java [26] και βασίζεται στο περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού Processing [27]. Στο περιβάλλον αυτό, γράφεται κώδικας βασισμένος σε C/C++ γλώσσα. Ο κώδικας όταν γραφτεί μεταγλωττίζεται και φορτώνεται στην πλατφόρμα.

```
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
}
```

Εικόνα 3.1 Δομή Προγράμματος Arduino

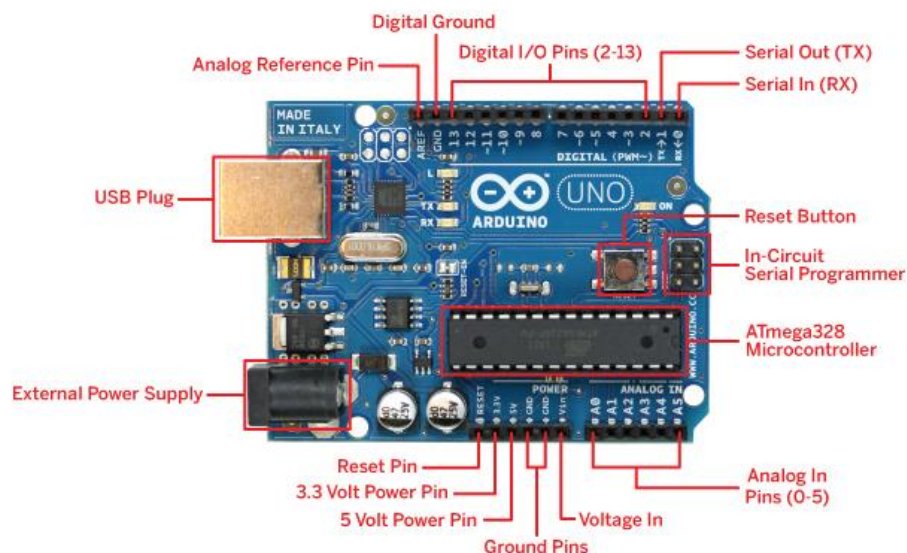
Ένα τυπικό Arduino πρόγραμμα έχει την δομή που παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1. Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1, πρέπει να έχει απαραίτητα δύο συναρτήσεις:

- **setup()** : Σε αυτή την συνάρτηση τοποθετούνται όλες οι εντολές που πρέπει να εκτελεστούν μια φορά, όταν η πλατφόρμα ενεργοποιείται (όταν γίνεται reset – όταν η πλατφόρμα έχει ρεύμα). Σε αυτή την συνάρτηση μπαίνουν οι αρχικοποιήσεις τιμών μεταβλητών, οι δηλώσεις των θυρών για χαρακτηρισμό τους ως εισόδους/εξόδους, καθώς και οι αρχικοποιήσεις των βιβλιοθηκών.
- **loop()** : Σε αυτή την συνάρτηση τοποθετούνται οι εντολές που εκτελεί το πρόγραμμά, ουσιαστικά το τι θα κάνει το πρόγραμμα. Η συνάρτηση αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς, δηλαδή όταν φτάσει στο τέλος θα ενεργοποιηθεί ξανά συνεχίζοντας από την αρχή, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στο πρόγραμμα να

αλλάζει τιμές και το Arduino να ανταποκρίνεται ανάλογα. Όσο έχει ρεύμα το Arduino ή μέχρι να πατηθεί το κουμπί reset θα εκτελείται αυτή η συνάρτηση.

Ένα πρόγραμμα Arduino δεν υστερεί σε τίποτα από ένα πρόγραμμα σε άλλη γλώσσα προγραμματισμού. Δηλαδή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οτιδήποτε χρησιμοποιείται σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού όπως μεταβλητές, σταθερές, πίνακες, αριθμητικούς τελεστές, τελεστές σύγκρισης, λογικούς τελεστές. Ενώ παράλληλα, μπορεί να γίνει χρήση συναρτήσεων χρόνου, διαχείρισης εισόδου-εξόδου, θύρες επικοινωνίας, αλλά και δομές επανάληψης.

Πάνω στην πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino, μπορεί να γίνει η σύνδεση διάφορων αισθητήρων για είσοδο καθώς και ασπίδων (shields) - modules για είσοδο και έξοδο. Αυτά μπορούν να προσφέρουν επιπλέον λειτουργίες όπως θα επεξηγηθούν στην συνέχεια του κειμένου. Επίσης, μπορεί να γίνει η σύνδεση λαμπτήρων LED, κουμπιών κ.λπ.. Στην Εικόνα 3.2, απεικονίζεται ένα Arduino Uno R3, το οποίο δείχνει τα στοιχεία που το αποτελούν όπως παρουσιάστηκαν πιο πάνω.



Εικόνα 3.2 Arduino Uno R3

3.2 Αισθητήρες

Αισθητήρας είναι οποιαδήποτε συσκευή, η οποία ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει μια μετρήσιμη έξοδο. Η χρήση των αισθητήρων βρίσκεται σε πολλά αντικείμενα που γίνεται η χρήση τους καθημερινά. Οι αισθητήρες χαρακτηρίζονται από εύρος, ακρίβεια, σφάλμα, ανοχή, ευαισθησία, διακριτική ικανότητα αλλά και από τον χρόνο λειτουργίας τους, ο οποίος αναφέρεται στις προδιαγραφές του κάθε αισθητήρα.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, χρησιμοποιούνται αρκετά είδη αισθητήρων τα οποία συνδέθηκαν στην πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino Uno R3, η οποία παρουσιάστηκε πιο πάνω. Στην συνέχεια του κειμένου θα παρουσιαστούν οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν.

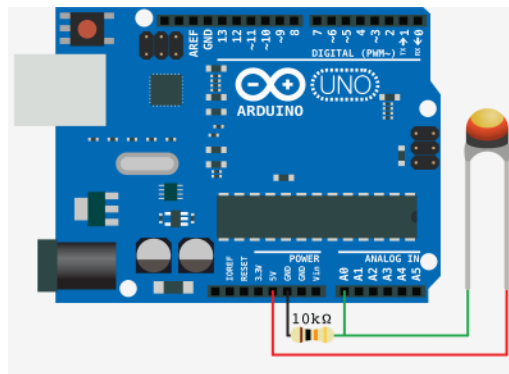
3.2.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας

Για να γίνει η ενσωμάτωση στο SensoMan σύστημα η πληροφορία για την θερμοκρασία ενός χώρου, χρησιμοποιείται ο αισθητήρας NTC Temperature [28]. Αυτός ο αισθητήρας χαρακτηρίζεται ως χαμηλού κόστους, εύκολος στην χρήση, αλλά παράλληλα παρέχει αργή απάντηση. Για αυτό τον λόγο και δεν χρησιμοποιείται σε συστήματα, όπου χρειάζεται να ανιχνεύει την θερμοκρασία σε συχνά διαστήματα, με ταχύς αλλαγές. Στην Εικόνα 3.3 απεικονίζεται ένα NTC Temperature αισθητήρα.



Εικόνα 3.3 Αισθητήρας NTC Temperature

Ο αισθητήρας NTC τοποθετείται σε κύκλωμα μαζί με την πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino UNO R3, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.4. Ο NTC αισθητήρας συνδέεται σε μια από τις αναλογικές θύρες εισόδου, αφού είναι αναλογικός. Ο αισθητήρας ανιχνεύει την αντίσταση που δέχεται, ενώ έπειτα γίνεται η μετατροπή της αντίστασης σε τάση και έπειτα σε θερμοκρασία βαθμών Κελσίου, σύμφωνα με την εξίσωση Steinhart [29] που φαίνεται στην Εξίσωση 3.1.



Εικόνα 3.4 Arduino Uno R3 με αισθητήρα NTC

$$\frac{1}{T} = a + b \ln(R) + c (\ln(R))^3$$

$$a = 1.40 \times 10^{-3}$$

$$b = 2.37 \times 10^{-4}$$

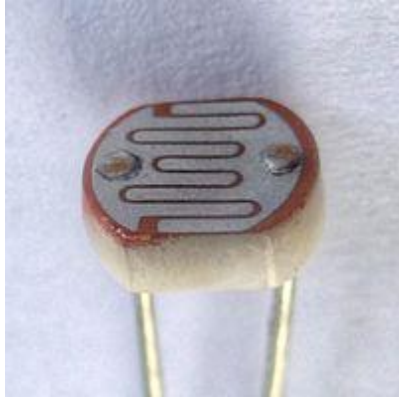
$$c = 9.90 \times 10^{-8}$$

Εξίσωση 3.1 Steinhart Εξίσωση

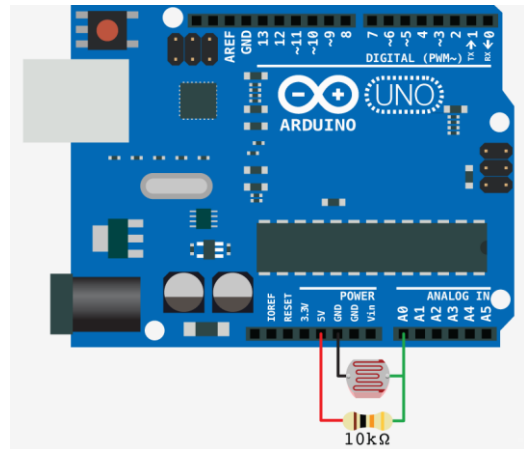
3.2.2 Αισθητήρας Φωτεινότητας

Για την συλλογή των τιμών που αφορούν την φωτεινότητα του χώρου ενσωματώνεται πάνω στην πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino Uno R3, ο LDR [30] αισθητήρας. Ουσιαστικά, αυτός ο αισθητήρας ονομάζεται φωτοαντιστάτης ή φωτοκύτταρο. Η αντίστασή του μειώνεται όταν αυξάνεται η φωτεινότητα στον χώρο. Σύμφωνα με την αντίσταση που αποθηκεύεται, γίνεται κατανοητό εάν ο χώρος είναι φωτισμένος ή όχι και η εφαρμογή προσαρμόζεται ανάλογα. Η Εικόνα 3.5 απεικονίζει ένα LDR αισθητήρα, ενώ στην Εικόνα 3.6 παρουσιάζεται το κύκλωμα ενός αισθητήρα LDR συνδεδεμένο με την

πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino. Αφού ο LDR αισθητήρας είναι αναλογικός συνδέεται στις αναλογικές θύρες εισόδου.



Εικόνα 3.5 LDR αισθητήρας



Εικόνα 3.6 Κύκλωμα Arduino Uno με
αισθητήρα LDR

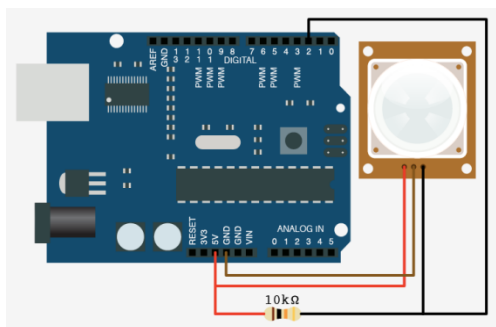
3.2.3 Αισθητήρας Κίνησης

Για να γίνει ενσωμάτωση στο σύστημα SensoMan της πληροφορίας για το αν υπάρχει κάποιου είδους κίνηση στο χώρο που παρακολουθείται από το SensoMan σύστημα, γίνεται χρήση του αισθητήρα κίνησης τύπου PIR και συγκεκριμένα τον PIR Αισθητήρα – SEN116A2B [31]. Αισθητήρες τύπου PIR ανιχνεύουν αλλαγές στο ποσοστό υπέρυθρης ακτινοβολίας, το οποίο εξαρτάται από την θερμοκρασία καθώς και από τα επιφανειακά χαρακτηριστικά των αντικειμένων μπροστά στον αισθητήρα [32]. Ο αισθητήρας μετατρέπει το αποτέλεσμα της αλλαγής σαν μια εισερχόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία σε αλλαγή στην τάση, το οποίο λειτουργεί σαν ανίχνευση κίνησης.



Εικόνα 3.7 PIR Αισθητήρας SEN116A2B

Στην Εικόνα 3.7 παρουσιάζεται ο αισθητήρας PIR SEN116A2B, ενώ στην Εικόνα 3.7, παρουσιάζεται το κύκλωμα σύνδεσης ενός PIR αισθητήρα μαζί με την πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino Uno R3. Ο αισθητήρας συνδέεται με ψηφιακή θύρα εισόδου, αφού είναι ένας ψηφιακός αισθητήρας.

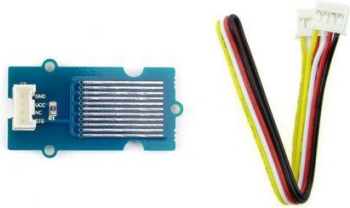


Εικόνα 3.8 Κύκλωμα Arduino Uno R3 με αισθητήρα PIR

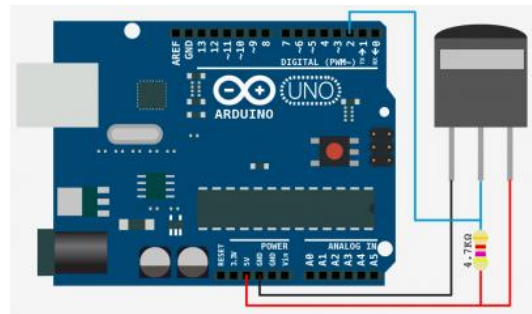
3.2.4 Αισθητήρας Υγρασίας

Το σύστημα SensoMan χρησιμοποιεί επίσης αισθητήρα υγρασίας για ανίχνευση ή όχι υγρασίας στον χώρο που παρακολουθείται. Ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται για την υγρασία είναι Grove-Water Sensor-SEN11304P [33], ο οποίος μπορεί μέσω ψηφιακού σήματος να ανιχνεύσει υγρασία ή όχι, αλλά μέσω του αναλογικού σήματος να δείξει το ποσοστό της υγρασίας. Στο σύστημα SensoMan, ο αισθητήρας συνδέεται με την ψηφιακή θύρα εισόδου, ούτως ώστε να ανιχνεύεται μόνο η παρουσία ή όχι της υγρασίας.

Ο αισθητήρας αυτός λειτουργεί έχοντας εκτεθειμένο ένα αριθμό από ίχνη (traces) που είναι συνδεδεμένα στο έδαφος (ground), ενώ ανάμεσα τους υπάρχουν αισθητήρια ίχνη (senses traces). Όταν υπάρξει ίχνος νερού, ο αντιστάτης του αισθητήρα διακόπτει τα αισθητήρια ίχνη και τότε τα ίχνη που είναι συνδεδεμένα στο έδαφος λειτουργούν. Η Εικόνα 3.9 απεικονίζει ένα αισθητήρα Grove Water – SEN11304P, ενώ στην Εικόνα 3.10 το κύκλωμα Arduino Uno R3 με τον αισθητήρα αυτόν. Στο σύστημα SensoMan ο αισθητήρας συνδέεται με την ψηφιακή θύρα, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω.



Εικόνα 3.9 Grove - Water SEN11304P



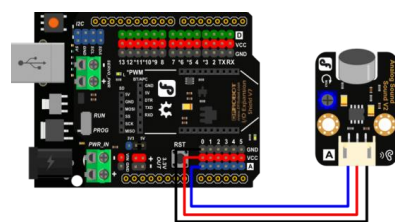
Εικόνα 3.10 Κύκλωμα Arduino Uno R3 με αισθητήρα Grove - Water SEN 11304P

3.2.5 Αισθητήρας Ήχου

Ο αισθητήρας ήχου που ενσωματώνεται στο σύστημα SensoMan είναι ο Analog Sound Sensor DFR0034 [34]. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας ενσωματώνεται για να ανιχνεύει την ηχηρότητα του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται. Έτσι, η πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino, μπορεί να συλλέγει οποιοδήποτε ήχο βρίσκεται στο περιβάλλον. Στην Εικόνα 3.11 απεικονίζεται ένας αισθητήρας DFR0034, ενώ στην Εικόνα 3.12 φαίνεται η σύνδεση του αναλογικού αισθητήρα ήχου με την πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino. Συνδέονται μέσω αναλογικής θύρας εισόδου, λόγω του ότι ο αισθητήρας είναι αναλογικός.



Εικόνα 3.11 Αισθητήρας Ήχου DFR0034



Εικόνα 3.12 Κύκλωμα Arduino Uno R3 με αισθητήρα ήχου DFR0034

3.2.6 Αισθητήρας Θερμοκρασίας Σώματος

Κατά την διάρκεια πειραμάτων, δηλαδή στα αρχικά στάδια του συστήματος SensoMan χρησιμοποιήθηκε αισθητήρας θερμοκρασίας σώματος για μετρήσεις από την θερμοκρασία ενός ανθρώπου. Βέβαια, δεν χρησιμοποιείται στο στάδιο που βρίσκεται τώρα το σύστημα, αφού προορίζεται για ένα «έξυπνο εργαστήριο», αλλά σε μετέπειτα στάδιο και αφού γίνει για παράδειγμα ενσωμάτωση του συστήματος SensoMan σε «έξυπνα σπίτια», θα μπορεί να χρησιμοποιείται, αφού απαιτεί και την ανθρώπινη ύπαρξη για να λειτουργήσει.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας Body Temperature for e-Health Platform [35]. Για να γίνει ενσωμάτωση του αισθητήρα πρέπει να γίνει η ενσωμάτωση του Arduino με την ασπίδα (shield) e-Health, η οποία περιγράφεται στην συνέχεια του κειμένου.

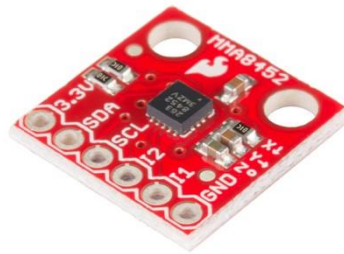
Κατά την διάρκεια των πειραμάτων, έγινε παρατήρηση ότι ανάλογα με το σημείο στο σώμα που τοποθετείται ο αισθητήρας, έχει διαφορετικά αποτελέσματα, αφού όπως είναι γνωστό τα σημεία στο σώμα μας έχουν διαφορετική θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ώρας. Η μέτρηση γίνεται τοποθετώντας το σύρμα του αισθητήρα σε ένα σημείο στο σώμα και αφού προγραμματιστεί το Arduino, να διαβάζει κατάλληλα το σήμα που στέλνεται από την πλατφόρμα-ασπίδα e-Health. Στην Εικόνα 3.13 απεικονίζεται ο αισθητήρας θερμοκρασίας του συστήματος SensoMan.



Εικόνα 3.13 Αισθητήρας Θερμοκρασίας Σώματος

3.2.7 Κίνηση Συσκευής - Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer)

Κατά την διάρκεια ανάπτυξης του συστήματος SensoMan, χρησιμοποιήθηκε το επιταχυνσιόμετρο Triple Axis Breakout – MMA8452 [36] (SEN 10955). Τοποθετώντας το στη συσκευή που θα τεθεί υπό παρακολούθηση και συνδέοντας το με το Arduino, γίνεται ανίχνευση του προσανατολισμού της συσκευής, αλλά και παρακολουθείται οποιοδήποτε γεγονός συμβεί πάνω στην συσκευή, με γρήγορο πέρασμα των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Στην Εικόνα 3.14 απεικονίζεται το επιταχυνσιόμετρο που χρησιμοποιήθηκε.

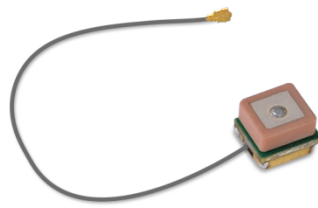


Εικόνα 3.14 Επιταχυνσιόμετρο MMA8452Q (SEN 10955)

3.3 Κεραίες

3.3.1 Κεραία GPS

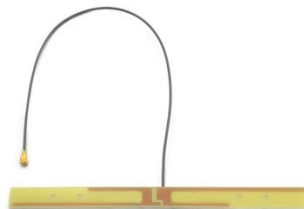
Για να γίνει ανάκτηση της θέσης που βρίσκεται η πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino, χρησιμοποιείται η κεραία GPS [37] σε συνδυασμό με την ασπίδα GPS+GPRS (SIM908) που θα γίνει αναφορά στην συνέχεια του κειμένου. Ένα GPS σύστημα, λαμβάνει την θέση που βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο μέσω των δορυφόρων που βρίσκονται παγκοσμίως. Το λάθος που μπορεί να δοθεί είναι μεταξύ κάποιων μέτρων. Η κεραία που χρησιμοποιείται απεικονίζεται στην Εικόνα 3.15.



Εικόνα 3.15 Internal GPS Antenna

3.3.2 Κεραία 4G-3G-GPRS-GSM

Για να γίνεται ανάκτηση της θέσης της πλατφόρμας μικροελεγκτή Arduino, γίνεται χρήση της κεραίας 4G-3G-GPRS-GSM [38]. Για να είναι εφικτή η χρήση αυτής της κεραίας πρέπει να είναι σε συνδυασμό και πάλι με την ασπίδα GPS+GPRS (SIM908), για την οποία θα γίνει αναφορά στην συνέχεια του κειμένου. Αυτή η κεραία, χρησιμοποιεί το δίκτυο της τηλεφωνικής κάρτας που τοποθετείται στην ασπίδα, συνδέεται στο δίκτυο και από εκεί σύμφωνα με τον τοπικό σταθμό που λαμβάνει το τηλεφωνικό σήμα, λαμβάνει και τις συντεταγμένες της θέσης που βρίσκεται. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε πλατφόρμες μικροελεγκτών όπου είναι τοποθετημένες σε εσωτερικό χώρο. Στην Εικόνα 3.16 απεικονίζεται η κεραία 4G-3G-GPRS-GSM.



