

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**Διαδραστικό σύστημα εξ αποστάσεως ελέγχου συσκευών έξυπνου σπιτιού με τη
χρήση μικροελεγκτών**

Στέφανος Χριστοφόρου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2015

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Διαδραστικό Σύστημα εξ Αποστάσεως Ελέγχου Συσκευών Έξυπνου Σπιτιού με τη
Χρήση Μικροελεγκτών**

Στέφανος Χριστοφόρου

Επιβλέπων Καθηγητής
κ. Γιώργος Πάλλης

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

i. Περίληψη

Η ανάγκη του ανθρώπου για επίλυση των σύνθετων προβλημάτων που αντιμετωπίζει σε όλους τους τομείς δραστηριότητας του και για βελτίωση της ποιότητας ζωής του όπως και της προστασίας του περιβάλλοντος απαιτεί συνεχή προσπάθεια για εξεύρεση έξυπνων και καινοτόμων εφαρμογών.

Ο τομέας της Πληροφορικής διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην προσπάθεια αυτή. Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων των Συστημάτων Αστικής Αντίληψης, του Διαδικτύου των Πραγμάτων, των Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων, ο συνδυασμός των νέων μεθόδων και δυνατοτήτων προγραμματισμού, η σμίκρυνση και οι δυνατότητες των νέων αισθητήρων, τα έξυπνα κινητά, η μείωση των τιμών συμβάλουν στην δημιουργία περιβάλλοντος για σχεδιασμό εφαρμογών με απεριόριστες δυνατότητες.

Μια πρακτική εφαρμογή σε συνεχή άνοδο κατά τα τελευταία χρόνια είναι αυτή των έξυπνων σπιτιών. Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός διαδραστικού συστήματος ελέγχου των συσκευών ενός έξυπνου σπιτιού με την χρήση μικροελεγκτών.

Ο απλός χρήστης του συστήματος μπορεί να έχει εύκολα στην διάθεση του τις διάφορες παραμέτρους του σπιτιού του όπως είναι η θερμοκρασία, η ακτινοβολία UV, η υγρασία κλπ.

Δίνεται η δυνατότητα απεριόριστου αριθμού συνδεδεμένων συσκευών αλλά και η δυνατότητα να ελέγχονται εξ αποστάσεως οι διάφορες συσκευές που μπορεί ακόμη να μην είναι από την κατασκευή τους έξυπνες.

Μπορούν να γίνουν ζωντανές μετρήσεις αισθητήρων για O₃, UV, υγρασία και θερμοκρασία όπως επίσης και γραφικές παραστάσεις των μετρήσεων.

Δίνεται η επιλογή της αυτοματοποίησης συσκευών με βάση παραμέτρους που μπορεί ο χρήστης να επιλέξει, να αποθηκεύσει και να επεξεργαστεί με μεγάλη ευκολία.

Για τους σκοπούς της εργασίας αυτής, χρησιμοποιήθηκε το Raspberry Pi (single board computer) και ο προγραμματισμός έγινε με την χρήση της στοίβας MEAN (MongoDB - ExpressJS - AngularJS- NodeJS).

ii. Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Γιώργο Πάλλη, επιβλέπον καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την άψογη συνεργασία, την καθοδήγηση και τις γνώσεις που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της χρονιάς, ήταν πάντα πρόθυμος να βοηθήσει και να κατανοήσει τυχόν προβλήματα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συναδέλφους, Χαρίτων Ευσταθιάδη και Δημήτρη Αντωνιάδη για την εξαιρετική συνεργασία και την βοήθεια που μου παρείχαν κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Οι συμβουλές τους ήταν καθοδηγητικές στις διάφορες δυσκολίες που παρουσιάστηκαν καθ' όλη την διάρκεια μελέτης, ανάπτυξης και υλοποίησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω το Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου για το ολοκληρωμένο πρόγραμμα εκμάθησης των διάφορων τεχνολογιών Πληροφορικής και τους καθηγητές του τμήματος για το σύνολο των γνώσεων που μου παρείχαν κατά την τετραετή φοίτηση στο τμήμα και για την άμεση παροχή των συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την έρευνα, ενώ ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω και στην φοιτήτρια Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Κύπρου Εβίτα Κουτέλη, για την βοήθεια της στη δημιουργία της 3D θήκης του συστήματος.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, που με στήριξε οικονομικά και ψυχολογικά καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

iii. Περιεχόμενα

[i. Περίληψη](#)

[ii. Ευχαριστίες](#)

[iii. Περιεχόμενα](#)

[1. Εισαγωγή](#)

[2. Abstract](#)

[3. Υπόβαθρο](#)

[3.1 Συστήματα Αστικής Αντίληψης](#)

[3.2 Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων](#)

[3.2.1 Γενική Περιγραφή](#)

[3.2.2 Δυσκολίες](#)

[3.2.3 Λύσεις](#)

[3.2.4 ZigBee](#)

[3.3 Έξυπνα σπίτια](#)

[3.4 Μικροελεγκτές - Μικροεπεξεργαστές](#)

[4. Ανάλυση/ Υλοποίηση Συστήματος](#)

[4.1 Γενική Περιγραφή](#)

[4.2 Στοιβά MEAN](#)

[4.2 Περιγραφή Συστήματος](#)

[4.2.1 Frontend](#)

[4.2.1.1 Τμήμα ζωντανών μετρήσεων αισθητήρα](#)

[4.2.1.2 Τμήμα απομακρυσμένου ελέγχου συσκευών](#)

[4.2.1.3 Τμήμα αυτοματοποιήσεων συσκευών](#)

[4.2.2 Backend](#)

[4.2.2.1 Bluetooth Module](#)

[4.2.2.2 Sensor Feed](#)

[4.2.2.3 Feed Parser](#)

[4.2.2.4 Socket Connection](#)

[4.2.2.5 GPIO module](#)

[4.2.3 Hardware](#)

[4.2.3.1 Raspberry Pi](#)

[4.2.3.2 Sensaris Sensopod 9025](#)

[4.2.3.3 Wireless Controll Adapter](#)

[4.2.3.4 System Casing](#)

[5. Δοκιμή - Αξιολόγηση](#)

[6. Μελλοντικά Σχέδια - Συμπεράσματα](#)

[6.1 Μελλοντικά Σχέδια](#)

[6.1.1 Εμπλουτισμός λειτουργιών για μέτρηση κατανάλωσης](#)

[6.1.1.1 Kill A Watt](#)

[6.1.1.2 Tweet A Watt](#)

[6.1.1.3 Ένωση στην Υπάρχον πλατφόρμα](#)

[6.1.2 Πρόσθεση λειτουργιών κοινωνικής δικτύωσης](#)

[6.2 Συμπεράσματα](#)

[7. Βιβλιογραφία](#)

[Appendix](#)

1. Εισαγωγή

Τα Συστήματα Αστικής Αντίληψης, τομέας πληροφορικής που αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια και έχει να κάνει με δίκτυα αισθητήρων μεγάλης κλίμακας όπως παρακολούθηση δασών για πυρκαγιές κτλ, προβλέπεται να έχουν ραγδαία εξέλιξη στο άμεσο μέλλον για να καλύψουν τις συνεχείς ανάγκες για επέκταση των γνώσεων μας για το περιβάλλον και τις προσπάθειες μας για έλεγχο του περιβάλλοντος χώρου.

Η ανάπτυξη νέων αισθητήρων σε συνδυασμό με τις δυνατότητες που προσφέρουν τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων βοηθά στον σχεδιασμό χρήσιμων και καινοτόμων εφαρμογών με απεριόριστες δυνατότητες. Η παρακολούθηση φυσικών ή περιβαλλοντικών συνθηκών και η μεταφορά και αξιοποίηση των δεδομένων μέσω δικτύων εξελίσσεται συνεχώς. Προβλέπεται να συνδεθούν με το διαδίκτυο μέχρι το 2020 δισεκατομμύρια συσκευές.