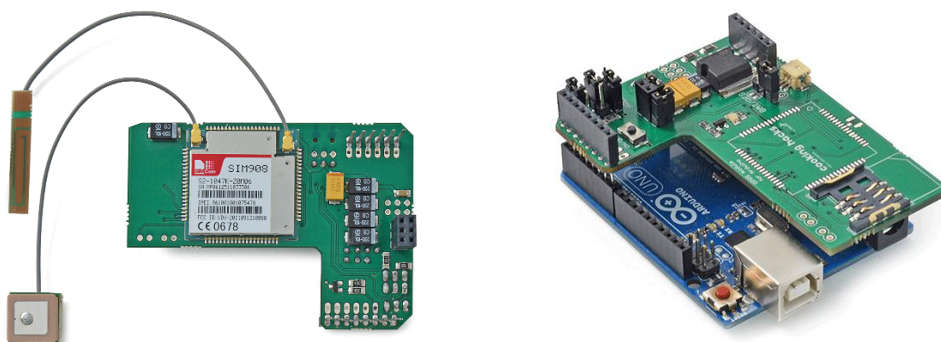
Εικόνα 3.16 Internal 4G-3G-GPRS Antenna

3.4 Shields και Modules

Διάφορες ασπίδες (shields) και modules αναπτύχθηκαν για να ικανοποιούν ένα συγκεκριμένο σκοπό. Παράλληλα, μπορούν να συνδεθούν με τις πλατφόρμες των μικροελεγκτών και να εκτελούν τον σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκαν και έτσι να δημιουργείται ένα παράλληλο σύστημα. Αυτά τα εξαρτήματα, είναι εύκολα στην χρήση, αφού απλά γίνεται η τοποθέτησή τους πάνω από τον μικροελεγκτή, χωρίς την χρήση οποιονδήποτε breadboard, καλωδίων και αντιστάσεων. Κάποια από τα modules – ασπίδες που έγινε η χρήση τους στο σύστημα SensoMan αναφέρονται παρακάτω στο κείμενο.

3.4.1 GPRS+GPS Quadband Module for Arduino (SIM908)

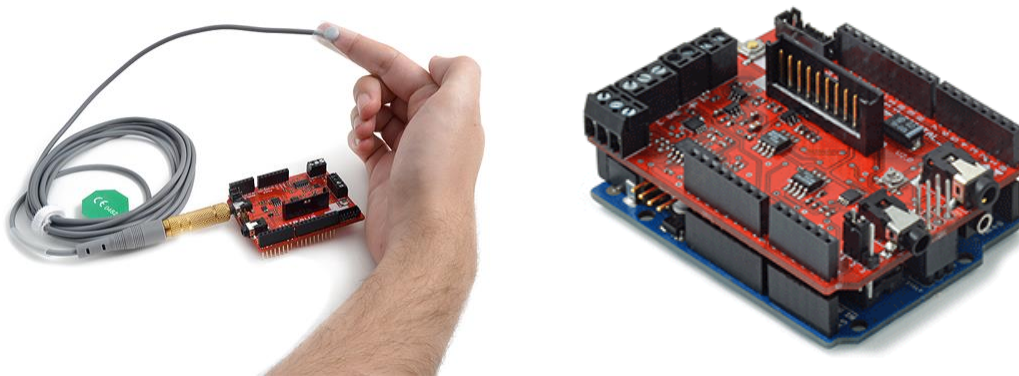
Αυτή η ασπίδα (shield) ενσωματώνει το αντικείμενο του SIM908 [39], το οποίο μπορεί να λειτουργήσει τόσο με GPS όσο και με GPRS τεχνολογίες, οι οποίες επιτρέπουν την εκτέλεση εφαρμογών πραγματικού χρόνου. Η ιδέα λειτουργίας αυτής της ασπίδας είναι απλή, αφού διαβάζει τις GPS συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος) και τις στέλνει χρησιμοποιώντας μια HTTP αίτηση στον εξυπηρετητή. Ενσωματώνοντας αυτή την ασπίδα στο Arduino UNO R3 όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.17 και συνδέοντας τις κεραίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω στο κείμενο, μπορεί να γίνει ανάκτηση της θέσης που βρίσκεται η πλατφόρμα του ελεγκτή χαρεί στις λειτουργίες που προσφέρει η ασπίδα.



Εικόνα 3.17 Ασπίδα SIM908 συνδεδεμένη με το Arduino UNO R3

3.4.2 Πλατφόρμα Αισθητήρων e-Health

Η πλατφόρμα αισθητήρων e-Health [40], χρησιμοποιείται σε βιομετρικές και ιατρικές εφαρμογές, όπου γίνεται παρακολούθηση του σώματος. Πολλοί ιατρικοί και βιομετρικοί αισθητήρες μπορούν να συνδεθούν με αυτή την πλατφόρμα, όπως παλμού, οξυγόνου του αίματος, θερμοκρασίας σώματος, ηλεκτροκαρδιόγραμμα, πίεσης αίματος κ.λπ.. Στο σύστημα SensoMan, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα στο κείμενο, κατά την φάση πειραμάτων με τους αισθητήρες, έγινε χρήση και του αισθητήρα θερμοκρασίας σώματος, ο οποίος πρέπει να συνδεθεί με αυτή την πλατφόρμα για άντληση πληροφοριών από αυτόν. Στην Εικόνα 3.18, απεικονίζεται αυτή η πλατφόρμα συνδεδεμένη με τον μικροελεγκτή Arduino και με τον αισθητήρα θερμοκρασίας.



Εικόνα 3.18 e-Health Πλατφόρμα συνδεδεμένη με το Arduino UNO R3 και το αισθητήρα θερμοκρασίας σώματος

3.4.3 Ασπίδα Επικοινωνίας (XBEE-BLUETOOTH-RFID) – XBEE

Η ασπίδα επικοινωνίας που χρησιμοποιείται στο σύστημα SensoMan, επιτρέπει την επικοινωνία του Arduino Uno R3 με το Wi-Fi Module, στο οποίο θα γίνει αναφορά στην συνέχεια του κειμένου και το οποίο παρέχει σύνδεση στο Wi-Fi δίκτυο. Συγκεκριμένα, η ασπίδα που χρησιμοποιείται στο σύστημα SensoMan είναι Communication Shield - XBEE Shield [41]. Έτσι, ο μικροελεγκτής μπορεί να λειτουργήσει ως πελάτης μιας

REST υπηρεσίας (αυτό που χρειάζεται το σύστημα SensoMan), αφού του παρέχεται η σύνδεση στο δίκτυο. Η ασπίδα επικοινωνίας, σύμφωνα και με το όνομά της, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους, αφού μπορεί να παρέχει επικοινωνία με μεταξύ υλικού - εξαρτημάτων. Παραδείγματα στα οποία μπορεί να γίνει χρήση αυτής της ασπίδας είναι η επικοινωνία μεταξύ δύο μικροελεγκτών Arduino, η σύνδεση του μικροελεγκτή ως Bluetooth για ανταλλαγή δεδομένων, η σύνδεση του μικροελεγκτή με το δίκτυο Wi-Fi. Στην Εικόνα 3.19 απεικονίζεται η ασπίδα που χρησιμοποιείται.



Εικόνα 3.19 Communication - XBEE Shield

3.4.4 WiFly Wireless Module

Το RN-XV WiFly radio module [42] είναι μια αυτόνομη ενσωματωμένη συσκευή πρόσβασης στο Wi-Fi, η οποία είναι προ-εκφορτωμένη από τον κατασκευαστή με firmware, ούτως ώστε να απλοποιεί την χρήση της στις εφαρμογές που χρησιμοποιείται. Το RN-XV 171, το οποίο ενσωματώνεται στο σύστημα SensoMan, συνδέεται με την ασπίδα επικοινωνίας (μπαίνει πάνω στην ειδική θέση), είναι εξοπλισμένο με 32-bit επεξεργαστή, TCP/IP αρχιτεκτονική, πραγματικού χρόνου ρολόι, crypto accelerometer, 8 Mbit flash μνήμη και 128 KB RAM μνήμη. Το μόνο που απαιτεί είναι η αρχική διαμόρφωση για να έχει πρόσβαση στο δίκτυο, ούτως ώστε να μπορεί να στέλνει και να λαμβάνει σειριακά δεδομένα από το UART. Το RN-XV module απεικονίζεται στην Εικόνα 3.20.



Εικόνα 3.20 Roving Networks WiFly RN-XV Wireless Module

3.5 Σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής επεξήγηση με εικόνες για όλα τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται και είναι απαραίτητα για την λειτουργία του συστήματος SensoMan.

Δίνεται η περιγραφή της πλατφόρμας μικροελεγκτή Arduino Uno R3, που χρησιμοποιείται καθώς και οι αισθητήρες και κεραίες που χρησιμοποιούνται για την άντληση της πληροφορίας του περιβάλλοντος. Όπως επίσης, και οι ασπίδες (shields) – modules που βοηθούν στην άντληση των πληροφοριών και στην αποθήκευση της πληροφορίας στη βάση δεδομένων

Κεφάλαιο 4

Αρχιτεκτονική συστήματος SensoMan

4.1 Υποδομή SensoMan	37
4.2 Αισθητήρες συστήματος SensoMan	39
4.3 Βάση Δεδομένων SensoMan	42
4.4 SensoMan REST Υπηρεσία	47
4.5 SensoMan Εφαρμογές	50
4.5.1 Διαδικτυακή Εφαρμογή SensoMan	50
4.5.2 SensoMan Android Εφαρμογή	51
4.6 Ροή Πληροφορίας και Περίπτωση Χρήσης	53

4.1 Υποδομή SensoMan

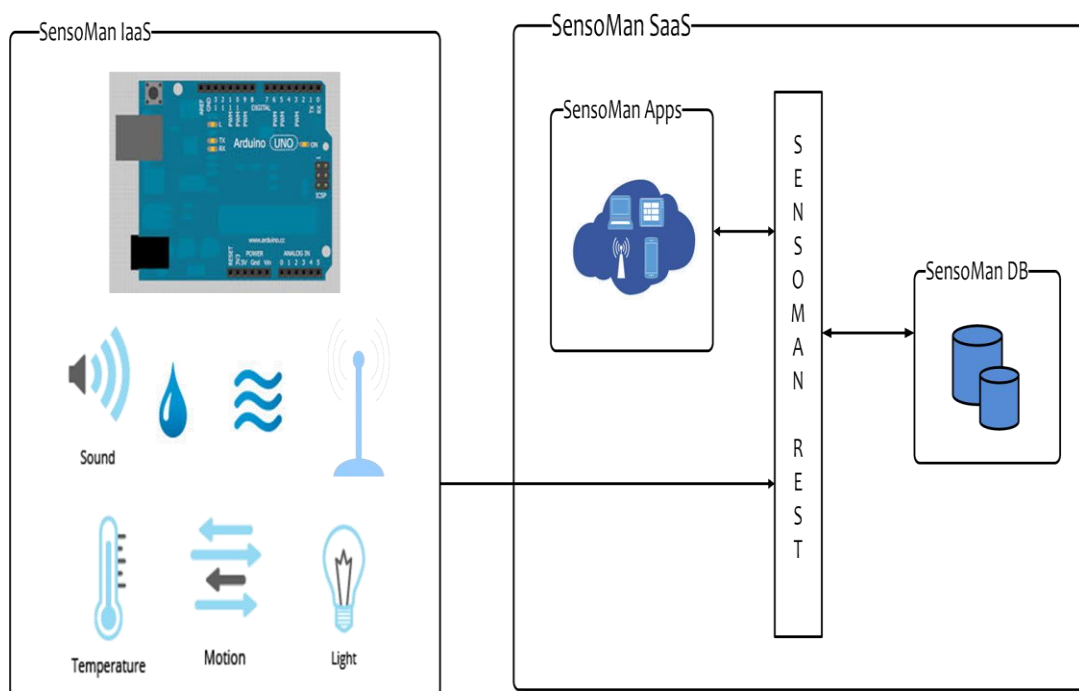
Το σύστημα SensoMan περιλαμβάνει έναν αριθμό από ενότητες που βοηθούν στην εκτέλεση των διάφορων λειτουργιών που προσφέρει. Η αρχιτεκτονική του SensoMan μπορεί να χαρακτηριστεί ως αρθρωτή (modular) και επεκτάσιμη (extensible).

Ονομάζεται αρθρωτή, αφού η αρχιτεκτονική του είναι τέτοια που συνθέτεται από ξεχωριστά κομμάτια (components) που ενώνονται μεταξύ τους για να συμπληρώσουν το σύστημα. Επιπλέον, η αρχιτεκτονική αυτή προσφέρει την δυνατότητα αντικατάστασης ή πρόσθεσης οποιοδήποτε αντικειμένου χωρίς να επηρεάζεται το υπόλοιπο σύστημα.

Ο χαρακτηρισμός της αρχιτεκτονικής του συστήματος SensoMan ως επεκτάσιμης, είναι λόγω του ότι το σύστημα είναι φτιαγμένο με τέτοιο τρόπο, όπου καινούργιες λειτουργίες

μπορούν να προστεθούν ή και υφιστάμενες λειτουργίες να επεκταθούν, με ελάχιστο έως και μηδενικό επηρεασμό της εσωτερικής δομής και ροής πληροφοριών. Ενώ ταυτόχρονα και χωρίς την ανάγκη επανασύνθεσης ή αλλαγής στον πρωτότυπο πηγαίο κώδικα, ούτε από τον προγραμματιστή ούτε από τα προγράμματα που το χρησιμοποιούν [43].

Στην Εικόνα 4.1, απεικονίζεται η αρχιτεκτονική καθώς και όλα τα επιμέρους κομμάτια που αποτελούν το σύστημα SensoMan. Σε κάθε υποκεφάλαιο αυτής της ενότητας θα γίνει η επιγραμματική ανάλυση της κάθε οντότητας.



Εικόνα 4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος SensoMan

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.1 στην αρχιτεκτονική του συστήματος SensoMan, οι χρήστες των εφαρμογών του SensoMan, είτε από την Android εφαρμογή είτε από την διαδικτυακή εφαρμογή μπορούν να διαχειριστούν και να ανακτήσουν πληροφορίες για την κατάσταση των αισθητήρων και των πλατφορμών μικροελεγκτών. Οι εφαρμογές επικοινωνούν με την REST υπηρεσία που παρέχει μια διεπαφή για την αποθήκευση-ανάκτηση-διαχείριση των δεδομένων που αποθηκεύονται στην SensoMan βάση δεδομένων. Αυτά αντιπροσωπεύουν το SensoMan SaaS (Software as a Service).

Επιπλέον, το SensoMan IaaS (Infrastructure as a Service) που αποτελείται από τους αισθητήρες αποθηκεύει την πληροφορία μέσω της SensoMan REST υπηρεσίας.

Παρόλο που έχουν αναπτυχθεί δύο βασικές εφαρμογές για τη διαχείριση των δεδομένων του SensoMan (Android και διαδικτυακή) μπορεί ακόμα να κατασκευαστεί μια πληθώρα άλλων εφαρμογών (π.χ. σε πλατφόρμα iOS), καθώς κάθε εφαρμογή επικοινωνεί με το σύστημα μέσω υπηρεσιών διαδικτύου (REST υπηρεσία).

Σε αυτή την διπλωματική εργασία, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα στο κεφάλαιο της εισαγωγής, το συνολικό σύστημα SensoMan αποτελεί διπλωματική εργασία δύο ατόμων. Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας γίνεται συλλογή πληροφοριών από την πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino UNO R3 (SensoMan IaaS), ενώ στα πλαίσια της άλλης διπλωματικής εργασίας γίνεται συλλογή από την πλατφόρμα μικροελεγκτή Raspberry PI. Επιπλέον, στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας έγινε η δημιουργία και υλοποίηση της βάσης Δεδομένων SensoMan (SensoMan Database), της REST υπηρεσίας SensoMan που προσφέρει την διεπαφή για την λειτουργία του SensoMan, καθώς και της διαδικτυακής εφαρμογής για τους τελικούς χρήστες. Ενώ παράλληλα, στα πλαίσια της άλλης διπλωματικής εργασίας έγινε δημιουργία της Android εφαρμογής SensoMan, η οποία χρησιμοποιεί την REST υπηρεσία για να γίνει αλληλεπίδραση με τον χρήστη.

4.2 Αισθητήρες συστήματος SensoMan

Σε αυτό το υποκεφάλαιο, θα γίνει επεξήγηση του πώς λειτουργεί η οντότητα SensoMan IaaS μέσω της πλατφόρμας μικροελεγκτή Arduino, καθώς και πως ρέει η πληροφορία από τους αισθητήρες που βρίσκονται στο περιβάλλον μέχρι και την αποθήκευσή της στην Βάση Δεδομένων SensoMan. Όταν γίνεται αναφορά στην οντότητα SensoMan IaaS, εννοείται το σύνολο των αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι στους μικροελεγκτές του συστήματος SensoMan και από τους οποίους αντλείται η πληροφορία.

Τύπος	Λειτουργία	Μοντέλο	Μονάδα Μέτρησης
Motion	Ανίχνευση Κίνησης	SEN116A2B-PIR	High/Low
Water	Παρουσία/Απουσία Υγρασίας	SEN11304P-Grove-Water Sensor	High/Low
Sound	Ανίχνευση ηχηρότητας	DFR0034-Analog Sound Sensor	dB (Decibel)
Light (LDR)	Ανίχνευση ποσοστού φωτεινότητας	Generic	Ω (Ohm)
NTC Temperature	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	Generic	°C (Κελσίου)
Accelerometer	Ταχύτητα	SEN-10955 - Triple Axis Accelerometer Breakout	m/s ² (g)
Body temperature	Θερμοκρασία σώματος	e-Health platform by Cooking Hacks	°C (Κελσίου)

Πίνακας 4.1 Αισθητήρες Συστήματος SensoMan

Η συλλογή των πληροφοριών γίνεται μέσω των αισθητήρων που συνδέονται στην πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino UNO R3 και παρέχουν πληροφορίες για το περιβάλλον που βρίσκονται. Η σύνδεσή τους στην πλατφόρμα είναι απλή όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 3 (κυκλώματα για κάθε αισθητήρα), κυρίως για τους περισσότερους αισθητήρες που είχαν δοκιμαστεί. Είχε γίνει εκτενέστερη ανάλυση καθώς και η σύνδεση του κάθε αισθητήρα (αναλογικός-ψηφιακός) με την πλατφόρμα

μικροελεγκτή Arduino UNO R3 στο Κεφάλαιο 3. Ο Πίνακας 4.1 δείχνει περιληπτικά τους αισθητήρες.

Για κάθε σύνδεση αισθητήρα στην πλατφόρμα μικροελεγκτή αποθηκεύονται διάφορες εγγραφές στην βάση δεδομένων, όπως θα αναφερθεί στο επόμενο υποκεφάλαιο. Αυτό γίνεται για να υπάρχει η γνώση που αφορά σε ποια πλατφόρμα είναι συνδεδεμένος ο αισθητήρας ή αν είναι ενεργός ή οτιδήποτε άλλο χρειαστούν οι εφαρμογές για τον αισθητήρα, αφού το SensoMan είναι ένα σύστημα διαχείρισης πλατφορμών-αισθητήρων σε χώρους. Καινούργιοι αισθητήρες μπορούν να προστεθούν στο SensoMan IaaS οποτεδήποτε μέσω της Android εφαρμογής, που φτιάχτηκε στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας άλλου φοιτητή. Επίσης, μπορούν να προστεθούν και καινούργιες πλατφόρμες μικροελεγκτών μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής.

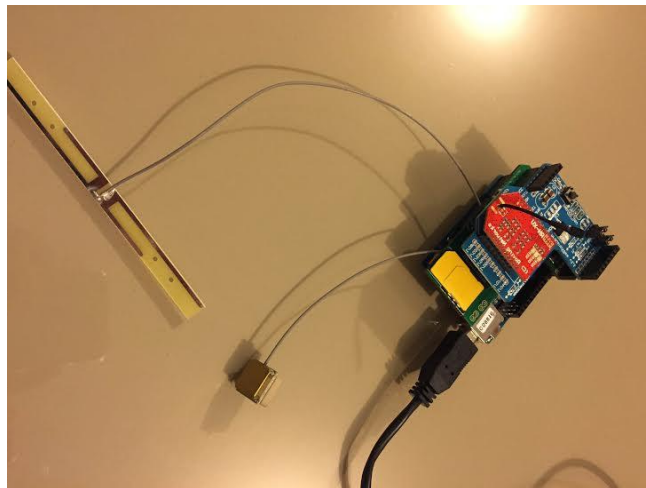
```
1. // Sets the DNS address
2. Serial.print("set i h 0\r"); check();
3. Serial.print("set d n www.URL.com\r"); check();
4.
5. //Configures HTTP connection
6. Serial.print("set i r 80\r"); check();
7. Serial.print("set c r GET$/...\r"); check();
8. Serial.print("set o f 1\r"); check();
9.
10. // Calls open to launch the configured connection.
11. Serial.print("open\r"); check();
```

Εικόνα 4.2 Παράδειγμα HTTP Request

Όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3, για να λειτουργήσει η πλατφόρμα μικροελεγκτή και να μπορεί να στέλνει HTTP Requests στην SensoMan REST υπηρεσία χρειάζεται την ασπίδα επικοινωνίας καθώς και το Wi-Fi Module. Έπειτα, αφού η πλατφόρμα είναι ενεργή στο δίκτυο, αποθηκεύει μέσω της REST υπηρεσίας όλες τις απαραίτητες πληροφορίες (ώρα μέτρησης/αισθητήρα/μέτρηση) από την συλλογή που γίνεται. Επίσης, προτού προβεί στην αποθήκευση της νέας μέτρησης, ελέγχει εάν η συχνότητα συλλογής του συγκεκριμένου αισθητήρα άλλαξε ή αν παρέμεινε η ίδια, αν ο αισθητήρας απενεργοποιήθηκε ή είναι ενεργός, ούτως ώστε να υπακούει στην διαχείριση του χρήστη. Αυτό γίνεται πάλι, μέσω της REST υπηρεσίας διαδικτύου. Στην Εικόνα 4.2,

παρουσιάζεται παράδειγμα του πώς μπορεί να γίνει HTTP Request από το WiFly Module.