Παράλληλα, επιτυγχάνεται συνεχής σμίκρυνση των επεξεργαστών και της μνήμης, σημαντικές εξελίξεις στην τεχνολογία των αισθητήρων, πρόοδος στον τομέα των ραδιοσυχνοτήτων και νέοι τρόποι επικοινωνίας αναπτύσσονται συνεχώς.

Η τεράστια αυτή πρόοδος και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών συνέβαλε στην δημιουργία αυτού που ονομάζεται σήμερα Διαδίκτυο των Πραγμάτων και αποτελείται από τρία μέρη:

- Τα «πράγματα» (αντικείμενα)
- Τα δίκτυα επικοινωνιών που τα συνδέουν
- Τα υπολογιστικά συστήματα που χρησιμοποιούν τα δεδομένα που ρέουν προς και από τα αντικείμενα.

Είναι εύκολη σήμερα η λήψη δεδομένων από απόσταση, η πρόβλεψη καιρικών φαινομένων, η αυτοματοποίηση αυτοκινήτων, τρένων, μηχανημάτων, ο έλεγχος παραγωγής εργοστασίων, ο έλεγχος αποθηκών και πολλά άλλα. Αναπτύσσονται συνεχώς νέες εφαρμογές που καλύπτουν όλους τους τομείς.

Ένας ιδιαίτερα δημοφιλής τομέας εφαρμογών αφορά τα «έξυπνα σπίτια». Πολλές εταιρείες δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό και προσπαθούν να καλύψουν τις ανάγκες τόσο υφιστάμενων όσο και νέων σπιτιών που είναι στο στάδιο του σχεδιασμού.

Οι βασικές επιδιώξεις των έξυπνων σπιτιών είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής, η ασφάλεια και η εξοικονόμηση ενέργειας.

Ρυθμίζονται εύκολα τα συστήματα ασφάλειας, πρόσβασης, φωτισμού, μουσικής, τηλεόρασης/οικιακού σινεμά, ελέγχονται όλες οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, οι οικιακές συσκευές ώστε να βοηθούνται οι ένοικοι στην άνετη και ασφαλή διαβίωση τους. Αναπτύσσονται σενάρια χρήσης προσαρμοσμένα στις ανάγκες των ανθρώπων και είναι εφικτή η βελτίωση των συστημάτων ανάλογα με τις συνήθειες των ανθρώπων.

Ιδιαίτερα χρήσιμες εφαρμογές βοηθούν άτομα με προβλήματα υγείας, ή με αναπηρίες που χρειάζονται ιατρική παρακολούθηση από απόσταση.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην επίλυση των προβλημάτων που σχετίζονται με την ασφάλεια των συστημάτων από κακόβουλες ενέργειες, την προστασία των προσωπικών δεδομένων, την λειτουργία σε περίπτωση διακοπής της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, της απλοποίησης της χρήσης και της μείωσης του κόστους εφαρμογής και λειτουργίας.

Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων των Συστημάτων Αστικής Αντίληψης, του Διαδίκτυο των Πραγμάτων και των Έξυπνων Σπιτιών προσφέρει πολλές πρακτικές εφαρμογών. Η εργασία που παρουσιάζεται στην συνέχεια περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και τα στάδια υλοποίησης ενός διαδραστικού συστήματος εξ αποστάσεως ελέγχου συσκευών ενός σπιτιού με την χρήση μικροελεγκτών.

Με την εφαρμογή αυτή συνδυάζεται η αξιοποίηση συσκευών χαμηλού κόστους και ο προγραμματισμός με σύγχρονα λογισμικά με απεριόριστες δυνατότητες. Για τους σκοπούς της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε το Raspberry Pi (single board computer) και ο προγραμματισμός έγινε με την χρήση της στοίβας MEAN (MongoDB - ExpressJS - AngularJS - NodeJS).

Στην συνέχεια περιγράφονται με λεπτομέρεια και αναλυτικά όλα τα στάδια σχεδιασμού, δοκιμής και αξιολόγησης του διαδραστικού συστήματος που σχεδιάστηκε όπως επίσης και οι δυνατότητες για μελλοντικές εφαρμογές.

Με το σύστημα αυτό οποιοσδήποτε χρήστης χωρίς ιδιαίτερες τεχνικές γνώσεις θα μπορεί να μετατρέψει το σπίτι του σε Έξυπνο και να έχει τα πλεονεκτήματα που έχουν πολύ πιο ακριβά συστήματα της αγοράς.

2. Abstract

The human need to solve complex problems faced in all sectors of activity and for improving the quality of life as well as environmental protection requires constant effort to find intelligent and innovative applications.

The field of Information Technology plays a leading role in this effort. Tapping the potential of Urban Sensing Systems, the Internet of Things, the Wireless Sensor Networks, the combination of new methods and programming capabilities, miniaturization and the potential of new sensors, smart phones, reducing prices, contribute to creating an environment for design applications with unlimited possibilities.

A practical application of a continuous rise in recent years is that of smart homes. The aim of this thesis is to study, design and implement an interactive system to control devices of a smart home using microcontrollers.

The simple system user can have easily available the various parameters of the home such as temperature, radiation UV, moisture, controlling several remote devices that may not be by origin smart and schedule various functions for these devices with the measurements and his goal.

For the purpose of this work we used the Raspberry Pi (single board computer) and the programming was done using the stack MEAN (MongoDB - ExpressJS - AngularJS- NodeJS).

3. Υπόβαθρο

3.1 Συστήματα Αστικής Αντίληψης

Μέχρι τώρα, τα δίκτυα αισθητήρων στηρίζονται κατά κύριο λόγο στην τοποθέτηση μικροσκοπικών σταθερών κόμβων σε διάφορα μέρη για να υποβάλλουν αναφορές σχετικά με τον φυσικό κόσμο. Αυτά τα αυτόματα συστήματα χρειάζονται ειδικά σχεδιασμένο υλικό, είναι πιο ακριβά και δύσκολα στην αξιοποίηση..



Μεγάλες εταιρείες όπως η NOKIA και IBM έχουν αλλάξει τον τρόπο σκέψης τους για τα συστήματα παρατήρησης προωθώντας έτσι τις φορητές συσκευές ως ένα πολύ πιο ευέλικτο και ευρέως διαθέσιμο όργανο ανίχνευσης.

Ένα καλό παράδειγμα είναι το Mote Runner¹ της IBM που παρέχει ένα ολοκληρωμένο πακέτο για τους προγραμματιστές, σε εταιρίες και ακόμη σε επίπεδα κυβερνήσεων, που της δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν αισθητήρες και συσκευές για να σχεδιάσουν και να κτίσουν έξυπνα προϊόντα και συστήματα.

Αυτή η προσέγγιση που έχει στο επίκεντρο τις φορητές συσκευές οδηγεί γρήγορα σε ένα ανθρωποκεντρικό όραμα συστημάτων αισθητήρων. Με την τοποθέτηση των κινητών τηλεφώνων στα χέρια συμμετεχόντων, μπορούμε να επωφεληθούμε κάνοντας τους χρήστες δημιουργούς, φύλακες, ενεργοποιητές και εκδότες των δεδομένων που συλλέγουν.