Η ανάκτηση της τοποθεσίας στην οποία βρίσκεται ο μικροελεγκτής – αισθητήρας γίνεται μέσω της ασπίδας GPRS+GPS Quadband καθώς και μέσω των κεραίων Internal GPS και Internal 4G-3G GPRS GPS, των οποίων έγινε η περιγραφή τους στο Κεφάλαιο 3. Η ανάλογη εγγραφή αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων SensoMan, κάθε φορά που γίνεται η εγγραφή της πλατφόρμας μικροελεγκτή ή ανάλογα με την αλλαγή τοποθεσίας της πλατφόρμας μικροελεγκτή. Στην Εικόνα 4.3, φαίνεται η σύνδεση των κεραίων μαζί με το GPRS+GPS Quadband module καθώς και το WiFly Module με την ασπίδα XBEE επικοινωνίας.



Εικόνα 4.3 Σύνδεση Ασπίδων - Modules με Arduino UNO

4.3 Βάση Δεδομένων SensoMan

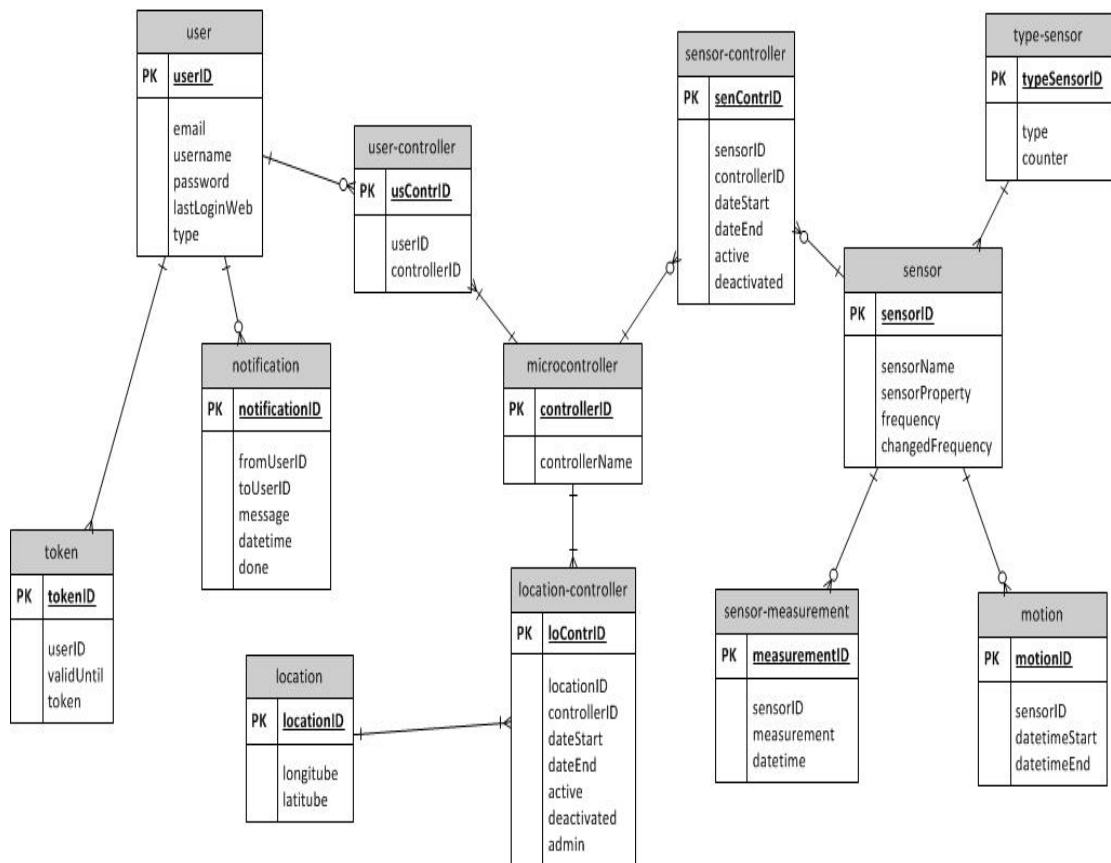
Σε αυτό το υποκεφάλαιο, θα επεξηγηθεί επιγραμματικά πώς λειτουργεί η βάση Δεδομένων του συστήματος SensoMan. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται για το σύστημα SensoMan είναι τύπου MySQL [44] και βρίσκεται σε εξυπηρετητή του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου. Πρόσβαση στην βάση δεδομένων γίνεται μόνο εάν υπάρχει σύνδεση στο δίκτυο του Τμήματος Πληροφορικής. Η επικοινωνία, η

αποθήκευση και η άντληση δεδομένων από και προς την SensoMan βάση δεδομένων, γίνεται μέσω της SensoMan REST υπηρεσίας.

Στη βάση δεδομένων του συστήματος SensoMan αποθηκεύονται πληροφορίες που αφορούν τους χρήστες, τους αισθητήρες, τις πλατφόρμες μικροελεγκτών, τις μετρήσεις των αισθητήρων καθώς και τις τοποθεσίες που είναι τοποθετημένοι οι μικροελεγκτές. Στην Εικόνα 4.4 παρουσιάζεται το ERD διάγραμμα το οποίο θα επεξηγηθεί αναλυτικά στην συνέχεια του υποκεφαλαίου για τις πληροφορίες που αποθηκεύονται για κάθε πίνακα καθώς και τον σκοπό του.

Το σύστημα SensoMan λειτουργεί με χρήστες, δηλαδή για να αλληλοεπιδράσει κάποιος χρήστης με το SensoMan πρέπει να είναι εγγεγραμμένος στην βάση δεδομένων, έτσι αποθηκεύονται οι πληροφορίες του χρήστη όπως φαίνονται στο διάγραμμα. Επιπλέον, για κάθε σύνδεση του χρήστη που γίνεται με τα συνθηματικά του, του επιστρέφεται μια συμβολοσειρά ως «token», που είναι έγκυρη μόνο για τριάντα λεπτά και μέσω αυτής της συμβολοσειράς, γίνονται τα HTTP Requests. Για αυτό τον λόγο και φυλάγονται οι πληροφορίες για το token.

Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες χρηστών (1. admin, 2. owner, 3. owner-admin, και 4. simple), όπου ανάλογα με τον τύπο του, του προσφέρονται διαφορετικές όψεις διαχείρισης από την REST υπηρεσία. Ο κάθε χρήστης εκτός από τον χρήστη τύπου simple, μπορεί να εισάγει στο σύστημα SensoMan καινούργια πλατφόρμα μικροελεγκτή σε μια ήδη υπάρχουσα στο σύστημα τοποθεσία ή σε καινούργια τοποθεσία. Για αυτό τον λόγο και αποθηκεύονται πληροφορίες για την σχέση user-controller, αλλά και για την σχέση location-controller. Επιπρόσθετα, αποθηκεύονται πληροφορίες σε ξεχωριστό πίνακα για την πλατφόρμα μικροελεγκτή και την τοποθεσία, αφού μπορούν να την χρησιμοποιήσουν άλλοι χρήστες ή να τοποθετηθεί άλλη πλατφόρμα σε μια από τις υπάρχουσες τοποθεσίες, αντίστοιχα.



Εικόνα 4.4 Διάγραμμα ERD

Για κάθε μικροελεγκτή, φυλάσσονται εγγραφές για τους συνδεδεμένους και ενεργούς αισθητήρες, από τους οποίους αντλείται η πληροφορία του περιβάλλοντος. Για αυτόν τον λόγο και υπάρχει η σχέση sensor-controller, στην οποία αποθηκεύεται η πληροφορία για τους ενεργούς αισθητήρες για κάθε πλατφόρμα μικροελεγκτή. Επιπλέον, αποθηκεύονται οι πληροφορίες για τον αισθητήρα και για τον τύπο του. Επίσης, υπάρχει διαφορετικός πίνακας για τους τύπους των αισθητήρων, αφού υπάρχει η ανάγκη γνώσης του αριθμού των αισθητήρων κάθε τύπου, αλλά και για να γίνονται πιο κατανοητά τα είδη που κατέχει το σύστημα SensoMan στον χρήστη.

Όλες οι μετρήσεις που παίρνονται από τους αισθητήρες αποθηκεύονται σε ένα πίνακα, στον sensor-measurement, εκτός από τον αισθητήρα της κίνησης που αποθηκεύονται σε διαφορετικό πίνακα, λόγω της διαφοράς των πεδίων, όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα.

Στους Πίνακες 4.2 - Πίνακας 4.13, απεικονίζεται ο τύπος δεδομένων που αποθηκεύονται σε κάθε πίνακα της βάσης.

location

<u>locationID</u>	longitude	latitude
int(11)	decimal(10,6)	decimal(10,6)

Πίνακας 4.2 Τύποι Δεδομένων Πίνακα location

location-controller

<u>loContrID</u>	locationID	controllerID	dateStart	dateEnd	active	deactivated	admin
int(11)	int(11)	int(11)	datetime	datetime	datetime	int(11)	int(11)

Πίνακας 4.3 Τύποι Δεδομένων Πίνακα location-controller

micro-controller

<u>controllerID</u>	controllerName
int(11)	varchar(256)

Πίνακας 4.4 Τύποι Δεδομένων Πίνακα micro-controller

sensor

<u>sensorID</u>	sensorName	sensorProperty	frequency	changedFrequency
int(11)	varchar(50)	int(11)	int(11)	int(1)

Πίνακας 4.5 Τύποι Δεδομένων Πίνακα sensor

type-sensor

<u>typeSensorID</u>	type	counter
int(11)	varchar(100)	int(11)

Πίνακας 4.6 Τύποι Δεδομένων Πίνακα type-sensor

sensor-controller

<u>senContrID</u>	sensorID	controllerID	dateStart	dateEnd	active	deactivated
int(11)	int(11)	int(11)	datetime	datetime	int(1)	int(1)

Πίνακας 4.7 Τύποι Δεδομένων Πίνακα sensor-controller

motion

<u>motionID</u>	sensorID	datetimeStart	datetimeEnd
int(11)	int(11)	datetime	datetime

Πίνακας 4.8 Τύποι Δεδομένων Πίνακα motion

sensor-measurement

<u>measurementID</u>	sensorID	measurement	datetime
int(11)	int(11)	varchar(256)	datetime

Πίνακας 4.9 Τύποι Δεδομένων Πίνακα sensor-measurement

user

<u>userID</u>	email	username	password	lastLoginWeb	type
int(11)	varchar(256)	varchar(50)	varchar(256)	datetime	varchar(10)

Πίνακας 4.10 Τύποι Δεδομένων Πίνακα user

token

<u>tokenID</u>	username	token	validUntil
int(11)	int(11)	datetime	varchar(256)

Πίνακας 4.11 Τύποι Δεδομένων Πίνακα token

notification

<u>notificationID</u>	fromUserID	toUserID	message	datetime	done
int(11)	int(11)	int(11)	varchar(1000)	timestamp	int(1)

Πίνακας 4.12 Τύποι Δεδομένων Πίνακα notification

user-controller

<u>usContrID</u>	userID	controllerID
int(11)	int(11)	int(11)

Πίνακας 4.13 Τύποι Δεδομένων Πίνακα user-controller

4.4 SensoMan REST Υπηρεσία

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει επεξήγηση της REST υπηρεσίας διαδικτύου που εξυπηρετεί το σύστημα SensoMan. Σκοπός αυτής της υπηρεσίας διαδικτύου είναι να υποστηρίζει την επικοινωνία μεταξύ των αισθητήρων και των εφαρμογών που προσφέρονται για τους τελικούς χρήστες. Οι εφαρμογές αυτές θα επεξηγηθούν στο επόμενο υποκεφάλαιο. Η SensoMan REST υπηρεσία διαδικτύου είναι γραμμένη σε κώδικα PHP [45] και εκτελείται κάθε φορά που καλείται από οποιανδήποτε εφαρμογή μέσω HTTP request στον εξυπηρετητή που φυλάσσεται. Η απάντηση που επιστρέφεται στην εφαρμογή από την οποία καλείται, είναι σε μορφή JSON [9].

Όπως προαναφέρθηκε, η υπηρεσία διαδικτύου SensoMan παρέχει την λειτουργικότητα του συστήματος SensoMan, η οποία δίνεται από έναν αριθμό από REST υπηρεσίες.

Μπορούμε να πούμε ότι η υπηρεσία διαδικτύου χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες, σύμφωνα με το τι παρέχει στον χρήστη της.

Πρώτη κατηγορία η οποία θεωρείται και ξεχωριστή, είναι η κατηγορία στην οποία παρέχεται η σύνδεση, αποσύνδεση ή και εγγραφή οποιουδήποτε χρήστη στο σύστημα SensoMan. Λόγω του ότι η λειτουργικότητα των εφαρμογών και γενικότερα του όλου συστήματος βασίζεται στην υπηρεσία διαδικτύου, πρέπει να υπάρχει προστασία των δεδομένων και κάποιου είδους πιστοποίηση. Για αυτό τον λόγο και για κάθε σύνδεση του χρήστη στο SensoMan δίνονται τα διαπιστευτήριά (credentials) του. Σύμφωνα με τα διαπιστευτήρια και εφόσον είναι εγγεγραμμένος χρήστης SensoMan, οι SensoMan εφαρμογές χρησιμοποιούν την συμβολοσειρά ένδειξη (token) που επιστρέφεται για να την χρησιμοποιούν ως παράμετρο σε κάθε απαίτηση του χρήστη που δίνεται από οποιανδήποτε εφαρμογή, ούτως ώστε να παρέχεται ασφάλεια και προστασία στα δεδομένα. Η συμβολοσειρά ένδειξη (token), χρησιμοποιείται ως είδος πιστοποίησης και είναι έγκυρη μόνο για τριάντα λεπτά και εάν ο χρήστης παραμένει συνδεδεμένος για περισσότερο χρόνο, απαιτείται η σύνδεση του με τα διαπιστευτήρια ξανά. Ενώ, κατά την αποσύνδεση του χρήστη, αποθηκεύεται η τελευταία σύνδεση του χρήστη στο σύστημα. Η εγγραφή του χρήστη είναι απλή και γίνεται μόνο από την διαδικτυακή εφαρμογή, παραχωρώντας την ηλεκτρονική διεύθυνση, ένα όνομα χρήστη, προσωπικό κωδικό πρόσβασης, καθώς και τον τύπο χρήστη. Σε περίπτωση που ο τύπος χρήστη, είναι admin/owner ή owner, πρέπει να εισάγει και μια πλατφόρμα μικροελεγκτή δίνοντας το όνομα και την τοποθεσία που θα τοποθετηθεί. Σε άλλη περίπτωση, όπου ο χρήστης είναι simple, δεν του δίνεται η ευκαιρία, αφού ως απλός χρήστης μπορεί να έχει άντληση και ανάκτηση πληροφοριών, χωρίς να του παρέχεται διαχείριση ή οτιδήποτε άλλο προσφέρει το σύστημα SensoMan.

Δεύτερη είναι η κατηγορία, η οποία παρέχει την δυνατότητα εισαγωγής και ανάκτησης της πληροφορίας των αισθητήρων. Οι μετρήσεις που παίρνονται από τους αισθητήρες, είναι σε συχνότητα, που δίνεται από τον ιδιοκτήτη του αισθητήρα. Αυτή η συχνότητα μπορεί να αλλάξει από τον ιδιοκτήτη, όποτε το θελήσει ο ίδιος, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή διαχείρισης Android. Οι καινούργιες μετρήσεις εισάγονται στην βάση δεδομένων SensoMan αυτόματα μέσω του Wi-Fi Module που βρίσκεται συνδεδεμένο στην πλατφόρμα μικροελεγκτή και σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας έναν αριθμό

από υπηρεσίες διαδικτύου που σχετίζονται με την εισαγωγή των δεδομένων στην βάση δεδομένων, αποθηκεύονται και είναι έτοιμες για ανάκτηση τους από τον ιδιοκτήτη από οποιαδήποτε εφαρμογή.

Η παροχή πληροφοριών ανήκει στην τρίτη κατηγορία, όπου γίνεται η άντληση πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες στην βάση και παρέχουν στο χρήστη οποιαδήποτε πληροφορία ζητήσει. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν τις ενεργές πλατφόρμες μικροελεγκτών, καθώς και τους ενεργούς αισθητήρες του χρήστη την δεδομένη στιγμή, που βρίσκονται σε καθορισμένη από τον χρήστη απόσταση, από την θέση που προσδιορίζει. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν την τελευταία μέτρηση του αισθητήρα, μαζί με την τοποθεσία που βρίσκεται και το όνομα της πλατφόρμας ή αισθητήρα, ανάλογα με την περίπτωση. Στην περίπτωση που ανακτώνται πληροφορίες για πλατφόρμες μικροελεγκτών, ανακτώνται οι τελευταίες μετρήσεις όλων των αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι στις αντίστοιχες πλατφόρμες μικροελεγκτών.

Η διαχείριση του συστήματος, δηλαδή των πλατφορμών μικροελεγκτών καθώς και των αισθητήρων είναι στην τέταρτη κατηγορία. Η κατηγορία αυτή είναι υπεύθυνη για τις ρυθμίσεις του υλικού όπου γίνεται η συλλογή των πληροφοριών όπως απενεργοποίηση αισθητήρων, αλλαγή συχνότητας αισθητήρων ή εισαγωγή νέων πλατφορμών μικροελεγκτών καθώς και αισθητήρων. Λόγω του ότι η εγκατάσταση ή η τροποποίηση απαιτεί και την χειρωνακτική εργασία, όσοι χρήστες είναι διαχειριστές ενημερώνονται ούτως ώστε να εκτελεστεί η αλλαγή και στην πράξη. Για αυτό τον λόγο και κρατούνται αρχεία καταγραφής (logs) για τους αισθητήρες – πλατφόρμες μικροελεγκτών.

Στο Παράρτημα Α παρουσιάζεται, ένας ολοκληρωμένος οδηγός χρήσης της υπηρεσίας με την διεύθυνση της κάθε υπηρεσίας, περιγραφή, παραμέτρους που δέχεται καθώς και παραδείγματα απαντήσεων.

4.5 SensoMan Εφαρμογές

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει περιγραφή των εφαρμογών που φτιάχτηκαν για το σύστημα SensoMan.

4.5.1 Διαδικτυακή Εφαρμογή SensoMan

Η διαδικτυακή εφαρμογή φτιάχτηκε για να προσφέρει στον χρήστη την δυνατότητα προβολής του συστήματος SensoMan, καθώς και την ευκαιρία να γίνει κάποιος χρήστης του συστήματος SensoMan μέσω της εγγραφής του και φορτώνοντας την Android εφαρμογή που θα γίνει εκτενής αναφορά στο επόμενο υποκεφάλαιο.

Εκτός από αυτό, μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής γίνεται παρουσίαση των πληροφοριών των αισθητήρων και των πλατφορμών μικροελεγκτών, εισαγωγή πλατφόρμας εάν ο χρήστης είναι διαχειριστής ή ιδιοκτήτης, καθώς και εμφανίζονται οι ειδοποιήσεις που τυχόν έχει ένας διαχειριστής, για να εγκαταστήσει ή να αλλάξει κάτι χειρωνακτικά στο σύστημα συλλογής πληροφοριών.

Επίσης, μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να δει σε γραφικές παραστάσεις και στατιστικά τι συμβαίνει όσον αφορά ύποπτες κινήσεις στην κάθε τοποθεσία που βρίσκονται οι πλατφόρμες μικροελεγκτών του. Επιπλέον και με την προϋπόθεση ο χρήστης να συνδεθεί με τον λογαριασμό του στο κοινωνικό δίκτυο Facebook, μπορεί να γίνει άντληση πληροφοριών, για τυχόν κοινοποιήσεις τοποθεσιών και σύμφωνα με την τεχνική μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται στην σελίδα να ανιχνευθούν εάν υπήρχαν ύποπτες κινήσεις στην τοποθεσία όπου ήταν τοποθετημένη η πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino και να ειδοποιηθεί ο ιδιοκτήτης της.

Περισσότερες πληροφορίες σε ό,τι αφορά την διαδικτυακή εφαρμογή και τις τεχνικές μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιήθηκαν στην διπλωματική εργασία, παρουσιάζονται στα κεφάλαια που ακολουθούν.

4.5.2 SensoMan Android Εφαρμογή

Η SensoMan Android εφαρμογή φτιάχτηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας άλλου φοιτητή, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω. Σε αυτή την διπλωματική θα γίνει περιγραφή της εφαρμογής εν συντομία, αφού έχει να κάνει σε μεγάλο βαθμό με αυτή την διπλωματική εργασία, ενώ παράλληλα αυτή η εφαρμογή αποτελεί μέρος του όλου συστήματος SensoMan.

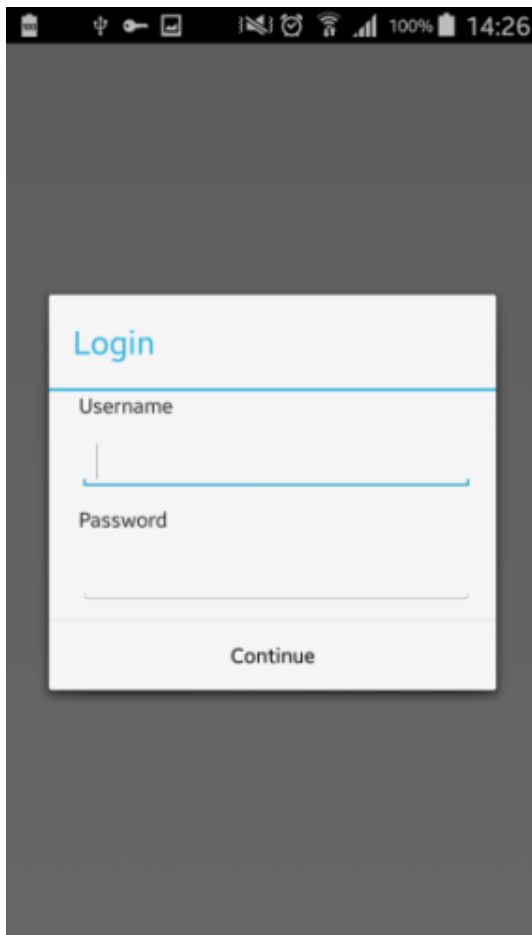
Η υποδομή του συστήματος SensoMan μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βάση δημιουργίας πολλών εφαρμογών. Έτσι και σε αυτή την περίπτωση, η Android εφαρμογή δημιουργήθηκε με σκοπό να παρέχει την απομακρυσμένη διαχείριση ενός αριθμού από αισθητήρες και πλατφορμών μικροελεγκτών, αφού η υπηρεσία διαδικτύου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάκτηση πληροφοριών αλλά και για αλλαγές στο υλικό.

Περίληπτικά, κάποιος χρήστης της Android εφαρμογής, έχει την δυνατότητα εκτέλεσης διάφορων δράσεων στους αισθητήρες απενεργοποίησης/εισαγωγής/αλλαγής συχνότητας κ.λπ.. Ειδικότερα, η εφαρμογή αυτή επιτρέπει στους χρήστες να έχουν μια γρήγορη ματιά στις τελευταίες μετρήσεις των αισθητήρων καθώς και στο ιστορικό των μετρήσεων. Αυτοί οι αισθητήρες βρίσκονται σε τοποθεσία που προσδιορίζεται από τον χρήστη, και μπορούν να ταξινομηθούν είτε από τις πλατφόρμες μικροελεγκτών που είναι συνδεδεμένοι οι αισθητήρες, είτε από τους τύπους των αισθητήρων.

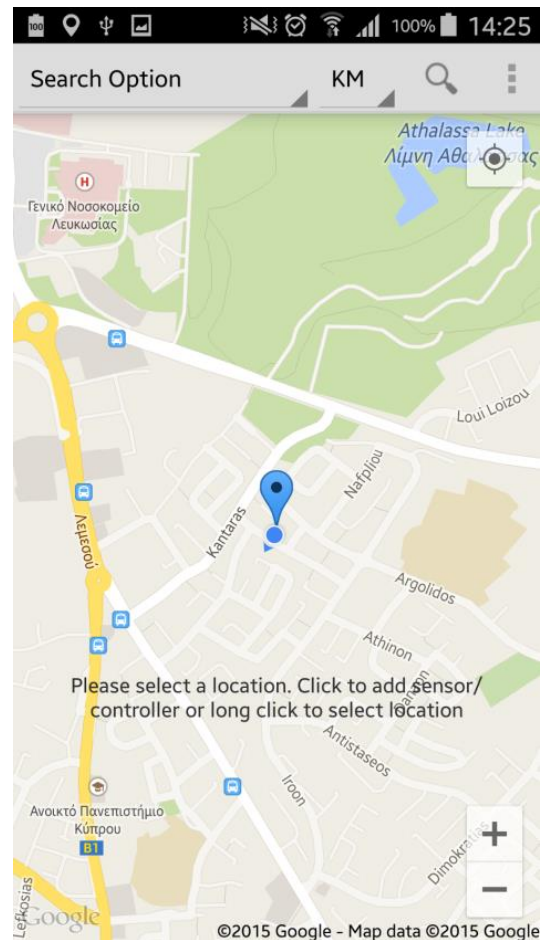
Περισσότερες πληροφορίες όσον αφορά την SensoMan Android εφαρμογή καθώς και για καταφόρτωσή, μπορούν να ανακτηθούν από την ατομική διπλωματική εργασία της Αθηνάς Παφίτου, καθώς και στην ιστοσελίδα [46].

Στην Εικόνα 4.5 παρουσιάζεται στιγμιότυπο οθόνης από την εφαρμογή κατά την οποία ζητά τα διαπιστευτήρια του χρήστη για να γίνει η είσοδός του στο σύστημα, ενώ στην Εικόνα 4.6 παρουσιάζεται στιγμιότυπο οθόνης στο οποίο ο χρήστης μπορεί να ψάξει για αισθητήρες και πλατφόρμες μικροελεγκτών σύμφωνα με την τοποθεσία που θα δώσει

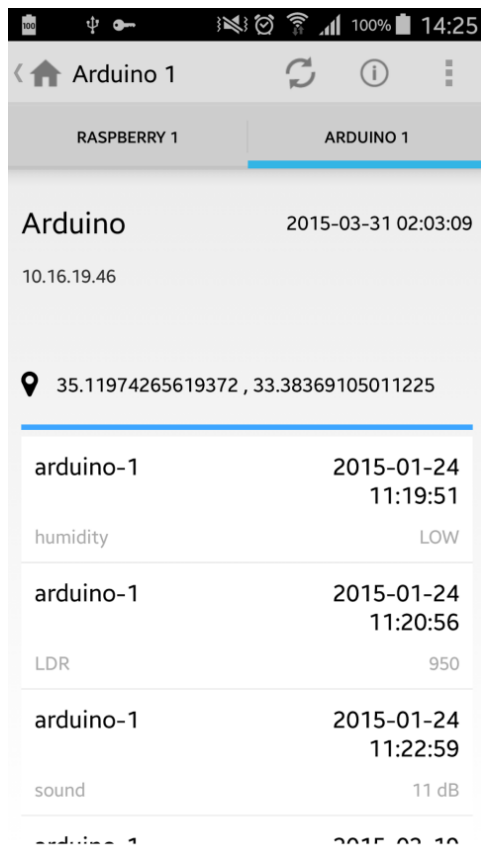
στον χάρτη που του παρουσιάζεται. Στην Εικόνα 4.7, παρουσιάζεται το στιγμιότυπο οθόνης που παρουσιάζεται στον χρήστη για το ιστορικό μετρήσεων ανά αισθητήρα, ενώ στην Εικόνα 4.8 παρουσιάζεται το στιγμιότυπο οθόνης που βλέπει ο χρήστης της εφαρμογής Android όταν χρησιμοποιεί την λειτουργία για να δει το ιστορικό των μετρήσεων με γραφικό τρόπο.



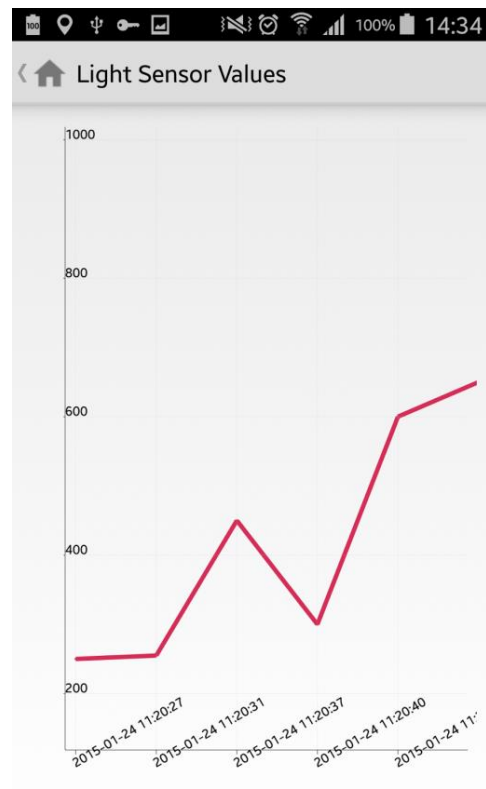
Εικόνα 4.5 Στιγμιότυπο Οθόνης Login Android



Εικόνα 4.6 Στιγμιότυπο Τοποθεσίας Χρήστη Android



Εικόνα 4.7 Στιγμιότυπο Οθόνης Ιστορικού Μετρήσεων Android



Εικόνα 4.8 Στιγμιότυπο Οθόνη παρουσίασης Μετρήσεων Android

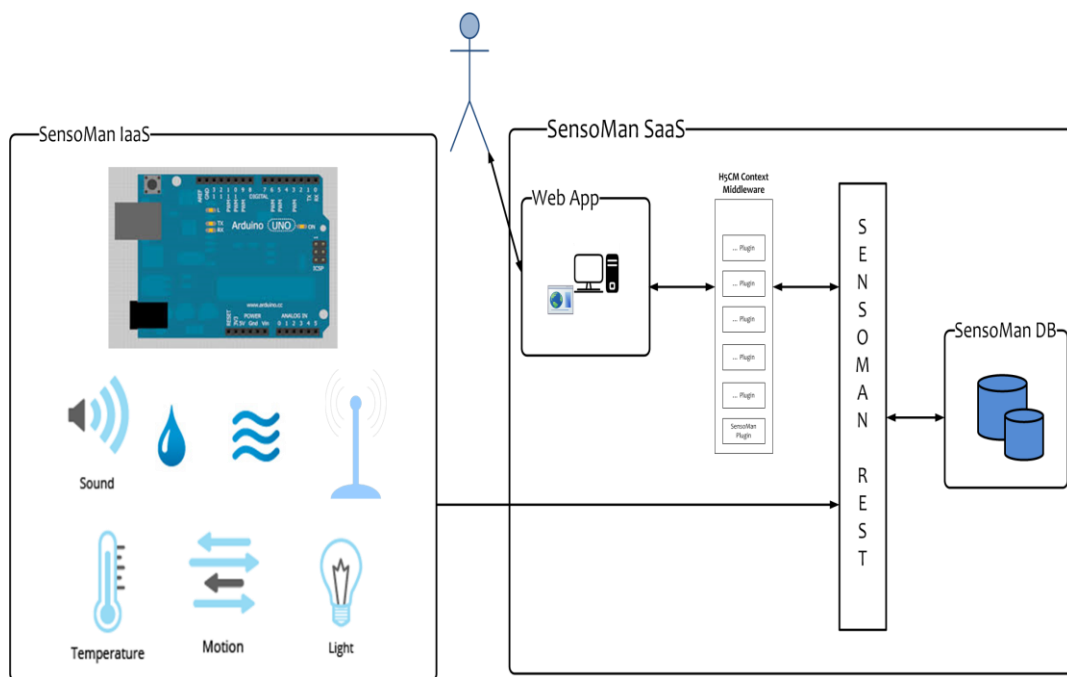
4.6 Ροή Πληροφορίας & Περίπτωση Χρήσης

Σε αυτό το υποκεφάλαιο αναφέρεται πως η πληροφορία περιβάλλοντος από τους αισθητήρες περνά από διάφορα στάδια μέχρι να καταλήξει στην μορφή που παρουσιάζεται στην διαδικτυακή εφαρμογή.

Καταρχήν, όπως έγινε αναφορά και στα προηγούμενα υποκεφάλαια αυτού του κεφαλαίου, η λειτουργία του SensoMan συστήματος βασίζεται στην χρήση της SensoMan REST υπηρεσίας διαδικτύου. Όταν οι αισθητήρες συλλέγουν πληροφορίες από το SensoMan IaaS, αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων SensoMan μέσω της SensoMan REST υπηρεσίας διαδικτύου. Η υπηρεσία διαδικτύου SensoMan επικοινωνεί άμεσα με την βάση δεδομένων SensoMan για άντληση και αποθήκευση δεδομένων.

Στην συνέχεια, όταν ένας χρήστης χρησιμοποιεί την διαδικτυακή εφαρμογή SensoMan, η διαδικτυακή εφαρμογή αλληλοεπιδρά με την υπηρεσία διαδικτύου SensoMan μέσω του SensoMan Module που θα περιγράψει με λεπτομέρεια στο επόμενο κεφάλαιο.

Το SensoMan Module που ανήκει στο ενδιάμεσο λογισμικό H5CM [19], επικοινωνεί κατευθείαν με την υπηρεσία διαδικτύου και έτσι μεταφέρεται η ροή πληροφορίας όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 4.9.



Εικόνα 4.9 Ροή Πληροφορίας Διαδικτυακής Εφαρμογής

Ο χρήστης μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής SensoMan, έχει την δυνατότητα να ανιχνεύσει ανώμαλη συμπεριφορά, να δει τα στατιστικά των αισθητήρων, τους ενεργούς αισθητήρες καθώς και να προσθέσει πλατφόρμα μικροελεγκτή και να δει τις ειδοποιήσεις που τον απασχολούν, δεδομένου ότι είναι ένας εγγεγραμμένος χρήστης στο σύστημα SensoMan. Αν όχι, ο χρήστης μπορεί να εγγραφεί και έπειτα να συνδεθεί στο σύστημα. Αναλυτικότερα, όσον αφορά τις λειτουργίες της διαδικτυακής εφαρμογής θα αναφερθούν στο Κεφάλαιο 6.

Κεφάλαιο 5

Σύνδεση με το H5CM

5.1 Εισαγωγή	55
5.2 Χρήση SensoMan REST Service – SensoMan Plugin	55
5.3 Τεχνική Μηχανικής Μάθησης	58
5.3.1 Εύρεση Κατάλληλου Αλγορίθμου	58
5.3.2 Αλγόριθμος K-Star	62
5.3.3 Χρήση K-Star στο SensoMan Plugin	62

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα επεξηγηθεί επιγραμματικά το πώς η υπηρεσία διαδικτύου που έχει περιγραφτεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, συνδέθηκε με το ενδιάμεσο λογισμικό επίγνωσης πλαισίου (context – awareness) H5CM [18]. Επιπλέον, θα γίνει επεξήγηση της υλοποίησης του αλγορίθμου τεχνικής μηχανικής μάθησης που ανιχνεύει ανώμαλη συμπεριφορά στις πληροφορίες περιβάλλοντος από τους αισθητήρες, καθώς και το πώς γίνεται η χρήση του μέσω του module, που συνδέει την REST υπηρεσία διαδικτύου SensoMan με το ενδιάμεσο λογισμικό επίγνωσης συγκειμένου (context – awereness) H5CM.

5.2 Χρήση SensoMan REST Service – SensoMan Plugin

Το ενδιάμεσο λογισμικό επίγνωσης πλαισίου H5CM εκτός από το ότι έχει επίγνωση για την τοποθεσία του χρήστη, τον προσανατολισμό της συσκευής, την παρακολούθηση του επιπέδου μπαταρίας της συσκευής, έχει και την ικανότητα να συνδεθεί τόσο με REST

υπηρεσία διαδικτύου όσο και με SOAP υπηρεσία διαδικτύου. Στην περίπτωση που παρουσιάζεται στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε η δυνατότητα σύνδεσης με REST υπηρεσία διαδικτύου, στην οποία συνδέθηκε η SensoMan REST υπηρεσία διαδικτύου και δημιουργήθηκε το SensoMan Module.

Καταρχήν, το ενδιαμέσο λογισμικό επίγνωσης πλαισίου (context – awareness) H5CM, λειτουργεί ως εξής: Υπάρχει ένα αντικείμενο τύπου ContextManagerSingleton, το οποίο κρατά την κατάσταση του αισθητήρα – υπηρεσίας που χρησιμοποιείται. Οι διάφοροι αισθητήρες – υπηρεσίες, που αναφέρονται ως modules, έχει το καθένα την δική του υλοποίηση σύμφωνα με την οποία αντιλαμβάνεται την αλλαγή στον αισθητήρα – υπηρεσία και έπειτα ενημερώνει την κατάσταση του αντικειμένου ContextManagerSingleton. Όλα τα αρχεία είναι τύπου JavaScript [12].

```
1.  ...
2.  else if (context.substring(0, 8) == "SensoMan"){
3.      if (context == "SensoManConnect"){
4.          instance.SensoManConnect = { SensoManConnect: "context" };
5.          instance.SensoManConnectContextValueEvent =
6.              new CustomEvent("SensoManConnectContextValueEvent", {
7.                  detail: { message: "SensoManConnectContextValueEvent",time: new Date()
8.              },
9.              bubbles: true, cancelable: true }
10.         );
11.         console.log("SensoManConnect context property initialised");
12.         instance.SensoManCounter++;
13.     }
14.     if (context == "SensoManConnect"){
15.         ...
16.     }
17.     ...
18. }
```

Εικόνα 5.1 Κώδικας Context Manager Singleton

Αντί να χρησιμοποιηθεί το module που αναφέρεται στην σύνδεση με την REST υπηρεσία διαδικτύου, δημιουργήθηκε ένα καινούργιο module, το οποίο ονομάστηκε SensoMan. Επιπλέον, για να αποθηκεύεται η κατάσταση του SensoMan Module στο αντικείμενο τύπου ContextManagerSingleton, προστέθηκε ο κώδικας που φαίνεται στην Εικόνα 5.1, στο αρχείο ContextManagerSingleton.js [19]. Στην Εικόνα 5.1, φαίνεται το μέρος του κώδικα για πώς ενημερώνεται για την αλλαγή κατάστασης το αντικείμενο ContextManagerSingleton, όταν καλείται η υπηρεσία SensoMan Connect (γραμμή 2) από

το SensoMan Module. Παρόμοιος κώδικας υπάρχει και για τον υπόλοιπο αριθμό υπηρεσιών που προσφέρει το σύστημα SensoMan, μέσω της υπηρεσίας διαδικτύου.

```
1.  function SensoMan(context, parameters){
2.      var singletonContextManager =
3.          ContextManagerSingleton.getInstance(context);
4.      var RestfulServiceURL;
5.      ...
6.      else if(context=='SensoManChart'){
7.          RestfulServiceURL='http://thesis.in.cs.ucy.ac.cy/datasensors/retrieve
8.          /measurementsType.php';
9.      }
10.     ...
11.     $.ajax({
12.         type:"post",
13.         url: RestfulServiceURL,
14.         data: parameters,
15.         success: function(result){
16.             var response=result;
17.             ...
18.             else if (context == 'SensoManChart'){
19.                 singletonContextManager.SensoManChart.SensoManChart =
20.                 response;
21.                 document.dispatchEvent(singletonContextManager.SensoMan
22.                 ChartContextValueEvent);
23.                 console.log( "SensoMan is fired -> Requested SensoMan is
24.                 returned: SensoManChart." );
25.             }
26.             ...
27.         },
28.         error: function(){
29.             console.log("SensoMan occurred an error");
30.         }
31.     });
32. }
```

Εικόνα 5.2 Κώδικας SensoMan Plugin

Όσον αφορά την υλοποίηση του SensoMan Plugin (module), δημιουργήθηκε κάτι παρόμοιο με το module για την REST υπηρεσία διαδικτύου. Δηλαδή, ανάλογα με το περιεχόμενο που καλείται από την εφαρμογή πελάτης, η ανάλογη υπηρεσία REST λαμβάνει χώρα από το module και έτσι γίνεται η ενημέρωση του αντικείμενου τύπου ContextManagerSingleton, για ενημέρωση της κατάστασης και του περιεχομένου του. Στην Εικόνα 5.2, παρουσιάζεται μέρος του κώδικα από το SensoMan Plugin, το οποίο καλεί την υπηρεσία SensoMan Chart, για την εμφάνιση των πληροφοριών περιβάλλοντος από τους αισθητήρες.

5.3 Τεχνική Μηχανικής Μάθησης

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, αποφασίστηκε ότι ήταν αναγκαία η χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης, ούτως ώστε να δημιουργηθεί ένα σύστημα το οποίο να αντιλαμβάνεται και να ανιχνεύει τυχόν ανωμαλίες, σύμφωνα με την κανονική συμπεριφορά στην λειτουργία του.

Λόγω του ότι, το SensoMan είναι ένα σύστημα το οποίο συλλέγει πληροφορίες περιβάλλοντος, μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε τοποθεσία και με αυτό τον τρόπο να παρακολουθείται η κατάσταση που επικρατεί στην τοποθεσία. Επίσης, με την χρήση του συστήματος SensoMan έχει επιτευχθεί η απομακρυσμένη διαχείριση πλατφορμών μικροελεγκτή, έτσι με χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης μπορεί να πραγματοποιηθεί ανίχνευση πιθανής ύποπτης κίνησης στην τοποθεσία ή ανωμαλίας στην συμπεριφορά των πλατφορμών μικροελεγκτή, ούτως ώστε να γίνεται ειδοποίηση στον ιδιοκτήτη ή τον διαχειριστή για να δώσει προσοχή ή να επιθεωρήσει τον χώρο.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθεί η τεχνική μηχανικής μάθησης που ακολουθείται, καθώς και πως γίνεται η χρήση της τεχνικής αυτής στο SensoMan Module, που έχει γίνει περιγραφή του στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Επιπλέον, παρουσιάζονται κάποια από τα αποτελέσματά για την εύρεση του κατάλληλου αλγορίθμου.