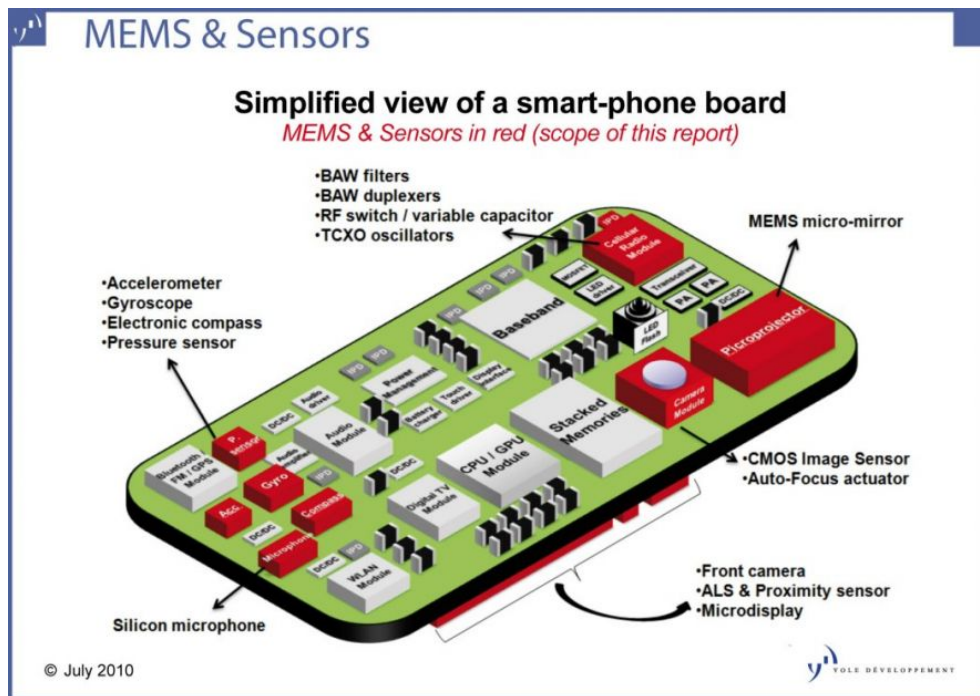
Τα κινητά τηλέφωνα έχουν πλέον ωριμάσει ως μια υπολογιστική πλατφόρμα και απέκτησαν πιο πλούσια λειτουργικότητα από την αρχική τους μορφή με αυτές τις εξελίξεις να έχουν συχνά συνδεθεί με την εισαγωγή νέων αισθητήρων.

¹ <http://www.zurich.ibm.com/moterunner/>

Για παράδειγμα, επιταχυνσιόμετρα έχουν γίνει κοινοί αισθητήρες πλέον σε ένα κινητό τηλέφωνο αφού αρχικά είχαν εισαχθεί για να ενισχύσουν τη διασύνδεση του χρήστη και και κάμερας. Χρησιμοποιούνται για να καθορίζουν αυτόματα τον προσανατολισμό με τον οποίο ο χρήστης κρατά το τηλέφωνο και να χρησιμοποιήσουν την πληροφορία αυτή για να προσανατολίσουν αυτόματα πάλι την οθόνη μεταξύ οριζόντιου και κατακόρυφου προσανατολισμού ή να προσανατολίσουν φωτογραφίες που τραβήχτηκαν σε μια ή άλλη θέση.

Σ ένα μέσης τιμής και τεχνολογίας τηλέφωνο για παράδειγμα όπως το iPhone 4 υπάρχουν οι παρακάτω αισθητήρες:

- γυροσκόπιο
- πυξίδα
- επιταχυνσιόμετρο
- εγγύτητα αισθητήρα
- αισθητήρας φωτός



Καθώς και άλλα πιο συμβατικά modules που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αίσθηση, όπως:

- εμπρός και πίσω κάμερες
- μικρόφωνο
- GPS
- WiFi
- Bluetooth
- Ραδιόφωνο

Αυτό είναι πολύ σημαντικό επειδή ο φυσικός κόσμος περιέχει περισσότερα στοιχεία που μπορούμε να αισθανθούμε απ' ό,τι μπορεί ο ανθρώπινος νους να κατανοήσει. Ακόμη και όταν οι άνθρωποι κινούνται σε μεγάλες αποστάσεις περιορίζουν τις παρατηρήσεις τους μέσω κρίσιμων αποφάσεων, ελέγχους πραγματικότητας και συμπεράσματα

- Ποια στοιχεία είναι σημαντικά;
- Πόσα χρειαζόμαστε;
- Πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτά τα δεδομένα για να περιγράψουμε μια καλύτερη ιστορία;

Οι άνθρωποι κάνουν ευκαιριακές επιλογές επί τόπου λαμβάνοντας υπόψη άμεσους παράγοντες που δεν είναι δυνατόν να βρεθούν με τη χρήση ψηφιακών μεθόδων.

Παρά τα πλεονεκτήματα αυτής της ανίχνευσης με την χρήση κινητών συσκευών, η ανταλλαγή προσωπικών δεδομένων μεταξύ πολλαπλών εφαρμογών έχει αρκετές προκλήσεις. Οι προκλήσεις περιλαμβάνουν δυσκολίες στην παροχή αξιόπιστων μετρήσεων, περιορισμούς στην υπολογιστική δύναμη και πιο σημαντική και σύνθετη την διαχείριση της ιδιωτικής ζωής των χρηστών και την ασφάλεια τους.

Πιο αναλυτικά καταγράφονται πιο κάτω κάποιες προκλήσεις:

- Αξιοπιστία αισθητήρων των κινητών συσκευών
 - Οι κινητές συσκευές συνήθως χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους στην καθημερινή τους ζωή με τρόπους που είναι αρκετά δύσκολο να προβλεφθούν

εκ των προτέρων, κάνοντας έτσι τη διαδικασία ελέγχου και γενίκευσης των δεδομένων περίπλοκη.

- Το κινητό τηλέφωνο δεν έχει πάντα μια στατική θέση για να βοηθά τη διαδικασία ανίχνευσης, μπορεί να είναι στην τσέπη ή σε μια τσάντα, και αυτοί ακριβώς οι παράγοντες επηρεάζουν την ποιότητα των δεδομένων που συλλαμβάνει ο αισθητήρας.
- Επιπλέον, εάν ο χρήστης κάνει ποδηλασία, τρέξιμο ή περπάτημα η συσκευή μπορεί να εκτεθεί σε ένα συγκεκριμένο γεγονός (π.χ. συλλογή από ρύπανση του αέρα) για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα παίρνοντας πιο λίγες μετρήσεις από αυτές που χρειάζονται για να βγει κάποιο ακριβές συμπέρασμα.
- Οι εταιρίες που παράγουν αυτές τις συσκευές προσπαθούν να βρίσκουν έξυπνους τρόπους για να υπολογίζουν διαφορετικά τα δεδομένα όπως για παράδειγμα στον υπολογισμό θερμίδων σε μια εφαρμογή γυμναστικής όπου δεν μετρά μόνο η απόσταση που κάλυψες με το GPS αλλά παίζει ρόλο και το υψόμετρο και ο τρόπος που τρέχεις (accelerometer).
- Περιορισμός ισχύος κινητών συσκευών
 - Προσωπικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές με αισθητήρες αναπτύχθηκαν πάρα πολύ λόγω τις πρόσφατης εισόδου δυνατών αισθητήρων στις έξυπνες κινητές συσκευές που τα κάνει δυνατές μηχανές αίσθησης.
 - Αυτές οι εφαρμογές όμως ζητούν όλο και πιο πολύ υπολογιστική ισχύ από τα τηλέφωνα για να αυξήσουν την ποιότητα και ποσότητα των μετρήσεων.
 - Επομένως τα τηλέφωνα αυτά, που έχουν περιορισμένη ενέργεια και υπολογιστική δύναμη αναγκάζονται να ξοδεύουν τους περισσότερους τους πόρους σε αυτές τις εφαρμογές.
 - Ο τρόπος που αντιμετωπίζεται αυτή η πρόκληση από τις εταιρίες παραγωγής είναι με το να προσπαθούν να μειώνουν ολοένα τους πόρους που χρειάζονται αυτοί οι αισθητήρες.