5.3.1 Εύρεση Κατάλληλου Αλγορίθμου

Κατά την διάρκεια των πειραμάτων, χρησιμοποιήθηκαν αρκετοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης. Για εύρεση του καλύτερου αλγορίθμου στο σύστημα SensoMan σε θέματα μηχανικής μάθησης, έγιναν πειράματα με πληροφορίες από αισθητήρες περιβάλλοντος που τοποθετήθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου Software Engineering and Internet Technologies (SEIT), το οποίο βρίσκεται στον Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου. Εκεί, λήφθηκε ένα καλό δείγμα, συνηθισμένων και καλών συνθηκών για περίοδο 10 ημερών. Όταν γίνεται αναφορά σε καλές συνθήκες, εννοείται ότι συνήθως

δεν υπήρχε ποσοστό υγρασίας, ενώ κατά την διάρκεια των ωρών 9 π.μ. – 4 μ.μ. και ενώ η μέρα ήταν εργάσιμη υπήρχε κίνηση και η θερμοκρασία συνήθως ήταν μεταξύ των 23 – 28 βαθμών Κελσίου, ενώ ο ήχος είχε αρκετές αυξομειώσεις λόγω πιθανών ομιλιών – σίγασης (10 dB – 69 dB). Ενώ, στο υπόλοιπο διάστημα, δηλαδή συνήθως μετά τις 5 μ.μ. μέχρι το πρωί της επόμενης μέρας, δεν υπήρχε συνήθως κίνηση και η θερμοκρασία ήταν μεταξύ 19 – 24 βαθμούς Κελσίου. Επιπλέον, η παραγωγή ήχου ήταν μεταξύ των 10 dB – 50 dB. Η ίδια πληροφορία ήταν και σε περιπτώσεις μη εργάσιμης μέρας από το πρωί μέχρι το βράδυ. Έπειτα, αφού μαζεύτηκε και η επιπλέον πληροφορία για τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονταν στο εργαστήριο κάθε στιγμή (ζητώντας από τα άτομα του εργαστηρίου να αναφέρουν την παρουσία τους στο χώρο), δημιουργήθηκε το μοντέλο στο οποίο είχε γίνει εκτέλεση διάφορων αλγορίθμων για να αποφασιστεί στο τέλος και συγκριτικά με άλλους αλγορίθμους ποιος αλγόριθμος ήταν ο καταλληλότερος για την περίπτωση.

Οι πληροφορίες που δόθηκαν ως παράμετροι στους αλγορίθμους ήταν έντεκα:

1. η ώρα (0-24)
2. το λεπτό (0-59)
3. το δευτερόλεπτο (0-59)
4. η μέρα (Δευτέρα, Τρίτη κ.λπ.)
5. αν είναι μέρα εργασίας (0/1)
6. η μέτρηση της υγρασίας (HIGH/LOW)
7. η μέτρηση του αισθητήρα φωτεινότητας (0- ∞)
8. αν υπήρχε κίνηση (0/1)
9. η μέτρηση του αισθητήρα ήχου (0- ∞)
10. η μέτρηση της θερμοκρασία (0- ∞)
11. καθώς και ο αριθμός των ατόμων (0- ∞)

Χρησιμοποιήθηκαν αυτές οι έντεκα παράμετροι, λόγω του ότι υπήρχε η ανάγκη για ακριβή χρονοσφραγίδα (ώρα – λεπτό – δευτερόλεπτο) των μετρήσεων του κάθε αισθητήρα. Επίσης, δόθηκε ως παράμετρο η μέρα για να ληφθούν στατιστικά ανά μέρα, καθώς επίσης και να επισημανθεί εάν η μέρα είναι εργάσιμη ή όχι. Αυτό είναι σημαντικό, γιατί σε περίπτωση που η ημέρα δεν είναι εργάσιμη και ανιχνευθούν μη – κανονικές τιμές κατά τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης, θα πρέπει να ειδοποιείται ο χρήστης. Αυτές οι

παράμετροι, θεωρήθηκαν ως αναγκαίες για ανίχνευση ανωμαλιών στην συμπεριφορά των αισθητήρων. Ο αριθμός των ατόμων όμως ήταν η παράμετρος, κατά τη οποία έπρεπε να γίνει η πρόβλεψη. Δηλαδή, χρησιμοποιήθηκαν αυτές οι πληροφορίες των δέκα ημερών για να δημιουργηθεί το σωστό μοντέλο, και έπειτα όταν θα γίνεται άντληση των μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο να χρησιμοποιείται αυτό το μοντέλο για να προβλεφθεί ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται στην τοποθεσία.

Για να γίνει η εκτέλεση των διάφορων αλγορίθμων, χρησιμοποιήθηκε το βοηθητικό εργαλείο Weka Toolkit [47], το οποίο προσφέρει την υλοποίηση διάφορων αλγορίθμων. Το μόνο που απαιτείται, είναι να εισαχθεί το αρχείο με τις πληροφορίες πάνω στο οποίο θα εκτελεστεί ο αλγόριθμος και να γίνει η επιλογή του αλγόριθμου, μαζί με κάποιες ιδιαίτερες ρυθμίσεις εάν χρειαστεί. Έπειτα, εκτελείται ο αλγόριθμος που επιλέχθηκε και παρουσιάζονται στην οθόνη τα αποτελέσματα καθώς και τα στατιστικά.

Σύμφωνα με σχετική έρευνα [48], στην οποία ήθελαν να προβλέπουν τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται σε ένα εργαστήριο από την συλλογή πληροφοριών από αισθητήρες, είχαν εκτελέσει διάφορους αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Είχαν δοκιμάσει δύο από τις τεχνικές μηχανικής μάθησης, την τεχνική της ταξινόμησης (classification) καθώς την τεχνική της παλινδρόμησης (regression), για τον λόγο ότι η παράμετρος στόχος μπορούσε να είναι είτε διακριτή είτε αριθμητική. Η τεχνική της ταξινόμησης (classification) χρησιμοποιείται για να προβλέψει την παράμετρο που θέτουμε σαν παράμετρο στόχος για πρόβλεψη (categorical class), ενώ η δεύτερη τεχνική μοντελοποιεί τις τιμές συνεχώς μέχρι να φτάσει την «σωστή» τιμή για την παράμετρο πρόβλεψης (class attribute). Για την τεχνική της ταξινόμησης (classification) χρησιμοποίησαν τον αλγόριθμο Decision Tree J48, ο οποίος παρέχει καλύτερη οπτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς και τον Bayesian Network, ο οποίος παρέχει καλύτερη χρήση όλων των παραμέτρων. Ενώ παράλληλα, για την τεχνική της παλινδρόμησης (regression) χρησιμοποίησαν τον αλγόριθμο Linear Regression. Σύμφωνα, με τα δικά τους αποτελέσματα που παρατίθενται στον Πίνακα 5.1, στην δική τους περίπτωση, καλύτερος αλγόριθμος αναδείχτηκε ο αλγόριθμος ταξινόμησης (classification) Bayes Network, αφού τόσο στην ακρίβεια έχει μεγαλύτερα ποσοστά από τους άλλους αλλά και σε ποσοστά λάθους έχει το μικρότερο.

		J48	Bayes Network	Linear Regression
Απλή Δέσμη Πληροφοριών	MAE	0.17	0.12	0.44
	RMSE	0.29	0.26	0.54
	ACC	73%	80%	-
Επauξημένη Δέσμη Πληροφοριών	MAE	0.15	0.1	0.34
	RMSE	0.27	0.24	0.45
	ACC	78%	83%	-

Πίνακας 5.1 Αποτελέσματα Σχετικής Έρευνας

MAE: Mean Absolute Error

RMSE: Root Mean Squared Error

ACC: Accuracy

		J48	Bayes Network	K-Star	Linear Regression
Απλή Δέσμη Πληροφοριών	MAE	0.26	0.19	0.13	0.53
	RMSE	0.38	0.3	0.28	0.65
	ACC	67%	75%	82%	-
Επauξημένη Δέσμη Πληροφοριών	MAE	0.22	0.16	0.1	0.46
	RMSE	0.31	0.28	0.23	0.58
	ACC	73%	80%	86%	-

Πίνακας 5.2 Αποτελέσματα Εύρεσης Αλγορίθμου

MAE: Mean Absolute Error

RMSE: Root Mean Squared Error

ACC: Accuracy

Αυτό έγινε και στην περίπτωση που μελετάται στην παρούσα διπλωματική. Έγινε δοκιμή, των αντίστοιχων αλγορίθμων μέσω του WEKA Toolkit [47], στο αρχείο με τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τους αισθητήρες, αλλά μεταξύ άλλων έγινε χρήση και του αλγόριθμο ταξινόμησης (classification) K-Star. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα

που παρατίθενται στον Πίνακα 5.2, η ακρίβεια ήταν μεγαλύτερη στον αλγόριθμο ταξινόμησης (classification) καθώς και το ποσοστό λάθους μικρότερο.

Στην επόμενη υποενότητα θα γίνει εκτενέστερη αναφορά για το πώς λειτουργεί ο αλγόριθμος K-Star που χρησιμοποιείται στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, αλλά δεν θα προβούμε σε περισσότερες λεπτομέρειες λόγω του ότι χρησιμοποιείται η έτοιμη υλοποίηση που προσφέρει το WEKA Toolkit [47].

5.3.2 Αλγόριθμος K-Star

Ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης K-Star (K^*) [49] ανήκει στην κατηγορία αλγορίθμων ταξινόμησης (classification) και είναι ένας αλγόριθμος που χαρακτηρίζεται ως μαθητευόμενος μέσω παραδειγμάτων (instance-based learner). Ονομάζεται έτσι, λόγω του ότι ταξινομεί τα τεκμήρια που έχει συγκρίνοντας τα βάση των προ-ταξινομημένων (pre-classified) παραδειγμάτων. Η θεμελιώδης παραδοχή που χρησιμοποιείται είναι ότι τα παρόμοια τεκμήρια έχουν παρόμοια ταξινόμηση [50]. Τέτοιοι αλγόριθμοι χρησιμοποιούν την μέθοδο ότι τα αντίστοιχα τεκμήρια έχουν μια σχέση που δίνεται μέσω της συνάρτησης distance του instance-based learner.

Στην υλοποίηση του αλγορίθμου K^* χρησιμοποιείται ως συνάρτηση distance, μεταξύ των παραδειγμάτων για να δούμε κατά πόσο είναι παρόμοια ή όχι, η entropic distance, ούτως ώστε ο αλγόριθμος να φτάσει σε πρόβλεψη. Το σκεπτικό της entropic distance, βρίσκεται στο ότι ως απόσταση θα θεωρείται η πολυπλοκότητα της μετατροπής του ενός στοιχείου στο άλλο. Έτσι αυτό, γίνεται και μέσω του αλγορίθμου K^* .

5.3.3 Χρήση K-Star στο SensoMan Plugin

Όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιήθηκαν οι έτοιμες υλοποιήσεις των αλγορίθμων μέσω του WEKA Toolkit [47] για την εύρεση του αλγορίθμου που θα χρησιμοποιηθεί. Μετά την εύρεση του αλγορίθμου και για να γίνει χρήση και σύνδεσή του με το υπόλοιπο

σύστημα SensoMan, απαιτείτο μια διαδικασία την οποία θα πρέπει να ακολουθείται πάντοτε.

Λόγω του ότι η διαδικασία έπρεπε να αυτοματοποιηθεί, δεν μπορούσε να γίνεται η χρήση του WEKA Toolkit, αφού είναι ένα γραφικό περιβάλλον. Έτσι, δημιουργήθηκε ένα Java [26] πρόγραμμα, στο οποίο γίνεται χρήση του αλγορίθμου K* με την βοήθεια των βιβλιοθηκών WEKA [51].

```
1.  import weka.classifiers.Classifier;
2.  import weka.classifiers.Evaluation;
3.  import weka.core.Instances;
4.  import weka.core.converters.ConverterUtils;
5.  import weka.classifiers.lazy.KStar;
6.  import weka.filters.Filter;
7.  import weka.filters.unsupervised.attribute.Remove;
8.  ...
9.  DataSource source = new ConverterUtils.DataSource("machine.csv");
10. Instances data = source.getDataSet();
11. if (data.classIndex() == -1)
12.     data.setClassIndex(data.numAttributes() - 1);
13. String[] options = new String[4];
14. options[0] = "-B";
15. options[1] = "20";
16. options[2] = "-M";
17. options[3] = "a";
18. Remove remove = new Remove();           // new instance of filter
19. remove.setOptions(options);              // set options
20. remove.setInputFormat(data);
21. Instances newData = Filter.useFilter(data, remove); // apply filter
22. KStar bn= new KStar();
23. bn.setOptions(options);
24. bn.buildClassifier(data);
25. //Evaluation
26. // train classifier
27. Classifier cls = new KStar();
28. cls.buildClassifier(data);
29. // evaluate classifier and print some statistics
30. Evaluation eval = new Evaluation(data);
31. eval.evaluateModel(cls, data);
32. DataSource sourceUn = new DataSource("unlabelled.csv");
```

```

33. Instances unlabeled = sourceUn.getDataSet();
34. // set class attribute
35. unlabeled.setClassIndex(unlabeled.numAttributes() - 1);
36. // create copy
37. Instances labeled = new Instances(unlabeled);
38. // label instances
39. for (int i = 0; i < unlabeled.numInstances(); i++) {
40.     double clsLabel = bn.classifyInstance(unlabeled.instance(i));
41.     labeled.instance(i).setClassValue(clsLabel);
42. }
43. // save labelled data
44. BufferedWriter writer = new BufferedWriter(new FileWriter("labelled.arff"));
45. writer.write(labeled.toString());
46. writer.newLine();
47. writer.flush();
48. writer.close();

```

Εικόνα 5.3 Κώδικας Δημιουργίας Προβλέψεων

Σύμφωνα με τον κώδικα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.3, γίνεται χρήση της βιβλιοθήκης Weka (γραμμή 1-7) και έπειτα γίνεται η δημιουργία του μοντέλου από το καλό δείγμα που προαναφέρθηκε. Στην γραμμή 9 διαβάζει από το CSV αρχείο machine.csv, το καλό δείγμα, ενώ στην γραμμή 12, θέτει ποια παράμετρος είναι αυτή η οποία θα πρέπει να προβλέπεται. Στην συνέχεια θέτει ποιος αλγόριθμος θα πρέπει να εκτελεστεί, μαζί με τις ρυθμίσεις – προτιμήσεις που χρειάζεται, εκπαιδεύει και δημιουργεί το μοντέλο που στην συνέχεια θα χρησιμοποιείται για να προβλέπει τον αριθμό των ατόμων στο εργαστήριο (γραμμή 13-31). Έπειτα, το μοντέλο το οποίο δημιουργήθηκε χρησιμοποιείται για πρόβλεψη του αριθμού των ατόμων που υπάρχουν στις καινούργιες πληροφορίες που διαβάστηκαν (γραμμή 32-42), ενώ στην συνέχεια αποθηκεύεται η πρόβλεψη σε ένα καινούργιο αρχείο το οποίο θα εξετάζεται μέσω του συστήματος SensoMan.

Για να γίνει η σύνδεση της δημιουργίας προβλέψεων με το SensoMan Module, δημιουργήθηκε ένα αρχείο PHP [45], το οποίο υλοποιεί την τεχνική μηχανικής μάθησης που χρειάζεται με την χρήση του Java [26] αρχείου. Δηλαδή, μέσω του SensoMan Module, καλείται το PHP αρχείο ως μια υπηρεσία REST και επιστρέφεται η απάντηση σε μορφή JSON [9]. Το PHP αρχείο κάνει όλη την «δουλειά». Δηλαδή, μέσω του PHP

καλείται το Java [26] πρόγραμμα το οποίο δημιουργεί το αρχείο με τις προβλέψεις, και στην συνέχεια το PHP χρησιμοποιώντας κάποιους συνδυασμούς όλων των μετρήσεων ανιχνεύει ανωμαλίες στην λειτουργία των αισθητήρων.

Κεφάλαιο 6

Διαδικτυακή Εφαρμογή SensoMan

6.1 Εισαγωγή	66
6.2 Λειτουργίες Διαδικτυακής Εφαρμογής	67
6.2.1 Παραπομπή στην Android εφαρμογή SensoMan	67
6.2.2 Εγγραφή Χρήστη	68
6.2.3 Σύνδεση Χρήστη	70
6.2.4 Dashboard Χρήστη	71
6.2.5 Ειδοποιήσεις Χρήστη	72
6.2.6 Αποσύνδεση Χρήστη	73
6.2.7 Παρουσίαση Στατιστικών Αισθητήρων	74
6.2.8 Ανίχνευση Ανώμαλης Συμπεριφοράς	75
6.2.9 Ανίχνευση Ανώμαλης Συμπεριφοράς μέσω Facebook	76
6.3 Τεχνολογίες Υλοποίησης	78
6.3 Σύνοψη	78

6.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται επιγραμματικά η λειτουργία της διαδικτυακής εφαρμογής SensoMan. Ως στόχοι αυτής της διαδικτυακής εφαρμογής είναι πρώτον να δώσει σε έναν μελλοντικό χρήστη την ευκαιρία να κάνει εγγραφή στο σύστημα SensoMan και να μεταφορτώσει την Android εφαρμογή SensoMan. Δεύτερον να μπορεί ένας ήδη εγγεγραμμένος χρήστης να συνδεθεί στον προσωπικό λογαριασμό του σύστημα SensoMan και να παρακολουθήσει τους αισθητήρες καθώς και να ανιχνεύσει ανώμαλη συμπεριφορά των αισθητήρων του, κάτι το οποίο σημαίνει ύποπτη κίνηση στον χώρο που

είναι τοποθετημένη η συγκεκριμένη πλατφόρμα μικροελεγκτή. Η συγκεκριμένη λειτουργία αποτελεί ένα παράδειγμα χρήσης της υποδομής του SensoMan. Θα μπορούσαν να υλοποιηθούν και πρόσθετες εφαρμογές που να εκμεταλλεύονται τις βασικές πληροφορίες του συστήματος (cloud αισθητήρων, μετρήσεις κτλ.).

Στην συνέχεια, στο επόμενο υποκεφάλαιο θα γίνει περιγραφή των λειτουργιών που προσφέρει η διαδικτυακή εφαρμογή του συστήματος SensoMan.

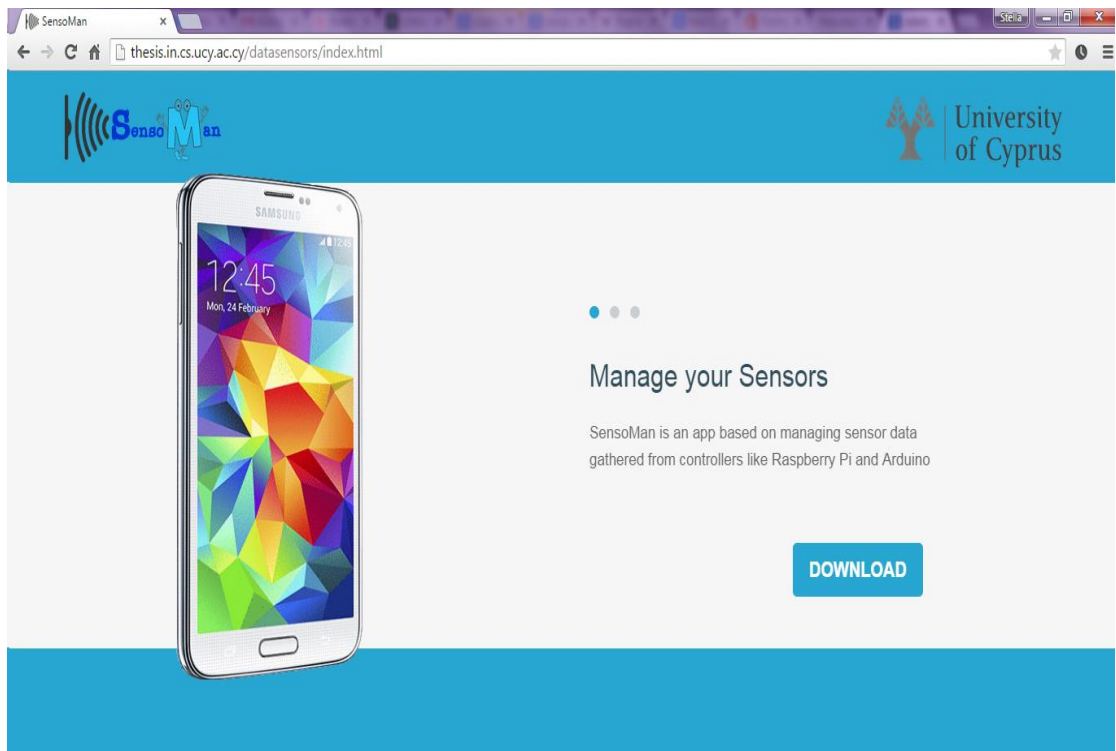
Η διαδικτυακή εφαρμογή χρησιμοποιεί το SensoMan Module που έχει περιγραφεί στο προηγούμενο κεφάλαιο για να εκτελέσει τις λειτουργίες που χρειάζεται ο χρήστης. Επίσης, εκτός από το SensoMan Module, χρησιμοποιεί και το module, το οποίο αντιλαμβάνεται την θέση του χρήστη, από το ενδιάμεσο λογισμικό επίγνωσης πλαισίου H5CM [18].

6.2 Λειτουργίες Διαδικτυακής Εφαρμογής

6.2.1 Παραπομπή στην Android εφαρμογή SensoMan

Στην αρχική σελίδα του συστήματος SensoMan (home page) δίνεται παραπομπή του χρήστη σε σελίδα, στην οποία μπορεί να φορτώσει ή να εγκαταστήσει την SensoMan Android εφαρμογή, που δημιουργήθηκε στα πλαίσια παράλληλης διπλωματικής εργασίας. Από εκεί, ο χρήστης έχει την ευκαιρία να διαβάσει οδηγίες για φόρτωση ή εγκατάσταση της εφαρμογής για συσκευές Android και έπειτα να την χρησιμοποιήσει. Για την είσοδό του στην εφαρμογή απαιτείται να είναι χρήστης του συστήματος SensoMan. Εάν δεν είναι εγγεγραμμένος θα πρέπει προχωρήσει σε εγγραφή μέσω της αρχικής σελίδας του συστήματος.

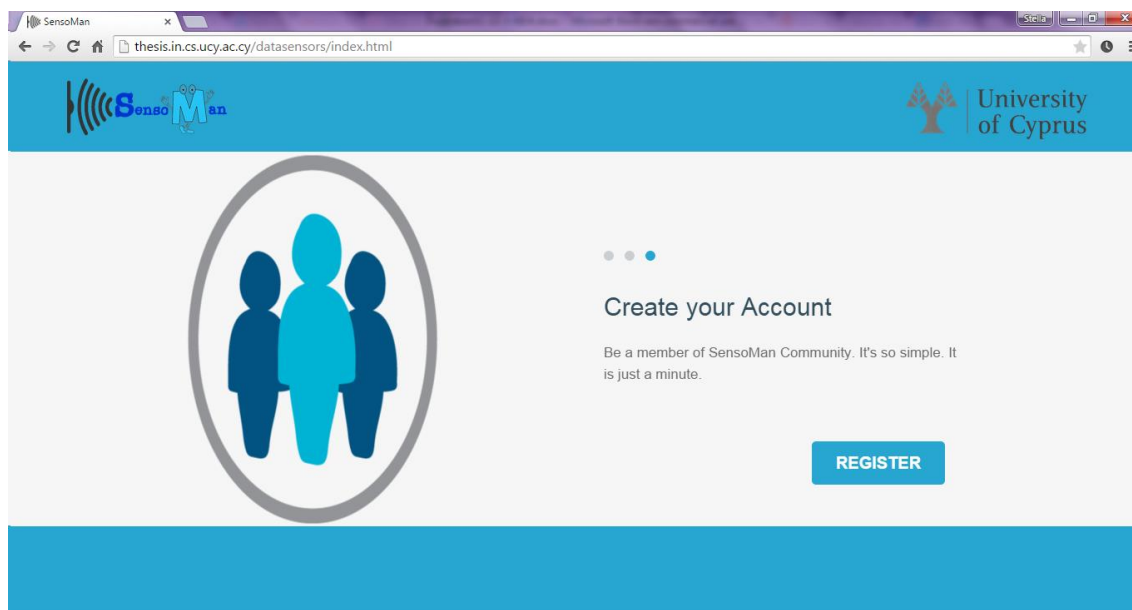
Στην Εικόνα 6.1, παρουσιάζεται η οθόνη που βλέπει ο χρήστης στην οποία γίνεται η παραπομπή για καταφόρτωση της Android εφαρμογής.



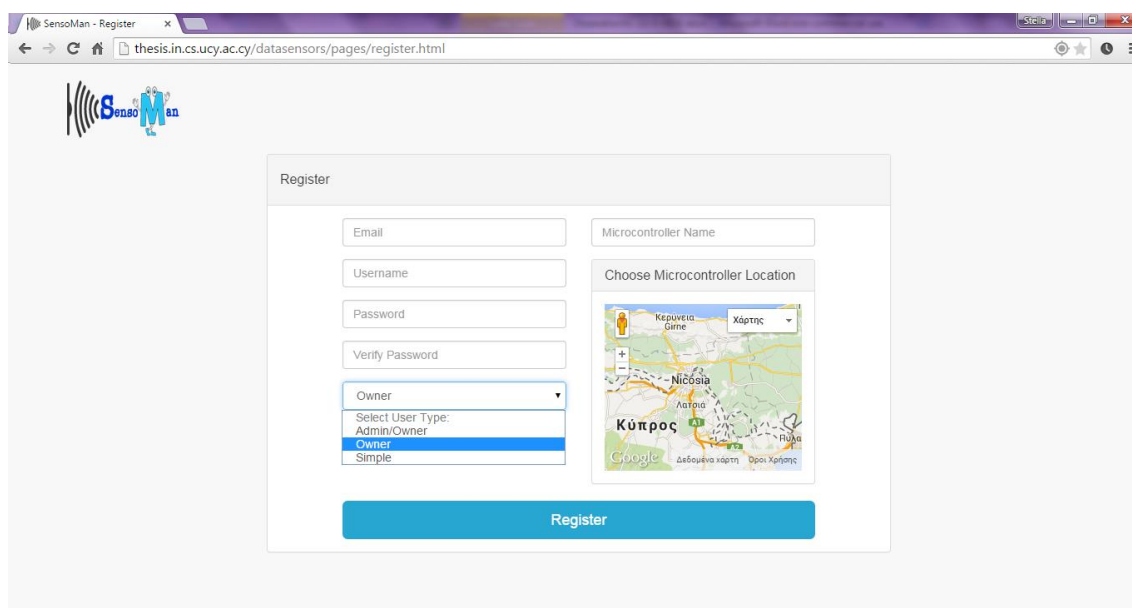
Εικόνα 6.1 Στιγμιότυπο οθόνης για Android εφαρμογή

6.2.2 Εγγραφή Χρήστη

Στην αρχική σελίδα (homepage) του συστήματος SensoMan, υπάρχει η δυνατότητα εγγραφής καινούργιου χρήστη στο σύστημα. Στην Εικόνα 6.2, απεικονίζεται η παραπομπή του χρήστη στην σελίδα για εγγραφή, πατώντας το κουμπί Register. Η σελίδα μέσα από την οποία ο χρήστης μπορεί να εγγραφεί παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.3.



Εικόνα 6.2 Στιγμιότυπο Οθόνης για εγγραφή



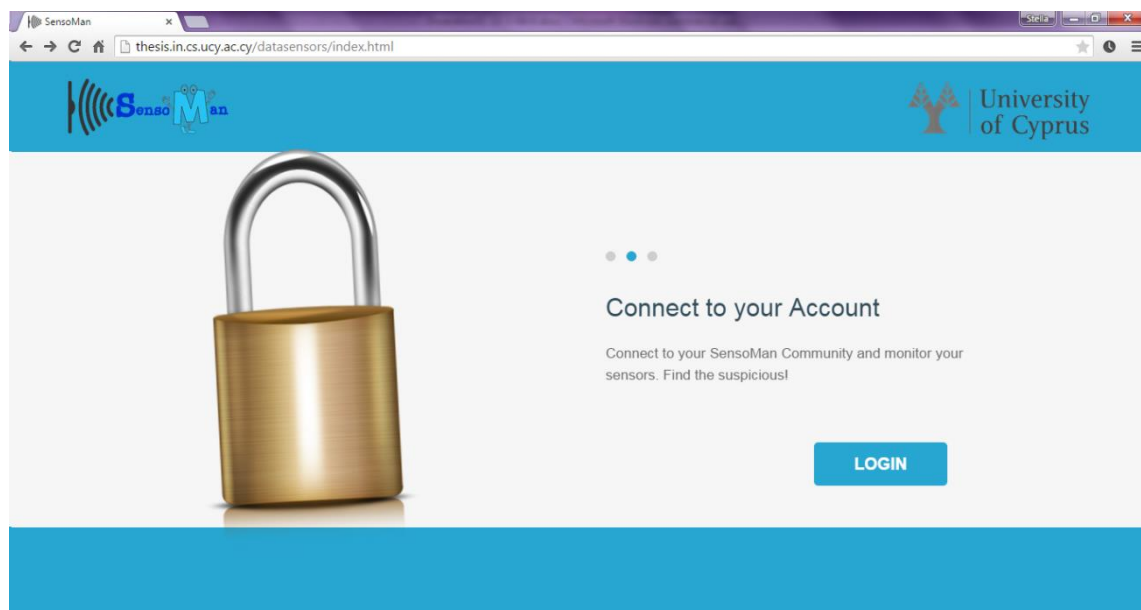
Εικόνα 6.3 Στιγμιότυπο Οθόνης Εγγραφής Χρήστη

Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.3, ο χρήστης δίνει την ηλεκτρονική του διεύθυνση, ένα όνομα χρήστη και τον προσωπικό κωδικό με τον οποίο θα συνδέεται στο σύστημα. Ο χρήστης έχει να επιλέξει μεταξύ τριών επιλογών για τον τύπο χρήστη που θα εξυπηρετεί. Σε περίπτωση που ο τύπος χρήστης που θα επιλέξει θα είναι simple, δεν

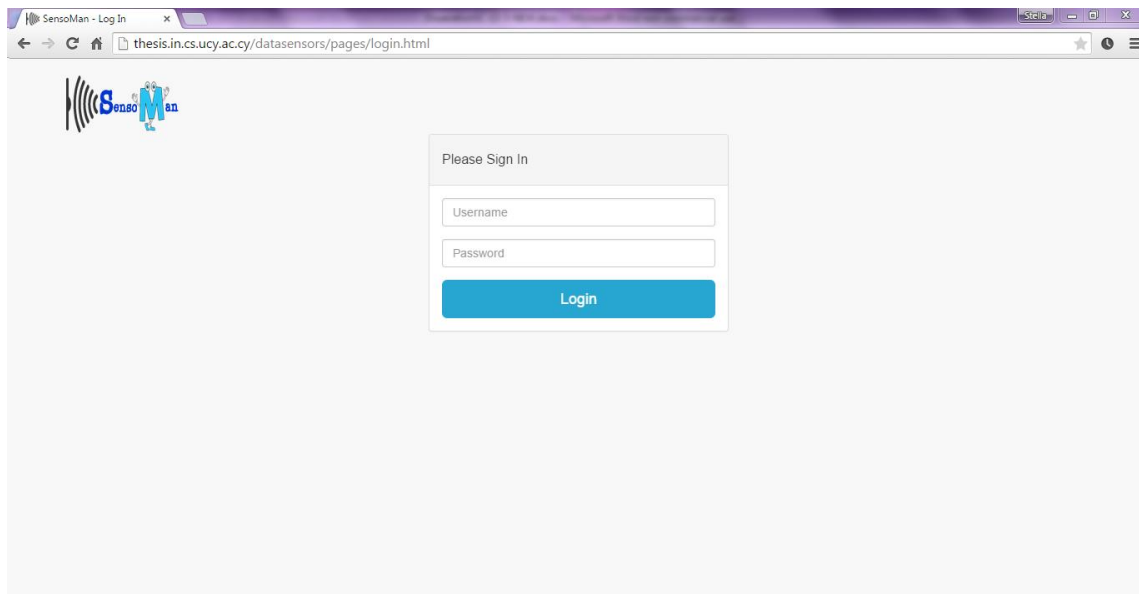
χρειάζεται οποιαδήποτε άλλη πληροφορία. Σε αντίθετη όμως περίπτωση που ο χρήστης, δηλώσει ότι θα είναι owner ή admin/owner, θα πρέπει οπωσδήποτε να δώσει και το όνομα μιας πλατφόρμας μικροελεγκτή, καθώς και να επιλέξει από τον χάρτη την τοποθεσία που θα τοποθετηθεί η πλατφόρμα μικροελεγκτή.

6.2.3 Σύνδεση Χρήστη

Μέσω της αρχικής σελίδας (homepage) του συστήματος SensoMan, ο χρήστης μπορεί να εισέλθει στο σύστημα δίνοντας τα διαπιστευτήρια (credentials) του. Αφού, εισέλθει στο σύστημα μπορεί να πράξει τις λειτουργίες που θα επεξηγηθούν στα επόμενα υποκεφάλαια.



Εικόνα 6.4 Στιγμιότυπο οθόνης για παραπομπή σε σύνδεση



Εικόνα 6.5 Στιγμιότυπο οθόνης Σύνδεσης Χρήστη

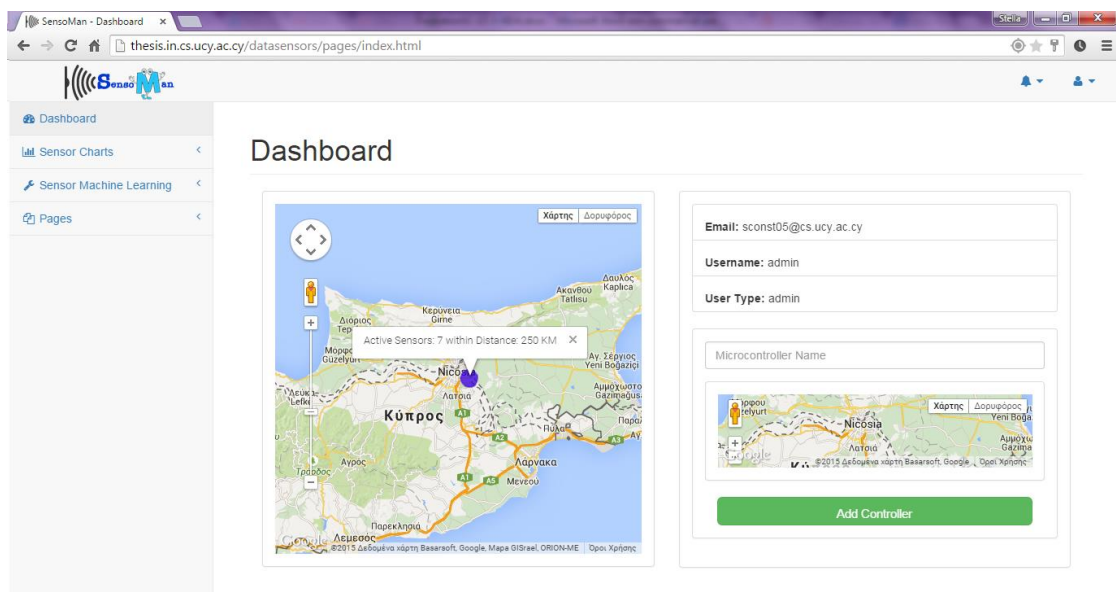
Στην Εικόνα 6.4 παρουσιάζεται η σελίδα από την οποία γίνεται η παραπομπή του χρήστη στην σελίδα για είσοδό του στην διαδικτυακή εφαρμογή του συστήματος SensoMan πατώντας το κουμπί Log in, ενώ στην Εικόνα 6.5 βλέπουμε την οθόνη σύνδεσης του χρήστη.

6.2.4 Dashboard Χρήστη

Με την σύνδεση του χρήστη στο σύστημα, παρουσιάζεται το Dashboard του χρήστη. Στο dashboard του κάθε χρήστη, εμφανίζεται ένας χάρτης στον οποίο φαίνεται η θέση που βρίσκεται τώρα ο χρήστης με ένα κύκλο. Πατώντας τον κύκλο, ο χρήστης βλέπει τον αριθμό των ενεργών αισθητήρων που κατέχει σε ακτίνα απόστασης 250 KM από την τοποθεσία που βρίσκεται. Σε περίπτωση που ο χρήστης είναι τύπου admin και simple, του παρουσιάζονται όλοι οι ενεργοί αισθητήρες του συστήματος, σύμφωνα με την απόσταση που προαναφέρθηκε. Σε αντίθετη περίπτωση, όπου ο χρήσης είναι owner, του παρουσιάζεται ο αριθμός των δικών του ενεργών αισθητήρων που βρίσκονται μέσα στην καθορισμένη απόσταση.

Επιπλέον, μέσα από το Dashboard του χρήστη, ο χρήστης μπορεί να δει τις πληροφορίες προφίλ του. Δηλαδή το όνομα χρήστη του, τον τύπο χρήστη του και την ηλεκτρονική του διεύθυνση που έθεσε κατά την εγγραφή του.

Στην περίπτωση που ο χρήστης είναι τύπου admin και owner, μέσα από το Dashboard μπορεί να εισάγει στο σύστημα νέα πλατφόρμα μικροελεγκτή δίνοντας το όνομα και την τοποθεσία που βρίσκεται.



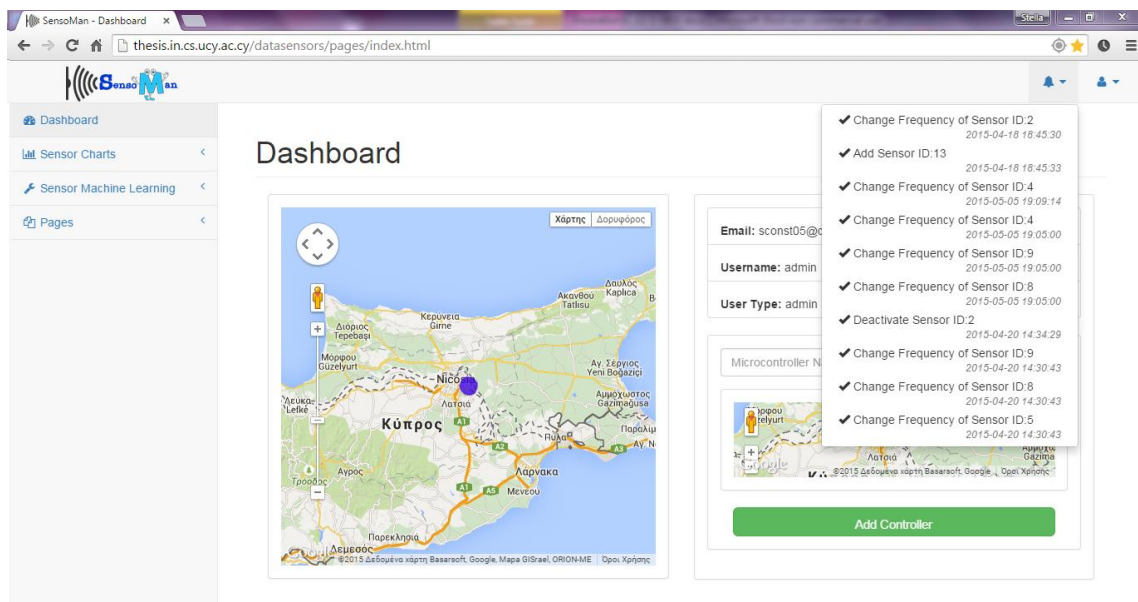
Εικόνα 6.6 Στιγμιότυπο Οθόνης Dashboard

Στην Εικόνα 6.6, απεικονίζεται το Dashboard για χρήστη τύπου admin.

6.2.5 Ειδοποιήσεις Χρήστη

Σε κάθε σελίδα της διαδικτυακής εφαρμογής, ο χρήστης μπορεί να δει τις ειδοποιήσεις που τον αφορούν μέσω του εικονιδίου σε σχήμα κουδουνιού. Εμφανίζονται οι ειδοποιήσεις που αφορούν τον χρήστη με το τι άλλαξε στους αισθητήρες ή και στις πλατφόρμες μικροελεγκτών, έτσι οτιδήποτε τον αφορά μπορεί να το δει από εκεί. Όταν ο χρήστης πατήσει πάνω στην ειδοποίηση, σημαίνει ότι αυτό έγινε και ότι σε περίπτωση που απαιτείτο κάποια χειρωνακτική εργασία όπως αλλαγή αισθητήρα, απενεργοποίηση του κ.λπ. έχει γίνει. Έτσι, η συγκεκριμένη ειδοποίηση φεύγει από τον πίνακα

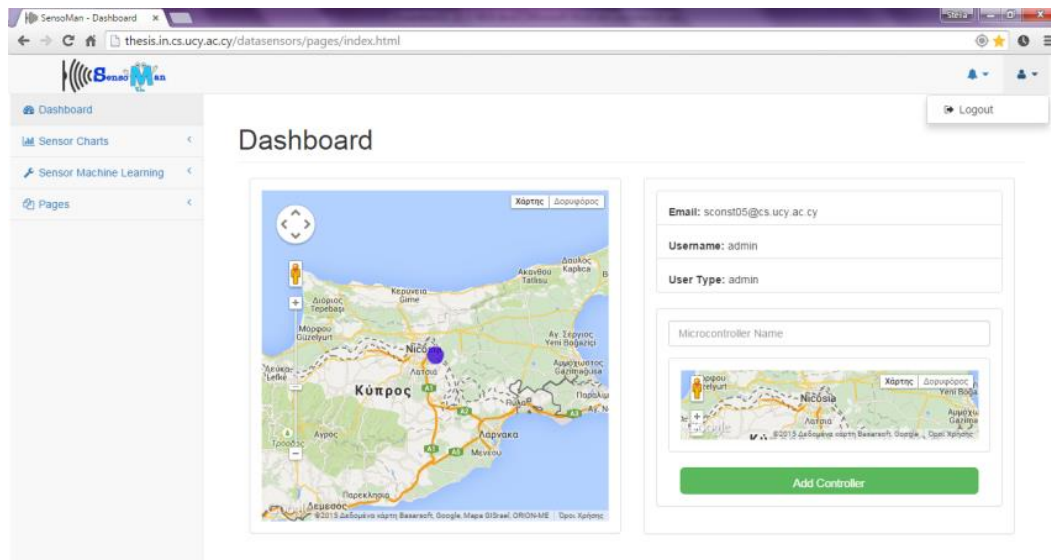
ειδοποιήσεων του χρήστη. Στην Εικόνα 6.7 βλέπουμε τον πίνακα ειδοποιήσεων του χρήστη τύπου admin.