Στα επόμενα κεφάλαια θα δούμε πως μπορούμε να συνδυάσουμε διάφορες συσκευές και modules για να μειώσουμε όσο μπορούμε αυτές τις προκλήσεις που είδαμε πιο πάνω. Πιο αναλυτικά θα χρησιμοποιηθεί το Raspberry Pi που είναι πάρα πολύ αποδοτικό σε θέματα ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψιν την υπολογιστική που μας παρέχει, και με αυτό τον τρόπο αποδεσμεύομαι το κινητό τηλέφωνο/ υπολογιστή που θα ελέγχει το σύστημα στο να χρειάζεται να κάνει υπολογισμούς κτλ.

3.2 Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων

3.2.1 Γενική Περιγραφή

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων είναι μια ομάδα εξειδικευμένων μετατροπών με υποδομή επικοινωνιών για τις συνθήκες παρακολούθησης και καταγραφής σε διαφορετικά σημεία.

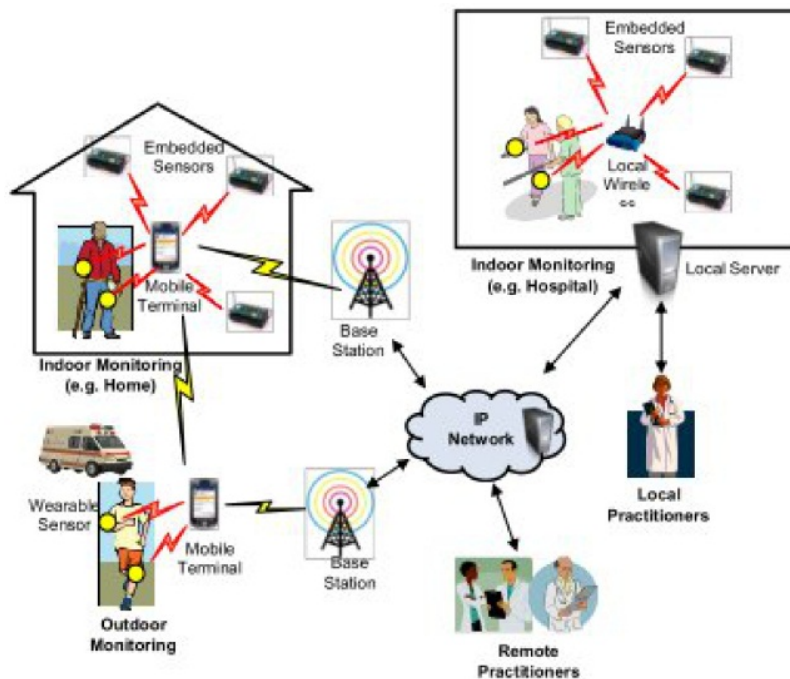


Παράμετροι που παρακολουθούνται συνήθως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, πίεση, κατεύθυνση και ταχύτητα ανέμου, η ένταση φωτισμού, ένταση της δόνησης, ηχητική ένταση, τάση γραμμής ηλεκτρικής ενέργειας, χημικές συγκεντρώσεις, τα επίπεδα των ρύπων και των ζωτικών λειτουργιών του σώματος.

Ένα δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από πολλαπλούς σταθμούς ανίχνευσης που ονομάζονται κόμβοι αισθητήρων. Ο κάθε ένας από αυτούς είναι μικρός, ελαφρύς και φορητός. Κάθε κόμβος-αισθητήρας είναι εξοπλισμένος με ένα μετατροπέα, ένα μικροϋπολογιστή, ένα πομποδέκτη και φυσικά μια πηγή ενέργειας.

Η λειτουργία του συστήματος γίνεται με τα πιο κάτω στάδια

- Ο μετατροπέας παράγει ηλεκτρικά σήματα με βάση την ανίχνευση που έκανε.
- Ο μικροϋπολογιστής επεξεργάζεται και αποθηκεύει το σήμα εξόδου του αισθητήρα.
- Ο πομποδέκτης στην συνέχεια λαμβάνει εντολές από έναν κεντρικό υπολογιστή και μεταδίδει δεδομένα πίσω στον ίδιο υπολογιστή.
- Η ισχύς για κάθε κόμβο-αισθητήρα προέρχεται από μια μπαταρία.



Μερικές εφαρμογές δικτύων αισθητήρων είναι:

- Παρακολούθηση περιοχών
 - Παρακολούθηση περιοχών που είναι μια κοινή εφαρμογή για τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Σ' αυτή την εφαρμογή το δίκτυο αναπτύσσεται στην περιοχή που θα τεθεί υπό παρακολούθηση.
 - Για παράδειγμα στο στρατό με την χρήση των αισθητήρων μπορεί να ανιχνεύεται η θέση του εχθρού.
 - η γεω-περίφραξη των αγωγών του φυσικού αερίου ή πετρελαίου. Μπορεί να υπάρχει άμεση ενημέρωση σε περίπτωση βλάβης, διαρροής ή κακόβουλης ενέργειας.



- Ιατρική παρακολούθηση
 - Οι ιατρικές εφαρμογές μπορεί να είναι δύο τύπων: να είναι φορητές ή να εμφυτεύονται.
 - Φορητές συσκευές χρησιμοποιούνται για την επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος ή απλώς σε κοντινή απόσταση από το χρήστη.
 - Οι εμφυτεύσιμες ιατρικές συσκευές είναι εκείνες που εισάγονται μέσα ανθρώπινο σώμα.
 - Υπάρχουν πολλές εφαρμογές όπως μέτρηση θέσης σώματος, συνολική παρακολούθηση των ασθενών στα νοσοκομεία και σε σπίτια. Δίκτυα που συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την υγεία, την καλή φυσική κατάσταση, και την ενεργειακή δαπάνη ενός ατόμου.

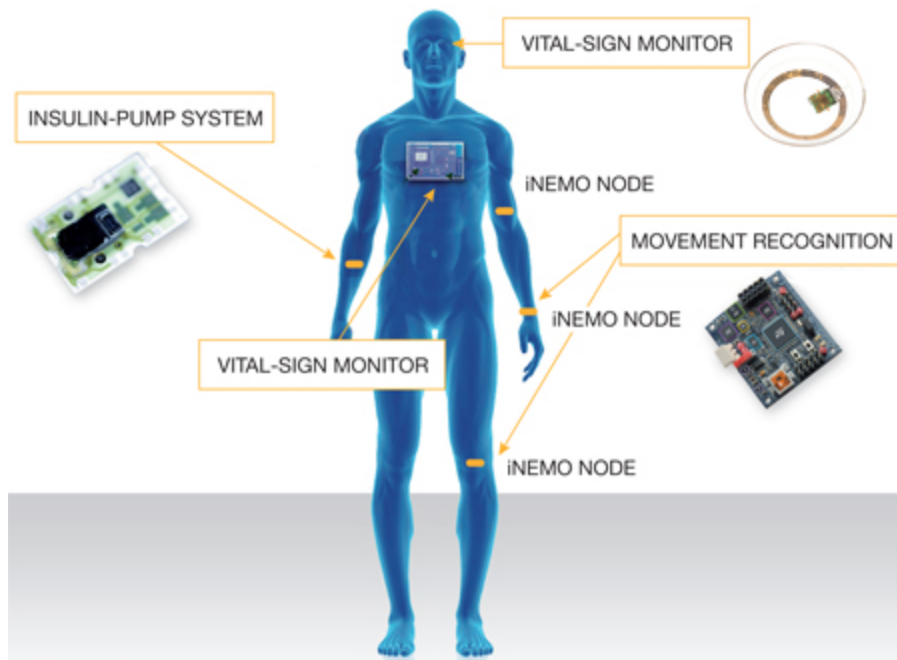
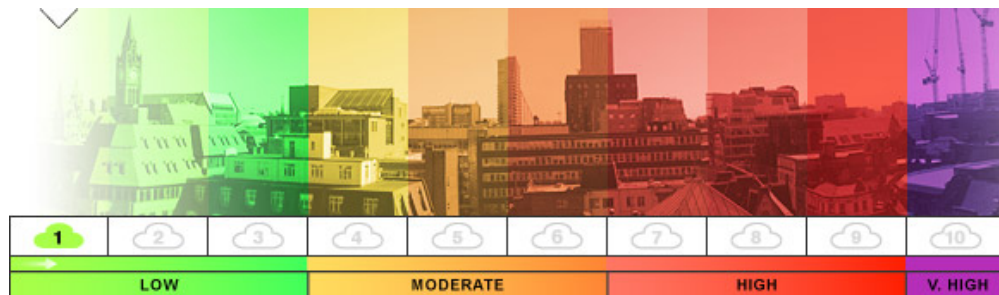
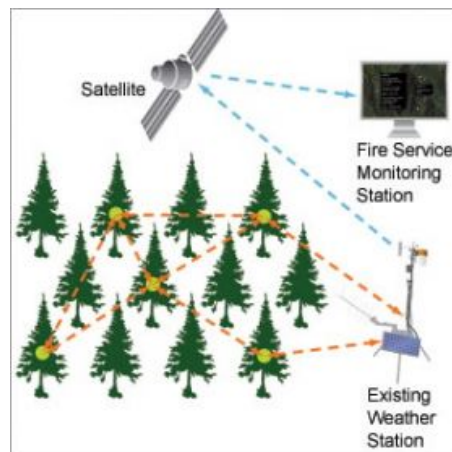


Figure 1 STMicroelectronics has developed applications employing sensors for personal and diagnostic use.

- Παρακολούθηση της ρύπανσης του αέρα
 - Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί σε διάφορες πόλεις όπως Στοκχόλμη, Λονδίνο, Brisbane, κ.α. για την παρακολούθηση της συγκέντρωσης επικίνδυνων αερίων για τους πολίτες.
 - Αυτά τα δίκτυα μπορούν να επωφεληθούν καλύτερα από τις ad hoc ζεύξεις παρά από τις ενσύρματες εγκαταστάσεις οι οποίες καθιστούν επίσης μεγαλύτερη κινητικότητα για μετρήσεις δοκιμές σε διάφορους τομείς.



- Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών
 - Διάφοροι κόμβοι ενός Δικτύου αισθητήρων μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα δάσος και να ανιχνεύουν όταν προκληθεί μια πυρκαγιά. Οι κόμβοι είναι δυνατόν να είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας όπως και των αερίων που παράγονται από την καύση των δέντρων α ή της βλάστησης.
 - Η έγκαιρη διάγνωση είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή δράση των πυροσβεστών και χάρη στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, η πυροσβεστική είναι σε θέση να γνωρίζει πότε μια πυρκαγιά ξεκίνησε και πως εξαπλώνεται.



3.2.2 Δυσκολίες

Κάποιες από τις δυσκολίες που είναι δυνατό να παρουσιαστούν στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων προέρχονται από το γεγονός ότι το ασύρματο κανάλι είναι αναξιόπιστο από την φύση του και ένας αριθμός φαινομένων μπορεί να αποτρέψει την μετάδοση ενός πακέτου στον δέκτη. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται `παρεμβολή`. Αν δύο ανεξάρτητοι πομποί μεταδίδουν στο ίδιο κανάλι έτσι ώστε τα σήματα τους να επικαλύπτονται, μπορούν να επηρεάσουν την πληροφορία που μεταδίδεται από τον ένα δέκτη στον άλλο.

Παρεμβολές μπορεί να προέρχονται και από το ίδιο δίκτυο αν η υποκείμενη τεχνολογία πρόσβασης στο μέσο δεν πραγματοποιεί contention-free communications. Αυτό είναι ιδιαίτερα προβληματικό εάν οι δύο πομποί μπορούν να ακούσουν τον δέκτη, αλλά δεν ακούν ο ένας τον άλλο. Αυτό είναι γνωστό και ως `Πρόβλημα Κρυμμένου Τερματικού` και απαιτεί οπισθοχώρηση και αναγνώριση των μηχανισμών για την επίλυση των συγκρούσεων.

Παρεμβολές μπορεί επίσης να προέρχονται από κάποιο άλλο δίκτυο που λειτουργεί στην στον ίδιο κυματικό χώρο ή από μια διαφορετική τεχνολογία κυμάτων που χρησιμοποιεί την ίδια ζώνη συχνοτήτων. Το τελευταίο είναι γνωστό ως «Εξωτερική» παρέμβαση και το βλέπουμε ιδιαίτερα σε μη αδειοδοτημένες ζώνες, όπως το 2.400GHz μέχρι 2.485GHz, επιστημονικές και ιατρικές (ISM) ζώνες, Wi-Fi, Bluetooth και 802.15.4.

Ένα άλλο φαινόμενο είναι το multipath fading που μπορεί να αποτρέψει ένα μεταδιδόμενο πακέτο από το να φτάσει στον δέκτη και είναι τόσο πιο καταστροφική όσο πιο δύσκολο να προσδιοριστεί. Συχνά περιγράφεται και ως `Αυτο-παρεμβολή` που συμβαίνει όταν ο παραλήπτης λάβει τόσο τα σήματα που ταξιδεύουν στη διαδρομή που βλέπει ο πομπός, καθώς και την ηχώ του ίδιου σήματος που ανακλάται σε αντικείμενα στο περιβάλλον όπως δάπεδα, οροφές, πόρτες, ανθρώπους, κλπ. Λόγω του ότι τα αντίγραφα αυτά ταξιδεύουν διαφορετικές αποστάσεις, φθάνουν στο δέκτη σε διαφορετικές στιγμές και ενδεχομένως να παρέμβουν καταστροφικά. Το Multipath Fading συνήθως είναι ασυνήθιστο σε 20dB έως 30dB.

3.2.3 Λύσεις

Μερικές λύσεις για τα παραπάνω προβλήματα είναι για παράδειγμα η χρήση τεχνολογίας όπως η IEEE 802.15.4, η οποία προσφέρει χαμηλής ισχύος, χαμηλού PHYs ρυθμού δεδομένων σε διάφορες μη αδειοδοτημένες ζώνες συχνοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της ζώνης 915 MHz που διατίθεται στη Βόρεια Αμερική, και της 2.4GHz ISM μπάντα, η οποία είναι διαθέσιμη σε όλο τον κόσμο. Οι PHYs φάσματος 2.4GHz παρέχουν προστασία στο θόρυβο και ένα ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό για μια συσκευή χαμηλής ενέργειας είναι να σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε δυνητικά γεμάτες, χωρίς άδεια ζώνες συχνοτήτων. Το πρότυπο αυτό ορίζει επίσης ένα αξιόπιστο, αναγνωρίσιμο, πακέτων (ή πλαίσιο), με βάση την MAC στρώση με προαιρετική κρυπτογράφηση και έλεγχο ταυτότητας. Αυτή η ευέλικτη λύση αποτελεί τη βάση πολλών πρωτοκόλλων, συμπεριλαμβανομένου του πρωτοκόλλου ZigBee, το οποίο χρησιμοποιεί για να σχηματίσει συγχρονισμένα δίκτυα μονού καναλιού, και το πρωτόκολλο WirelessHART.