Εικόνα 6.7 Στιγμιότυπο οθόνης Ειδοποιήσεων

6.2.6 Αποσύνδεση Χρήστη

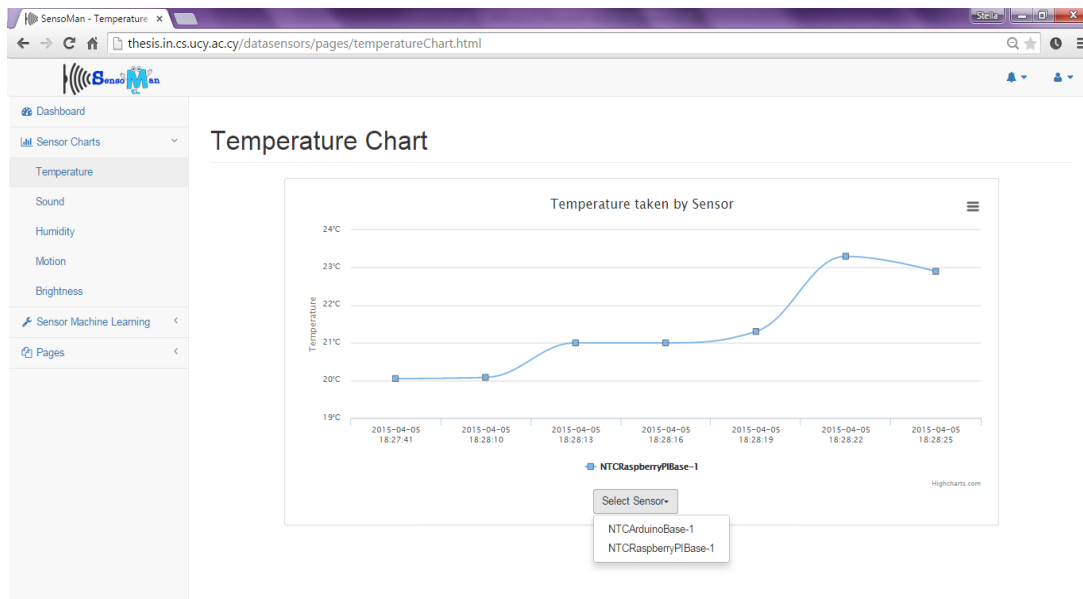
Σε κάθε σελίδα της διαδικτυακής εφαρμογής, δίνεται η ευκαιρία στον χρήστη να αποσυνδεθεί από την διαδικτυακή εφαρμογή του συστήματος SensoMan μέσω του εικονιδίου που παρουσιάζει ένα ανθρωπάκι. Όταν γίνεται αποσύνδεση του χρήστη, εμφανίζεται η αρχική σελίδα (homepage) του συστήματος SensoMan. Στην Εικόνα 6.8 βλέπουμε την οθόνη στην οποία μπορεί ο χρήστης του συστήματος να αποσυνδεθεί.



Εικόνα 6.8 Στιγμιότυπο Οθόνης Αποσύνδεσης Χρήστη

6.2.7 Παρουσίαση Στατιστικών Αισθητήρων

Μέσα από την διαδικτυακή εφαρμογή, ο χρήστης είναι σε θέση να δει στατιστικά μετρήσεων από τους αισθητήρες του συστήματος SensoMan ταξινομημένα ανά τύπο αισθητήρα. Η αναφορά σε ανά τύπο αισθητήρα σημαίνει ότι αυτές οι πληροφορίες περιβάλλοντος που συλλέγονται από τους αισθητήρες, παρουσιάζονται σε ξεχωριστές γραφικές παραστάσεις ταξινομημένες ανά κατηγορίες αισθητήρων. Έπειτα, ο χρήστης αφού διαλέξει από το μενού στα αριστερά τον τύπο αισθητήρα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.9, του παρουσιάζονται οι μετρήσεις συγκεκριμένου αισθητήρα, ο οποίος επιλέγεται από τον ίδιο τον χρήστη. Έτσι με αυτή την λειτουργία, ο χρήστης εάν είναι χρήστης τύπου admin ή simple, παρακολουθεί τα στατιστικά όλων των αισθητήρων του συστήματος SensoMan, ενώ σε περίπτωση που ο χρήστης είναι χρήστης τύπου owner είναι σε θέση να παρακολουθεί τα στατιστικά των αισθητήρων που συλλέγουν πληροφορίες στο σύστημα SensoMan, οι οποίοι ανήκουν στον ίδιο.



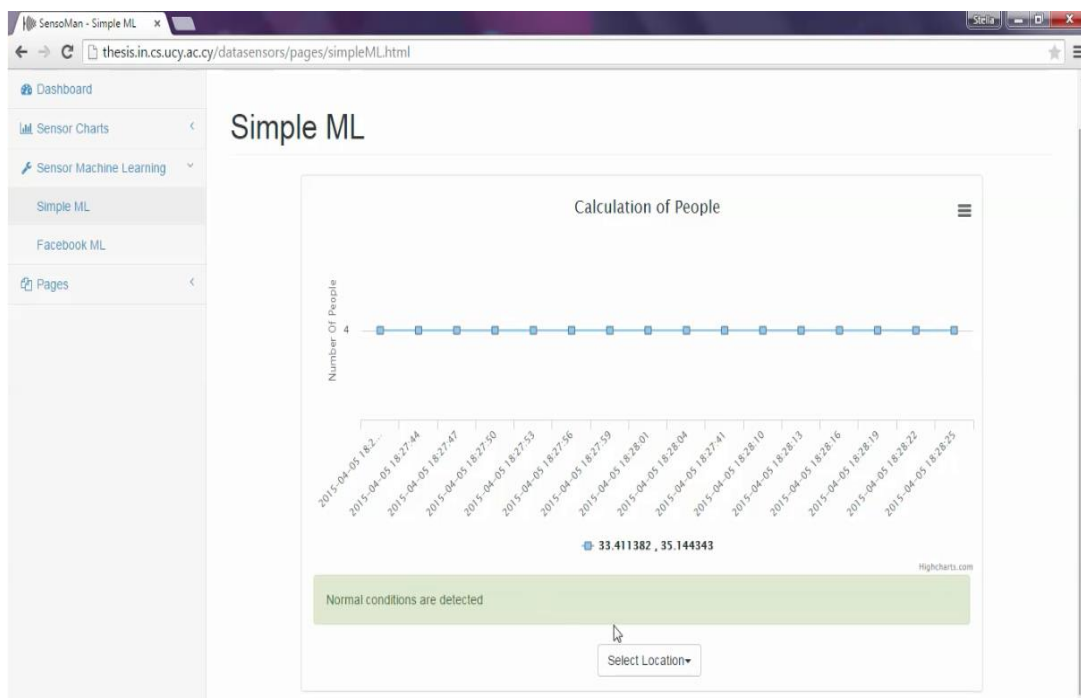
Εικόνα 6.9 Στιγμιότυπο Οθόνης Στατιστικών Μετρήσεων

Στην Εικόνα 6.9 Στιγμιότυπο Οθόνης Στατιστικών Μετρήσεων, φαίνονται τα στατιστικά για αισθητήρα τύπου θερμοκρασίας. Το ίδιο συμβαίνει και με τους υπόλοιπους τύπους αισθητήρων.

6.2.8 Ανίχνευση Ανώμαλης Συμπεριφοράς Αισθητήρων

Η διαδικτυακή εφαρμογή δίνει την ευκαιρία στον χρήστη να παρακολουθεί τις συμπεριφορές των αισθητήρων και να ανιχνεύει τυχόν ανώμαλη συμπεριφορά τους. Όπως εξηγήθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, με τον όρο ανώμαλη συμπεριφορά εννοείται ότι υπάρχει κάτι ύποπτο, που με βάσει κανονικές συνθήκες δεν συμβαίνει στην τοποθεσία που είναι τοποθετημένες οι πλατφόρμες μικροελεγκτών μαζί με τους συνδεδεμένους αισθητήρες, οι οποίοι συλλέγουν τις πληροφορίες περιβάλλοντος.

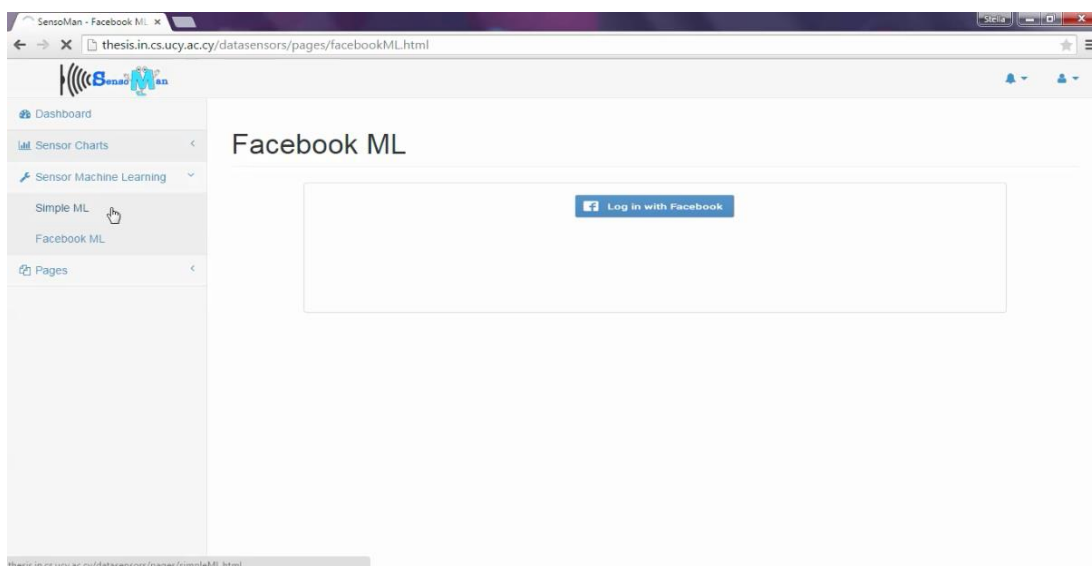
Στην Εικόνα 6.10, φαίνεται το πώς παρουσιάζεται στον χρήστη η ανώμαλη συμπεριφορά αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι στις πλατφόρμες μικροελεγκτή που ανήκουν στον χρήστη τύπου owner. Σε αντίθετη περίπτωση, εάν είναι χρήστης τύπου admin ή simple, παρουσιάζονται όλες οι πλατφόρμες μικροελεγκτή που έχουν όλους τους αισθητήρες του συστήματος SensoMan. Ο κάθε χρήστης μπορεί έχει την ευκαιρία να επιλέξει και να δει τις πλατφόρμες και τα στατιστικά που τον αφορούν ταξινομημένα ανά τοποθεσία.



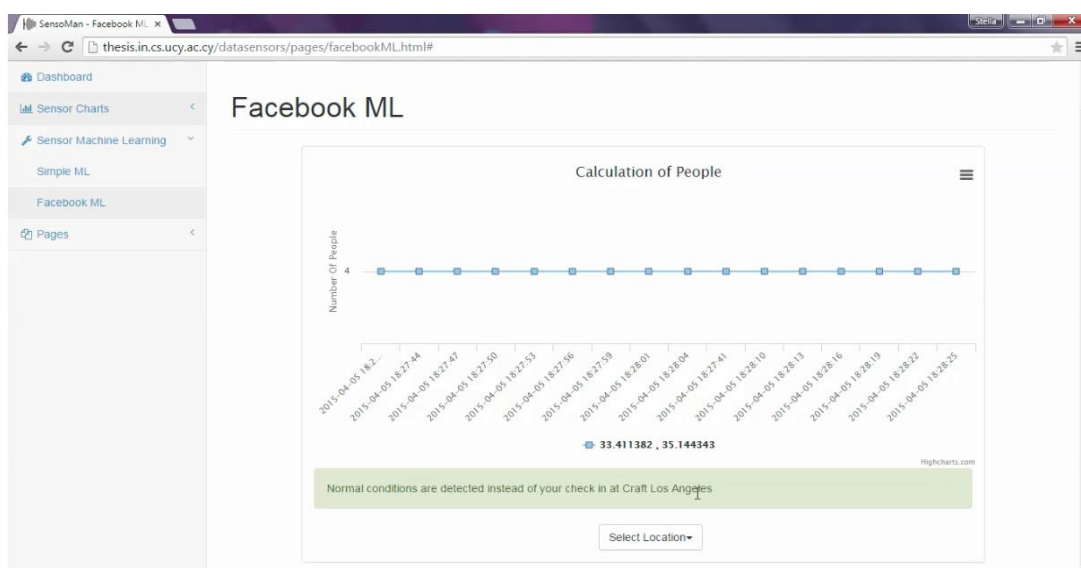
Εικόνα 6.10 Στιγμιότυπο Οθόνης Απλής Ανώμαλης Συμπεριφοράς Αισθητήρων

6.2.9 Ανίχνευση Ανώμαλης Συμπεριφοράς Αισθητήρων μέσω Facebook

Η διαδικτυακή εφαρμογή δίνει επίσης την ευκαιρία στους χρήστες τύπου admin-owner και owner, να παρακολουθήσουν τις συμπεριφορές των αισθητήρων και να ανιχνεύσουν τυχόν ανώμαλη συμπεριφορά τους σε συνδυασμό με τις κοινοποιήσεις τοποθεσιών τους, που βρίσκονται στον προσωπικό λογαριασμό τους στο κοινωνικό δίκτυο Facebook. Όπως εξηγήθηκε και πιο πάνω, με τον όρο ανώμαλη συμπεριφορά εννοείται ότι υπάρχει κάτι ύποπτο, που με βάσει τις κανονικές συνθήκες καθώς και με την επιπλέον πληροφορία από το κοινωνικό δίκτυο Facebook - για παρουσία ή απουσία του χρήστη από την τοποθεσία που βρίσκονται οι πλατφόρμες μικροελεγκτών- δεν συμβαίνει στην τοποθεσία που είναι τοποθετημένες οι πλατφόρμες μικροελεγκτών μαζί με τους συνδεδεμένους αισθητήρες, οι οποίοι συλλέγουν τις πληροφορίες περιβάλλοντος.



Εικόνα 6.11 Στιγμιότυπο Οθόνης σύνδεσης στο Facebook



Εικόνα 6.12 Στιγμιότυπο Οθόνης Ανίχνευσης Ανώμαλης Κίνησης - Facebook

Στην Εικόνα 6.11, παρουσιάζεται η απαίτηση για σύνδεση στον προσωπικό λογαριασμό του χρήστη στο κοινωνικό δίκτυο Facebook, ενώ στην Εικόνα 6.12, φαίνονται το πώς παρουσιάζεται στον χρήστη η ανώμαλη συμπεριφορά αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι στις πλατφόρμες μικροελεγκτή που ανήκουν στον χρήστη τύπου owner σε συνδυασμό με τις πληροφορίες που αντλούμε από το κοινωνικό δίκτυο Facebook. Στην

περίπτωση χρήστη τύπου admin-owner, παρουσιάζονται οι πλατφόρμες μικροελεγκτή που ανήκουν στον χρήστη μαζί με τους συνδεδεμένους αισθητήρες σε αυτές τις πλατφόρμες. Ο κάθε χρήστης μπορεί έχει την ευκαιρία να επιλέξει και να δει τις πλατφόρμες και τα στατιστικά που τον αφορούν ταξινομημένα ανά τοποθεσία.

6.3 Τεχνολογίες Υλοποίησης

Η υλοποίηση της διαδικτυακής εφαρμογής έγινε με την χρήση HTML5 [10], CSS3 [11] και JavaScript [12]. Η τεχνολογία HTML5, δηλαδή όλα τα .html αρχεία, χρησιμοποιούνται για την ιεραρχία και την δομή του περιεχομένου της διαδικτυακής εφαρμογής, ενώ η τεχνολογία CSS3, τα .css αρχεία χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση της διαδικτυακής εφαρμογής. Η λειτουργικότητα και το πώς λαμβάνεται το περιεχόμενο της διαδικτυακής εφαρμογής γίνεται μέσω της τεχνολογίας του JavaScript. Τόσο τα αρχεία JavaScript, όσο και τα αρχεία CSS μπορούν να είναι πολλαπλά, φτάνει να γίνεται η αναφορά τους μέσα από τα HTML αρχεία που το χρειάζονται.

6.4 Σύνοψη

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, η διαδικτυακή εφαρμογή προσφέρει στον χρήστη αρκετές λειτουργίες. Βεβαίως, δεν διαχειρίζεται πλήρως τους αισθητήρες και τις πλατφόρμες μικροελεγκτών όπως κάνει η Android εφαρμογή, αλλά περισσότερο βλέπει τα στατιστικά του συστήματος SensoMan. Σε μετέπειτα στάδιο, ίσως γίνει και η πλήρης διαχείρισή του συστήματος SensoMan και ίσως προστεθούν και άλλες λειτουργίες διαχείρισης γενικότερα στο σύστημα SensoMan και στην διαδικτυακή εφαρμογή.

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

7.1 Σύνοψη – Συμπεράσματα Διπλωματικής Εργασίας	79
7.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις	81

7.1 Σύνοψη – Συμπεράσματα Διπλωματικής Εργασίας

Στις μέρες μας, τα επιτεύγματα τόσο στον τομέα επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) όσο και στις τεχνικές απομακρυσμένης παρακολούθησης, δίνουν την δυνατότητα αυτοματοποίησης υπολογιστικών εργασιών που εκτελούνταν υπό την επίβλεψη και προσοχή του χρήστη τους. Ενώ παράλληλα, τα δίκτυα αισθητήρων που συλλέγουν πληροφορίες περιβάλλοντος και είναι συνδεδεμένα σε πλατφόρμες μικροελεγκτών έχουν ευρεία χρήση, ειδικότερα για σκοπούς εκπαίδευσης και έρευνας. Αξιοποιώντας αυτές τις πλατφόρμες και συνδέοντας τους διάφορους τύπους αισθητήρων, υλοποιήθηκε το σύστημα SensoMan μέσα από το οποίο μπορεί να γίνει ανάκτηση πληροφοριών, αλλά και διαχείριση των πλατφορμών, των αισθητήρων καθώς και επεξεργασία των πληροφοριών των αισθητήρων.

Σε αυτή την διπλωματική εργασία, παρουσιάστηκε η υποδομή και ένα μέρος του συστήματος SensoMan. Ένα σύστημα συλλογής πληροφοριών περιβάλλοντος από αισθητήρες, καθώς και η απομακρυσμένη διαχείριση των αισθητήρων μέσω των πλατφορμών μικροελεγκτών. Ενώ παράλληλα, επιτυγχάνεται η επεξεργασία των πληροφοριών αυτών με τεχνικές μηχανικής μάθησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου (context-awareness). Μέρος της διπλωματικής ήταν η σχεδίαση και η ανάπτυξη του SensoMan συστήματος από κάτω προς τα πάνω,

παρέχοντας μια αρχιτεκτονική που μπορεί να επεκταθεί με την προσθήκη διάφορων άλλων συστατικών που θα επεκτείνουν ή θα βελτιώσουν τις λειτουργίες του.

Στις μέρες μας, γίνεται ευρεία χρήση του διαδικτύου καθώς και των έξυπνων συσκευών. Αυτή η εξάπλωση, βοήθησε στην εξέλιξη τόσο σε τομείς της Πληροφορικής όσο και σε άλλες θετικές επιστήμες. Συνεπώς, στους πλείστους από εμάς αν όχι σε όλους δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο. Λόγω, της πρόσβασης του χρήστη στο διαδίκτυο καθώς και της έννοιας των REST υπηρεσιών διαδικτύου, μέσω του SensoMan συστήματος έχει επιτευχθεί η απομακρυσμένη διαχείριση πλατφορμών μικροελεγκτών και αισθητήρων. Όλο αυτό επιτυγχάνεται χάρη στο διαδίκτυο και στο τι προσφέρει την δεδομένη στιγμή. Απαιτήση που χρειάζεται είναι η σύνδεση οποιασδήποτε πλατφόρμας μικροελεγκτή στο διαδίκτυο, είτε μέσω Ethernet είτε μέσω του Wi-Fi, για να γίνει επιτυχής εισαγωγή των πληροφοριών διαδικτύου στην βάση δεδομένων, καθώς και για να γίνει η ανάκτηση των αλλαγών από την απομακρυσμένη διαχείριση του χρήστη.

Η διαδικτυακή εφαρμογή SensoMan σε συνδυασμό και με την SensoMan REST υπηρεσία διαδικτύου και τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης, που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, τόσο και η Android εφαρμογή που δημιουργήθηκε σε παράλληλη διπλωματική εργασία αποτελούν μια καλή αρχή και βάση ενός ολοκληρωμένου συστήματος συλλογής πληροφοριών περιβάλλοντος, αλλά και απομακρυσμένης διαχείρισης τους.

Το σύστημα SensoMan μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές διαχείρισης αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι σε πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino και Raspberry Pi σε συνδυασμό πάντα με τεχνική επίγνωσης πλαισίου (context-awareness) και την έννοια του Internet Of Things. Το σύστημα SensoMan μπορεί να αναπαραχθεί σε παρόμοια περιβάλλοντα για χρήση του σε διάφορα πεδία.

7.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Την δεδομένη στιγμή το σύστημα SensoMan, βρίσκεται σε αρκετά καλό σημείο όσον αφορά την αρχιτεκτονική του και τις λειτουργίες που προσφέρει στον χρήστη του. Βρίσκεται όμως σε πειραματικό στάδιο και πρέπει να γίνει επίβλεψη και δοκιμή σε πραγματικό χώρο, ούτως ώστε και να γίνει κάποια διευθέτηση για να γίνει διαθέσιμο και προσβάσιμο από τον οποιονδήποτε, αφού για να αποκτήσει κανείς πρόσβαση στο σύστημα πρέπει να βρίσκεται συνδεδεμένος με το δίκτυο του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Η μελλοντική εργασία πάνω στο σύστημα SensoMan συμπεριλαμβάνει την επέκταση του SensoMan IaaS, δηλαδή την επέκταση των αισθητήρων του συστήματος SensoMan. Με αυτό εννοείται να υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλία από αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες περιβάλλοντος, αλλά και να χρησιμοποιηθούν αισθητήρες που να έχουν περισσότερη ορθότητα των πληροφοριών περιβάλλοντος που δίνουν με την συλλογή τους. Με αυτό αναφερόμαστε στο ότι μπορεί να προσθέτονται αισθητήρες όπως αισθητήρες καπνού – πυρκαγιάς, αισθητήρα μέτρησης διοξειδίου του άνθρακα, αισθητήρα διαρροής νερού, αισθητήρα ο οποίος μπορεί να τοποθετηθεί σε πόρτες ή παράθυρα. Ακόμη, μέχρι και occupancy αισθητήρα και κάμερες. Αυτό, βέβαια θα εξαρτηθεί και από την τοποθεσία που θα τοποθετηθούν, ούτως ώστε να είναι πιο εξειδικευμένοι.