3.2.4 ZigBee

Το ZigBee είναι μια προδιαγραφή για μια σουίτα πρωτοκόλλων επικοινωνίας υψηλού επιπέδου που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία προσωπικών τοπικών δικτύων, χτισμένο από μικρές, χαμηλής ισχύος ψηφιακά radios. Το ZigBee όπως είπαμε και πιο πάνω βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4. Αν και τα χαμηλής ισχύος όρια κατανάλωσης το περιορίζουν σε αποστάσεις μεταφοράς 10-100 μέτρων line-of-sight, ανάλογα και με την ισχύ εξόδου και άλλα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά, οι συσκευές ZigBee μπορούν να μεταδίδουν δεδομένα σε μεγάλες αποστάσεις από το πέρασμα των δεδομένων μέσα από ένα δίκτυο πλέγματος των ενδιάμεσων συσκευών για να φτάσουν πιο μακριά.

Το ZigBee χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές όπου υπάρχει χαμηλός ρυθμός δεδομένων και απαιτείται μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και ασφαλής δικτύωση (δίκτυα ZigBee ασφαλίζονται με κλειδιά συμμετρικής κρυπτογράφησης 128 bit). Το ZigBee έχει ένα καθορισμένο ρυθμό μετάδοσης στα 250 kbit/s, που είναι καταλληλότερη για διαλείπουσες μεταδόσεις δεδομένων από έναν αισθητήρα ή συσκευή εισόδου.

Μερικές από τις εφαρμογές περιλαμβάνουν ασύρματους διακόπτες φωτός, ηλεκτρικούς μετρητές με οθόνες, συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας καθώς και άλλους καταναλωτικούς και βιομηχανικούς εξοπλισμούς που απαιτούν μικρής εμβέλειας, ασύρματης, και χαμηλής ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων.

Η τεχνολογία που ορίζεται από την προδιαγραφή ZigBee προορίζεται να είναι απλούστερη και λιγότερο δαπανηρή απ' ό,τι άλλα ασύρματα δίκτυα προσωπικής περιοχής (WPANs), όπως Bluetooth ή Wi-Fi. Το ZigBee επινοήθηκε το 1998, έχει τυποποιηθεί το 2003 και αναθεωρήθηκε το 2006. Το όνομά του αναφέρεται στο το χορό των μελισσών μετά την επιστροφή τους στην κυψέλη.

3.3 Έξυπνα σπίτια

Ο όρος έξυπνο σπίτι μπορεί να ερμηνευτεί με πολλούς τρόπους, με τον πιο γνωστό να είναι η αυτοματοποίηση του σπιτιού, των εργασιών του σπιτιού ή και διαφόρων δραστηριοτήτων του.

Κάποια παραδείγματα αυτοματοποίησης είναι ο έλεγχος διαφόρων συσκευών όπως λάμπες, οικιακές συσκευές, θέρμανση κτλ. για ευκολία/ άνεση του χρήστη, καλύτερη ενεργειακή απόδοση, ασφάλεια κ.α.

Με την μεγάλη ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) αυτή η αυτοματοποίηση/ έλεγχος των σπιτιών πήρε μεγάλες διαστάσεις λόγω μεγάλης μείωσης του κόστους έξυπνων συσκευών, πιο εύκολη πρόσβαση σε αυτές, πιο εξελιγμένα συστήματα που προσφέρουν πολύ περισσότερα πράγματα από τον απλό έλεγχο μιας συσκευής.

Ιστορικά αυτοματοποιήσεις σπιτιών ξεκίνησαν από τις αρχές τις δεκαετίας του 30 αλλά στο ευρύ κοινό δεν έφτασαν παρά μόνο στα τέλη της δεκαετίας του 90. Διάφορες έρευνες όμως δείχνουν πως από τις αρχές του 21ου αιώνα (λόγω του μεγάλου μπαμ του Διαδικτύου των Πραγμάτων) η αύξηση ξεκίνησε να είναι εκθετική με μερικές προβλέψεις να έχουν τα κέρδη από Έξυπνα Σπίτια να φτάνουν τα 71 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2018.

Ένα καλό παράδειγμα που ήταν για πολύ καιρό στο επίκεντρο της επικαιρότητας ήταν η αγορά του έξυπνου θερμοστάτη NEST για 3.2 δισεκατομμύρια δολάρια από την Google το 2014. Αυτό μας δείχνει ότι οι μεγάλες εταιρίες βλέπουν αυτή την προοπτική που έχει αυτή η Αγορά και επενδύουν τεράστια ποσά.

Μεγάλος αριθμός εταιρειών δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό σήμερα με πολύ καλές προοπτικές για το μέλλον.

Σε πρακτικό επίπεδο το έξυπνο σπίτι όπως καθιερώθηκε να ονομάζεται η εφαρμογή συστημάτων αυτοματισμού έχει τους ακόλουθους βασικούς στόχους:

- τη βελτίωση της ποιότητας ζωής
- την ασφάλεια των ενοίκων και του εξοπλισμού
- την εξοικονόμηση ενέργειας

Με την ραγδαία εξέλιξη των συστημάτων και συσκευών αυτοματισμού και τις δυνατότητες προγραμματισμού που έχουμε σήμερα στην διάθεση μας είναι δυνατή η ενοποίηση όλων των συστημάτων για πλήρη έλεγχο ενός σπιτιού.

Με τον κατάλληλο προγραμματισμό των συστημάτων μπορεί να συλλέγονται στατιστικά στοιχεία για διάφορες παραμέτρους με σκοπό την βελτίωση της χρήσης της κατοικίας και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των ενοίκων.

Μπορεί να δημιουργηθεί ένα έξυπνο σύστημα που να προγραμματιστεί με τρόπον ώστε να προσαρμόζεται ακόμα και σε εξειδικευμένες ανάγκες των ενοίκων και να μαθαίνει από τις καθημερινές τους ενέργειες.

Τα αυτοματοποιημένα συστήματα σήμερα μπορούν να καταγράφουν στοιχεία για τις καιρικές συνθήκες και άλλα θέματα που επηρεάζουν τις κατοικίες όπως:

- εξωτερική θερμοκρασία
- αέρας
- βροχή
- ηλιοφάνεια
- θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων
- αερισμός
- αποθέματα πετρελαίου ή φυσικού αερίου
- ανίχνευση κίνησης
- διαρροή νερού
- παρουσία καπνού, πυρκαγιάς

Τα πιο πάνω στοιχεία με τα προγράμματα που αναπτύσσονται συνεχώς μπορούν να αξιοποιηθούν με διάφορους τρόπους όπως για παράδειγμα για την παρακολούθηση και την κατάλληλη ρύθμιση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη και πιο αποδοτική χρήση των πιο κάτω εγκαταστάσεων μιας κατοικίας:

- εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης (όρια θερμοκρασίας, απενεργοποίηση θερμαντικών όταν υπάρχουν ανοικτά παράθυρα, κλπ)
- συστήματα ψύξης (όρια θερμοκρασίας)

- εγκατάσταση παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (όρια θερμοκρασίας, ενεργοποίηση/απενεργοποίηση θερμοσίφωνα)
- συστήματα αερισμού (μετρήσεις, ποιότητα αέρα)
- συστήματα φωτισμού (ρύθμιση έντασης φωτισμού, αυτόματο σβήσιμο)
- φωτοβολταϊκά συστήματα (μετρήσεις, κλίση)
- ηλιακά συστήματα (μετρήσεις, κλίση)

Με την αξιοποίηση των συστημάτων αυτών βελτιώνεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας και ταυτόχρονα δημιουργείται ένα ευχάριστο περιβάλλον και άνεση για τους ενοίκους της κατοικίας.