Σε μετέπειτα στάδιο και χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο εξοπλισμό μπορεί η πλατφόρμα μικροελεγκτή Arduino, να χρησιμοποιηθεί και μέσω τηλεχειριστηρίου [52]. Η διαχείρισή θα γίνει πολύ πιο εύκολη σε περιπτώσεις όπου το σύστημα SensoMan συλλογής πληροφοριών περιβάλλοντος τοποθετείται σε σημείο όπου δεν είναι εύκολα προσβάσιμο. Για να γίνει επίτευξη του πιο πάνω, πρέπει να υπάρχει ο απαραίτητος εξοπλισμός. Δηλαδή, χρειάζεται να υπάρχει το τηλεχειριστήριο, το οποίο να είναι συμβατό με την πλατφόρμα μικροελεγκτή που χρησιμοποιείται. Επίσης, πρέπει να προγραμματιστεί κατάλληλα η πλατφόρμα μικροελεγκτή. Αυτό σημαίνει την εισαγωγή απαραίτητων βιβλιοθηκών που είναι συμβατές με το τηλεχειριστήριο για να υπάρχει η πλήρης λειτουργία.

Επιπλέον, το σύστημα SensoMan με χρήση απαραίτητου εξοπλισμού εάν ληφθούν υπόψη και άλλες σχετικές εργασίες που έγιναν για την αυτοματοποίηση έξυπνων σπιτιών [53] σε συνδυασμό και με το τι προσφέρει το σύστημα SensoMan μέσω των τεχνικών μηχανικής μάθησης για ειδοποίηση ιδιοκτήτη μπορεί να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί συσκευές. Το σύστημα SensoMan στην παρούσα στιγμή είναι σε θέση να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί αισθητήρες. Έτσι καλή ιδέα θα ήταν να είναι σε θέση να ενεργοποιεί ή και να απενεργοποιεί συσκευές μέσω απομακρυσμένης διαχείρισής τους.

Όσον αφορά τις λειτουργίες διαχείρισης που παρέχει το σύστημα SensoMan μπορεί να προστεθούν περαιτέρω λειτουργίες, ούτως ώστε το σύστημα SensoMan να ανταποκρίνεται σε περισσότερες απαιτήσεις του χρήστη. Αυτά θα πρέπει να προστεθούν στην SensoMan RESTful υπηρεσία διαδικτύου.

Στην διαδικτυακή εφαρμογή SensoMan, μπορεί να παρέχεται πλήρης διαχείριση αντί μερική όπως παρέχεται αυτή την στιγμή. Ενώ επιπλέον, το σύστημα διαχείρισης SensoMan μπορεί να αναπτυχθεί και σε iOS εφαρμογή.

Η εφαρμογή τεχνικών μηχανικής μάθησης για πρόβλεψη και ανίχνευση ανώμαλης συμπεριφοράς μπορεί να βελτιωθεί, καθώς το σύστημα SensoMan μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν λύση σε διάφορες εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου (context-awareness). Με αυτό τον τρόπο, μπορεί να γίνει η επαναχρησιμοποίησή του, όπως και στην περίπτωση ενσωμάτωσής του στο ενδιάμεσο λογισμικό H5CM [18], ενός HTML5 ενδιάμεσου λογισμικού για επίγνωση πλαισίου (context-awareness), το οποίο παρέχει μια πλατφόρμα ανεξάρτητων αντικειμένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην δημιουργία εφαρμογών.

Βιβλιογραφία

- [1] A. Dohr, R. Modre-Osprian, M. Drobics, D. Hayn και G. Schreier, «The Internet of things for ambient assisted living,» σε *Seventh International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG)*, 2010.
- [2] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen και D. Georgakopoulos, «Context aware computing for the internet of things: A survey,» *Communications Surveys & Tutorials*, τόμ. 16, αρ. 1, pp. 414-454, 2014.
- [3] K. Arnold, *Embedded Controller hardware Design*, Newnes, 2001.
- [4] C. Melear και K. Kilbane, «Problems solved by Flash based Microcontrollers,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://microcontroller.com/wp/mot_flash/Flash_Micros.htm.
- [5] «Web Services Glossary,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-gloss-20040211/#webservice>.
- [6] «W3C Web Services Architecure Working Group,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.w3.org/2002/ws/arch/>.
- [7] «XML,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.xml.com/>.
- [8] «Σχέση WWW και αρχιτεκτονικών REST,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/#relwwwrest>.
- [9] «JSON,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://json.org/>.
- [10] «HTML5,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp.
- [11] «CSS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.w3schools.com/css/>.
- [12] «Javascript,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.w3schools.com/js/>.
- [13] S. Mavrody, *Sergey's HTML5 & CSS3 Quick Reference*, Belisso Corp.
- [14] B. Shilit, N. Adams και R. Want, «Context-aware computing applications,» σε *IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, Santa Cruz.

- [15] G. D. Abowd, A. K. Dey, P. J. Brown, N. Davies, M. Smith και P. Steggles, «Towards a better understanding of context and context-awareness,» σε *Hendheld and ubiquitous computing*, 1999.
- [16] H. L. Truong και S. Dustdar, «A survey on context-aware web service systems,» *International Journal of Web Information Systems*, τόμ. 5, αρ. 1, 2009.
- [17] G. M. Kapitsaki , D. A. Kateros, G. N. Prezerakos και I. S. Venieris, «Model-driven development of composite context-aware web applications,» *Information and Software technology*, τόμ. 51, αρ. 8, pp. 1244-1260, 2009.
- [18] A. P. Achilleos και G. M. Kapitsaki, «Enabling Cross-platform Mobile Application Development : A context-aware Middleware,» σε *Web Information Systems Engineering (WISE)*, 2014.
- [19] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://code.google.com/p/h5cm/>.
- [20] B. Kaufmann και L. Buechley, «Amarino: a toolkit for the rapid prototyping of mobile ubiquitous computing,» σε *12th international Conference on Human Computer Interaction with mobile devices and services*, 291-298, 2010.
- [21] K. N. Ramli, A. Joret και N. H. Saad, «Development of Home Energy Management System Using Arduino,» σε *Technological Advances in Electrical Electronics and Computer Engineering, TAEECE '14*, 2014.
- [22] «Εφαρμογή Arduino Manager,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=fabrizio.boco.arduinoManager&hl=en>.
- [23] «Εφαρμογή Viewer,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.realvnc.com/download/viewer/>.
- [24] «Εφαρμογή Connect Bot,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://connectbot.vx.sk/>.
- [25] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.
- [26] «Java,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://java.com/en/>.
- [27] «Γλώσσα Προγραμματισμού Processing,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://processing.org/>.
- [28] «Αισθητήρας NTC Temperature,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/skin/frontend/default/cooking/pdf/159-282-86001.pdf>.

- [29] «Εξίσωση Steinhart,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Thermistor>.
- [30] «Αισθητήρας Φωτεινότητας LDR,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/skin/frontend/default/cooking/pdf/LDR-Datasheet.pdf>.
- [31] «Αισθητήρας Κίνησης,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.seeedstudio.com/depot/PIR-Motion-sensor-module-p-74.html>.
- [32] «How Infared motion detector componets work,» Glolab Corporation, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.glolab.com/pirparts/infrared.html>.
- [33] «Αισθητήρας Υγρασίας,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.seeedstudio.com/depot/Grove-Water-Sensor-p-748.html>.
- [34] «Αισθητήρας Ήχου,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=83.
- [35] «Αισθητήρας Θερμοκρασίας Σώματος,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/body-temperature-sensor-ehealth-medical>.
- [36] «Επιταχυνσιόμετρο,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/12756>.
- [37] «Internal GPS Antenna,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/shop/wireless/antennas/internal-gps-antenna>.
- [38] «Internal 4G-3G-GPRS-GSM Antenna,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/shop/wireless/antennas/internal-4g-3g-gprs-gsm-antenna>.
- [39] «GPRS+GPS Quadband Module for Arduino (SIM908),» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.cooking-hacks.com/skin/frontend/default/cooking/images/catalog/documentation/tutorial-sim-908/SIM908_Specification.pdf.
- [40] «Πλατφόρμα Αισθητήρων e-Health,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>.

- [41] «XBEE - BLUETOOTH - RFID - XBEE Communication Shield,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/shop/arduino/wireless/communication-shield-xb-bt-rfid>.
- [42] «WiFly Wireless Module,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cooking-hacks.com/shop/arduino/wireless/wifi-module-for-arduino-roving-rn-xvee-xbee-compatible>.
- [43] N. Johansson και A. Löfgren. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/20561/1/gupea_2077_20561_1.pdf.
- [44] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.mysql.com/>.
- [45] «PHP,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://php.net/>.
- [46] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://goo.gl/forms/tUpUAcXD9F>.
- [47] M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer και I. H. Witten, «The WEKA Data Mining Software: An Update,» *SIKGKDD Explorations*, τόμ. 11, αρ. 1.
- [48] A. Moraru, M. Pesko, M. Porcius, C. Fortuna και D. Mladenic, «Using Machine Learning on Sensor Data,» *Computing and Information Technology - CIT*, pp. 341-347, 2010.
- [49] J. Cleary και L. Trigg, «K* : An Instance-based Learner Using an Entropic Distance Measure».
- [50] D. W. Aha, D. Kibler και M. K. Albert, «Instance-based Learning Algorithms,» *Machine Learning*, τόμ. 6, pp. 37-66, 1991.
- [51] «Καταφόρτωση WEKA,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/downloading.html>.
- [52] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.instructables.com/id/How-To-Useemulate-remotes-with-Arduino-and-Raspber/>.
- [53] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.kickstarter.com/projects/2097793904/linkio/description>.

Παράρτημα Α

Πλήρης Οδηγός Χρήσης SensoMan REST Υπηρεσίας Διαδικτύου (API GUIDE)

Connect to RESTful Service

Description: Connect to the RESTful Service using credentials (**username** + **password**) as POST parameters to the HTTP Request. A valid token is returned to the response, so the user will send token in every request after connection.

URL = <http://thesis.in.cs.ucy.ac.cy/datasensors/connect.php>

Response Example: Successfully connected and a valid token is received.

```
{
  "status": "success",
  "request time": "2015-02-24 06:02:25",
  "IP Address": "10.16.19.32",
  "message": "Successfully connected.",
  "token": "*****",
  "userType": "owner"
}
```

Logout from RESTful Service (Web)

Description: Logout from the RESTful Service using the current **token** as POST parameter to the HTTP Request.

URL = <http://thesis.in.cs.ucy.ac.cy/datasensors/logout.php>

Response Example: Successfully logout.

```
{
  "status": "success",
  "request time": "2015-03-29 12:03:47",
  "IP Address": "10.16.19.19",
  "message": "Successfully logout" }
```

Retrieve Data

Base URL = <http://thesis.in.cs.ucy.ac.cy/datasensors/retrieve/>

Active micro-controllers

Description: Get the active micro-controllers info within a distance and their active connected sensors info with their last measurement. The valid token (**token**), **latitude**, **longitude** and **radius** in KM are given as POST parameters.

URL: Base URL +micro-controllers.php

Response Example: Successfully retrieved 1 or more micro-controllers

```
{
  "status": "success",
  "request time": "2015-02-24 06:02:57",
  "IP Address": "10.16.19.32",
  "Location Requested": {
    "latitude": "35.144343",
    "longitude": "33.411382",
    "radius": "5KM"
  },
  "message": "Successfully retrieved.",
  "count": 2,
  "controllers": [
    {
      "Controller ID": "2",
      "Controller Name": "raspberryPi-1",
      "Sensors": {
        "status": "success",
        "message": "Successfully retrieved",
        "count": 0,
        "resultSensors": []
      }
    }
  ]
}
```

```

},
{
  "Controller ID": "1",
  "Controller Name": "arduino-1",
  "Sensors": {
    "status": "success",
    "message": "Successfully retrieved",
    "count": 5,
    "resultSensors": [
      {
        "Sensor ID": "1",
        "Sensor Name": "11304P562341b",
        "Sensor Type": "humidity",
        "SensorFrequency": "3",
        "Measurement ID": "11",
        "Measurement": "LOW",
        "Timestamp": "2015-01-24 11:19:51"
      },
      {
        "Sensor ID": "2",
        "Sensor Name": "2863542351200005c",
        "Sensor Type": "LDR",
        "SensorFrequency": "3",
        "Measurement ID": "20",
        "Measurement": "950",
        "Timestamp": "2015-01-24 11:20:56"
      },
      {
        "Sensor ID": "3",
        "Sensor Name": "0034dfrsen000563b",
        "Sensor Type": "sound",
        "SensorFrequency": "3",
        "Measurement ID": "31",

```

```
"Measurement": "11",
"Timestamp": "2015-01-24 11:22:59"
},
{
  "Sensor ID": "4",
  "Sensor Name": "288884820500006b",
  "Sensor Type": "temperature",
  "SensorFrequency": "3",
  "Measurement ID": "38",
  "Measurement": "20.5",
  "Timestamp": "2015-01-24 11:21:51"
},
{
  "Sensor ID": "5",
  "Sensor Name": "116A2B288884",
  "Sensor Type": "motion",
  "SensorFrequency": "3",
  "Measurement ID": "M6",
  "Timestamp Start": "2014-12-16 21:30:01",
  "Timestamp End": "2014-12-16 21:30:32"
}
]
}
}
]
```

Active sensors

Description: Get the active sensors info within a distance and their last measurement. The valid token (**token**), **latitude**, **longitude** and **radius** in KM are given as POST parameters.

URL: Base URL +sensors.php

Response Example: Successfully retrieved 1 or more sensors.

```
{
  "status": "success",
  "request time": "2015-02-24 05:02:23",
  "IP Address": "10.16.19.32",
  "Location Requested": {
    "latitude": "35.144343",
    "longitude": "33.411382",
    "radius": "5KM"
  },
  "message": "Successfully retrieved.",
  "count": 5,
  "resultSensors": [
    {
      "Sensor ID": "1",
      "Sensor Name": "11304P562341b",
      "Sensor Type": "humidity",
      "SensorFrequency": "3",
      "Measurement ID": "11",
      "Measurement": "LOW",
      "Timestamp": "2015-01-24 11:19:51",
      "Micro-controllerID": "1",
      "Micro-controllerName": "arduino-1"
    },
    {
      "Sensor ID": "2",
      "Sensor Name": "2863542351200005c",
```

```

"Sensor Type": "LDR",
"SensorFrequency": "3",
"Measurement ID": "20",
"Measurement": "950",
"Timestamp": "2015-01-24 11:20:56",
"Micro-controllerID": "1",
"Micro-controllerName": "arduino-1"
},
{
"Sensor ID": "3",
"Sensor Name": "0034dfrsen000563b",

"Sensor Type": "sound",
"SensorFrequency": "3",
"Measurement ID": "31",
"Measurement": "11",
"Timestamp": "2015-01-24 11:22:59",
"Micro-controllerID": "1",
"Micro-controllerName": "arduino-1"
},
{
"Sensor ID": "4",
"Sensor Name": "288884820500006b",
"Sensor Type": "temperature",
"SensorFrequency": "3",
"Measurement ID": "38",
"Measurement": "20.5",
"Timestamp": "2015-01-24 11:21:51",
"Micro-controllerID": "1",
"Micro-controllerName": "arduino-1"
},
{
"Sensor ID": "5",

```

```
"Sensor Name": "116A2B288884",
"Sensor Type": "motion",
"SensorFrequency": "3",
"Measurement ID": "M6",
"Timestamp Start": "2014-12-16 21:30:01",
"Timestamp End": "2014-12-16 21:30:32",
"Micro-controllerID": "1",
"Micro-controllerName": "arduino-1"
}
]
```

Logs Retrieval

Description: Get all the measurements of all the sensors active or not.

The valid **token** is given as a POST parameter.

URL: Base URL + all.php

Response Example: Successfully retrieved 1 or more measurements.

```
{
"status": "success",
"request time": "2015-02-24 06:02:53",
"IP Address": "10.16.19.32",
"message": "Successfully retrieved.",
"count": 44,
"history Logs": [
{
"Measurement ID": "1",
"Sensor ID": "1",
"Sensor Name": "11304P562341b",
"Sensor Type": "humidity",
"Controller ID": "1",
"Controller Name": "arduino-1",
```

```
"Latitude": "35.144343",
"Longitude": "33.411382",
"Measurement": "LOW",
"Timestamp": "2015-01-24 11:19:15"
},
{
  "Measurement ID": "2",
  "Sensor ID": "1",
  "Sensor Name": "11304P562341b",
  "Sensor Type": "humidity",
  "Controller ID": "1",
  "Controller Name": "arduino-1",
  "Latitude": "35.144343",
  "Longitude": "33.411382",
  "Measurement": "LOW",
  "Timestamp": "2015-01-24 11:19:21"
},
...
{
  "Measurement ID": "M6",
  "Sensor ID": "5",
  "Sensor Name": "116A2B288884",
  "Sensor Type": "motion",
  "Controller ID": "1",
  "Controller Name": "arduino-1",
  "Timestamp Start": "2014-12-16 21:30:01",
  "Timestamp End": "2014-12-16 21:30:32"
}
]
```

Logs Retrieval by Sensor

Description: Get all the measurements of the sensor given as parameter.

The valid **token** and the **sensorID** (int) are given as POST parameters.

URL: Base URL + historySensor.php

Response Example: Successfully retrieved 1 or more measurements.

```
{
  "status": "success",
  "request time": "2015-02-24 09:02:32",
  "IP Address": "10.16.19.32",
  "message": "Successfully retrieved.",
  "count": 9,
  "history Logs": [
    {
      "Measurement ID": "12",
      "Sensor ID": "2",
      "Sensor Name": "2863542351200005c",
      "Sensor Type": "LDR",
      "Controller ID": "1",
      "Controller Name": "arduino-1",
      "Latitude": "35.144343",
      "Longitude": "33.411382",
      "Measurement": "250",
      "Timestamp": "2015-01-24 11:20:27"
    },
    ...
    {
      "Measurement ID": "20",
      "Sensor ID": "2",
      "Sensor Name": "2863542351200005c",
      "Sensor Type": "LDR",
      "Controller ID": "1",
      "Controller Name": "arduino-1",
```

```
"Latitude": "35.144343",  
"Longitude": "33.411382",  
"Measurement": "950",  
"Timestamp": "2015-01-24 11:20:56"  
}  
]  
}
```

Sensor Properties

Description: Get all the types of sensors. The valid token is given as a POST parameter.

URL: Base URL +sensor_properties.php

Response Example: Successfully retrieved 1 or more sensor types.

```
{  
  "status": "success",  
  "request time": "2015-02-24 06:02:09",  
  "IP Address": "10.16.19.32",  
  "message": "Successfully retrieved.",  
  "count": 5,  
  "result": [  
    {  
      "Type ID": "1",  
      "Property": "humidity",  
      "Counter": "1"  
    },  
    ...  
    {  
      "Type ID": "5",  
      "Property": "motion",  
      "Counter": "1"  
    }  
  ]  
}
```

Controller Info

Description: Get information about a controller. The valid **token** and the controllerID (int) are given as POST parameters.

URL: Base URL +controllerInfo.php

Response Example: Successfully retrieved info about a controller.

```
{
  "status": "success",
  "request time": "2015-02-24 07:02:04",
  "IP Address": "10.16.19.32",
  "message": "Successfully retrieved",
  "Controller Info": {
    "Controller ID": "1",
    "Controller Name": "arduino-1",
    "Location": {
      "longitude": "33.411382",
      "latitude": "35.144343"
    },
    "Last Measurement": {
      "Sensor ID": "3",
      "Sensor Name": "0034dfrsen000563b",
      "Sensor Type": "sound",
      "Timestamp": "2015-01-24 11:22:59"
    }
  }
}
```

Notifications of User (Web)

Description: Get the notifications for a user (especially admin). The valid **token**, the **userID** who the messages (notifications-new) is for are given as POST parameters.

URL: Base URL +notification.php

Upload Data

Base URL = <http://thesis.in.cs.ucy.ac.cy/datasensors/upload/>

Deactivate Sensor

Description: Deactivate a sensor. The valid **token** and the **sensorID** (int) are given as POST parameters.

URL: Base URL + deactivate_sensor.php

Response Example: Fail to deactivate sensor because is already deactivated.

```
{
  "status": "fail",
  "request time": "2015-02-24 06:02:03",
  "IP Address": "10.16.19.32",
  "message": "The sensor is already deactivated"
}
```

Change Frequency

Description: Change the frequency of the sensor (collects data). The valid **token**, the **sensorID** (int) and the **frequency** (int) are given as POST parameters.

URL: Base URL +frequency.php

Response Example: Successfully changed the frequency of the sensor.

```
{
  "status": "success",
  "request time": "2015-03-29 12:03:39",
  "IP Address": "10.16.19.19",
  "message": "Successfully changed frequency"
}
```