Μια άλλη βασική εφαρμογή σχετίζεται με την ασφάλεια της κατοικίας. Τοποθετούνται συστήματα παρακολούθησης της κατοικίας και ενημέρωσης των ιδιοκτητών για την κατάσταση της όταν για παράδειγμα υπάρχουν διάφοροι κίνδυνοι όπως:

- κακόβουλες ενέργειες (διαρρήκτες)
- πυρκαγιά (συστήματα ανίχνευσης καπνού, συστήματα αυτόματης πυρόσβεσης)
- διαρροή νερού (σύστημα ύδρευσης, πισίνα, σύστημα αυτόματου ποτίσματος κήπου)
- διαρροή πετρελαίου, γκαζιού
- ρύθμιση ρολών και τεντών/στεγάστρων (σε περίπτωση ανέμου τυλίγονται για παράδειγμα αυτόματα οι τέντες, αυτόματο άνοιγμα ρολών σε περίπτωση φωτιάς κλπ)

Είναι δυνατό να προγραμματιστεί το σύστημα για να καλεί την αστυνομία, άλλες υπηρεσίες ή τους ιδιοκτήτες.

Μια άλλη χρήσιμη εφαρμογή είναι η σύνδεση των τηλεφωνικών συστημάτων, των συστημάτων ήχου, του διαδικτύου, των τηλεοράσεων, του οικιακού σινεμά της κατοικίας.

Μπορεί ακόμα το θυροτηλέφωνο της κατοικίας να συνδεθεί με τα υπόλοιπα συστήματα για άμεση σύνδεση σε οποιοδήποτε χώρο της κατοικίας ή ακόμα και σε περίπτωση απουσίας.

Όλα αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν και να προσαρμοστούν στις ανάγκες των ενοίκων. Είναι δυνατή η δημιουργία σεναρίων αυτοματοποίησης και ομαδοποίησης μίας ή περισσότερων λειτουργιών όπως για παράδειγμα σενάρια για:

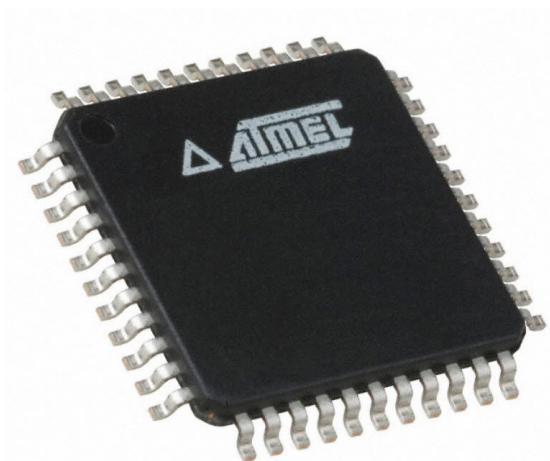
- Φωτισμό (ρυθμίσεις ανάλογα με τον χώρο, αυτόματη ανίχνευση κίνηση, άνοιγμα/κλείσιμο)
- Κίνδυνο (ταξινόμηση κινδύνων και ενέργειες)
- Άφιξη/ αναχώρηση (προεπιλεγμένες ρυθμίσεις)
- Άτομα με δυσκολίες (δυνατότητες φωνητικής λειτουργίας)

Όλα τα πιο πάνω είναι σε συνεχή εξέλιξη και ανάπτυξη. Τα βασικά θέματα που χρειάζονται συνεχή βελτίωση είναι:

- Ασφάλεια συστημάτων από κακόβουλες παρεμβάσεις
- Περίπτωση διακοπής ηλεκτρικής ενέργειας (εφεδρικά συστήματα)
- Κόστος συστημάτων
- Απλοποίηση χρήσης, δυνατότητες προσαρμογής αναγκών
- Σχεδιασμός συστημάτων για άτομα με κινητικές ή άλλες δυσκολίες

3.4 Μικροελεγκτές - Μικροεπεξεργαστές

Από την αρχή της η επιστήμη της πληροφορικής προσπαθεί σε γενικές γραμμές να προσθέσει περισσότερη δύναμη σε ένα σύστημα μικρότερου μεγέθους.



Οι μικροελεγκτές μπορούν να θεωρηθούν αυτόνομα υπολογιστικά συστήματα με πολύ μικρό μέγεθος που αποτελούνται από χιλιάδες ως εκατομμύρια τρανζίστορ. Ο συνδυασμός αυτών των μικροελεγκτών παρέχει διάφορες λειτουργίες στον μικροεπεξεργαστή. Μικροελεγκτές υπάρχουν σε όλες σχεδόν τις ηλεκτρονικές συσκευές όπως πλυντήρια, φούρνους μικροκυμάτων, ρολόγια κτλ.

Ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο μπορεί να προγραμματιστεί από τον χρήστη για όποιο σκοπό θέλει. Κάποια ολοκληρωμένα μικροσυστήματα επεξεργασίας είναι η σειρά Arduino (π.χ Mega², Uno³, Yun⁴, Nano⁵), το πολύ δημοφιλές Raspberry Pi (Model A⁶, Model B⁷, Model B+⁸), Sharks Cove⁹ από την Microsoft και άλλα πολλά.

² <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

³ <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

⁴ <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun?from=Main.ArduinoYUN>

⁵ <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

⁶ <https://www.raspberrypi.org/products/model-a/>

⁷ <https://www.raspberrypi.org/products/model-b/>

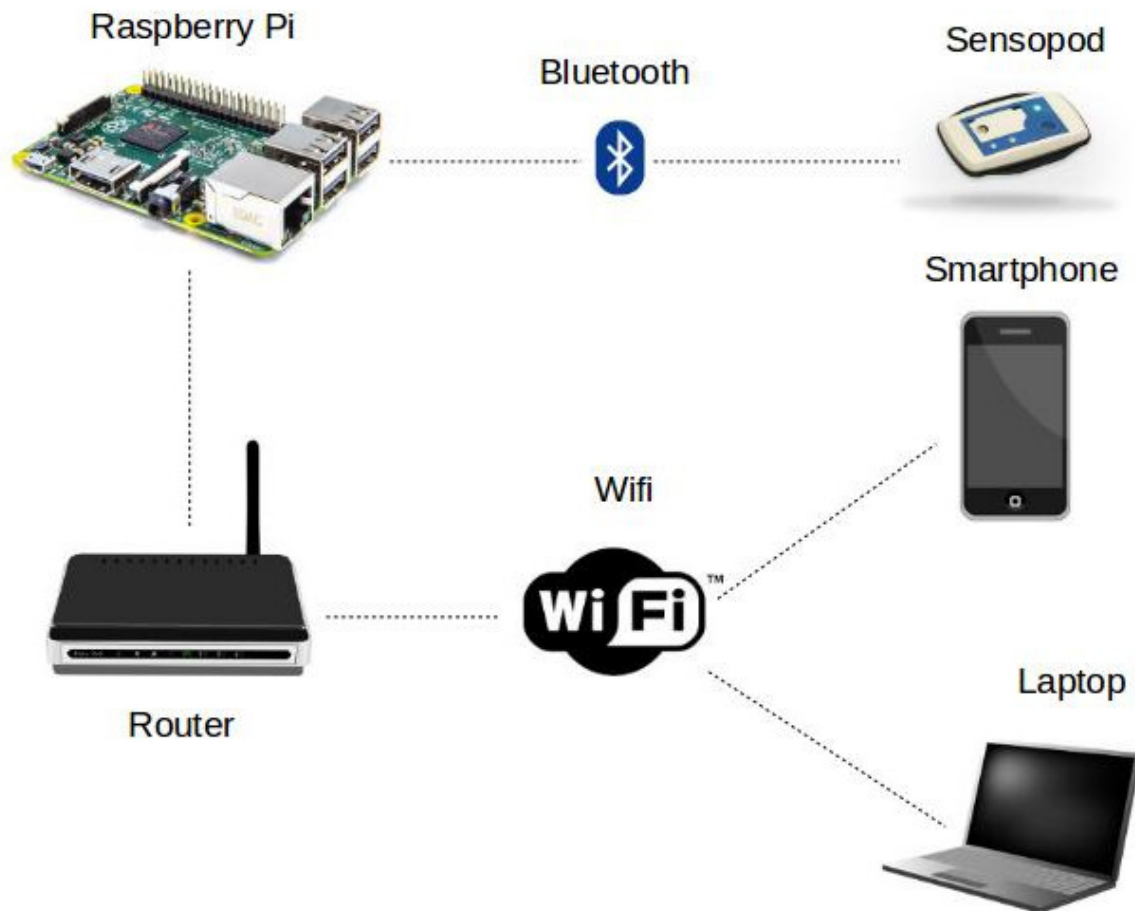
⁸ <https://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/>

⁹ <http://www.sharkscove.org/docs/>

4. Ανάλυση/ Υλοποίηση Συστήματος

4.1 Γενική Περιγραφή

Το σύστημα που μελετήθηκε και υλοποιήθηκε έχει σκοπό τον απομακρυσμένο έλεγχο συσκευών στο περιβάλλον ενός έξυπνου σπιτιού μέσω μιας ειδικά σχεδιασμένης διαδραστικής εφαρμογής.



Το σύστημα είναι χωρισμένο σε 3 κύρια μέρη.

- Το 1ο μέρος είναι το Frontend όπου είναι αυτό που βλέπει ο χρήστης στο σύστημα, όπως το Dashboard.

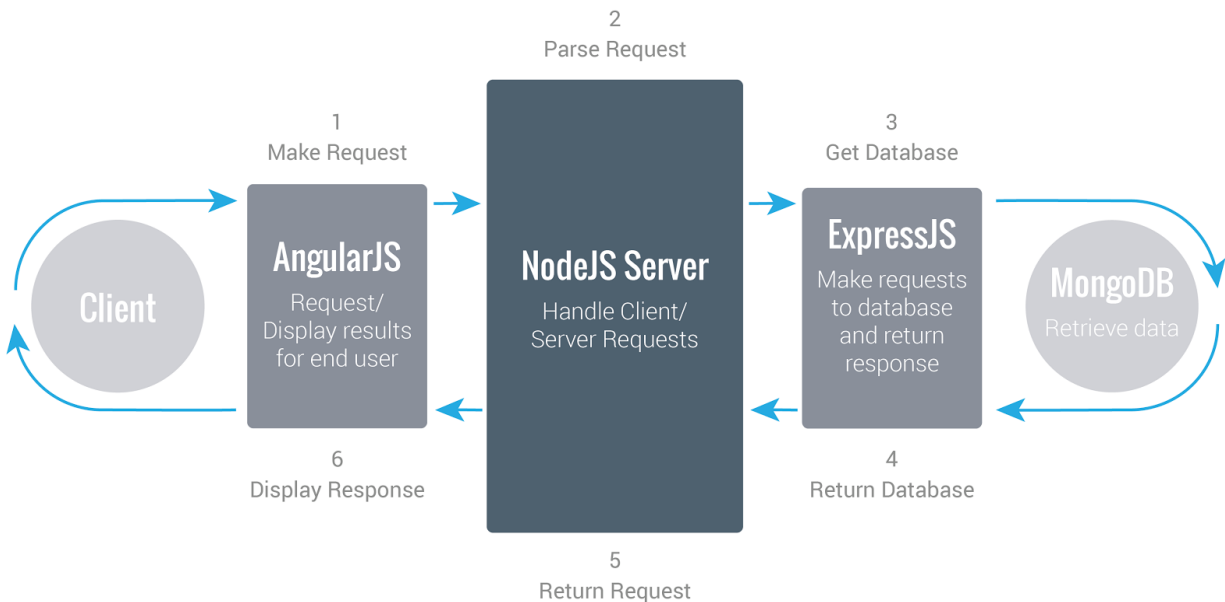
- Το 2ο μέρος είναι το Backend όπου εδώ βρίσκεται όλη η λογική του συστήματος, οι υπολογισμοί που γίνονται στα δεδομένα, οι διάφορες ενώσεις/ επικοινωνίες μεταξύ των κομματιών του συστήματος και γενικά όλα αυτά που γίνονται στο παρασκήνιο.
- Το 3ο μέρος είναι το Hardware όπου είναι η υποδομή του συστήματος.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη και υλοποίηση του συστήματος περιγράφονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα 3 κύρια μέρη του συστήματος.

4.2 Στοιίβα MEAN

Με τη στοιίβα MEAN εννοούμε τον συνδυασμό MongoDB - ExpressJS - AngularJS- NodeJS για την δημιουργία κάποιου Web Application. Σε αυτή την στοιίβα κυριαρχεί η JavaScript αφού χρησιμοποιείται σε όλα τα layers (Client, Server, Database).



Πιο αναλυτικά:

- **MongoDB^[10]**
 - Είναι μια schemaless NoSQL¹⁰ βάση δεδομένων.
 - Αποθηκεύει τα δεδομένα σε μορφή binary JSON που κάνει την αλληλεπίδραση του πελάτη και εξυπηρετητή πολύ πιο εύκολη.
 - Έχει Flexible Data Model δηλαδή κάνει εύκολη την αποθήκευση δεδομένων οποιασδήποτε δομής και επιτρέπει επίσης δυναμική αλλαγή αυτής της δομής. Αυτό είναι σημαντικό πλεονέκτημα.
 - Είναι Highly Scalable δηλαδή χωρίς κάποια επιπλέον αλλαγή μπορεί να γίνει scale up/ out horizontally από ένα server σε χιλιάδες nodes.

¹⁰ <http://en.wikipedia.org/wiki/NoSQL>

- **NodeJS**^[13]

- Τα τελευταία χρόνια οι προγραμματιστές συνειδητοποίησαν πως δεν είναι γρήγορο και αποτελεσματικό να χρησιμοποιούνται δυο γλώσσες προγραμματισμού για την δημιουργία ενός Web Application, ειδικά στην μεριά του εξυπηρετητή όπου οι γλώσσες αλλάζουν συνεχώς. Γι αυτό δόθηκε η λύση να χρησιμοποιείται JavaScript και στην μεριά του εξυπηρετητή.
- Παρέχει event-driven αρχιτεκτονική και non-blocking I/O API που με αυτό τον τρόπο γίνεται πάρα πολύ γρήγορο και scalable.
- Χρησιμοποιείται η Google V8 Runtime Engine^[24] που επιτρέπει στον χρήστη να τρέξει Web Server χωρίς να υπάρχει Apache^[25] ή IIS^[26].

- **ExpressJS**^[11]

- Είναι ένα μινιμαλιστικό και ευέλικτο πλαίσιο για το NodeJS που παρέχει μια πληθώρα εφαρμογών για web και mobile applications.

- **AngularJS**^[12]

- Είναι το πιο δημοφιλές front end framework του 21ου αιώνα από την Google. Σύμφωνα με τα στατιστικά είχε 27.200 ακόλουθους στο GitHub¹¹, 800 Third-Party Modules, 50.000 ερωτήσεις στο StackOverflow¹², ~75.000 αποτελέσματα στο Youtube¹³ στις 16/8/2014 και είναι επίσης το πρώτο αποτέλεσμα στο Google για JS Frameworks.
- Αποδεσμεύει το DOM από την λογική της εφαρμογής κάνοντας με αυτό τον τρόπο πολύ εύκολη την εισαγωγή Unit Test.
- Παίρνει το μοντέλο MVC σε ένα άλλο επίπεδο κάνοντας την σύνδεση μεταξύ Παρουσίασης - Δεδομένων - Λογικής πιο χαλαρή.
- Έχει δικό της σύστημα Routing (Single Page App) κάνοντας με αυτό τον τρόπο πιο γρήγορη την αλληλεπίδραση του χρήστη και πιο εύκολο τον

¹¹ <https://github.com/>

¹² <http://stackoverflow.com/>

¹³ <youtube.com>

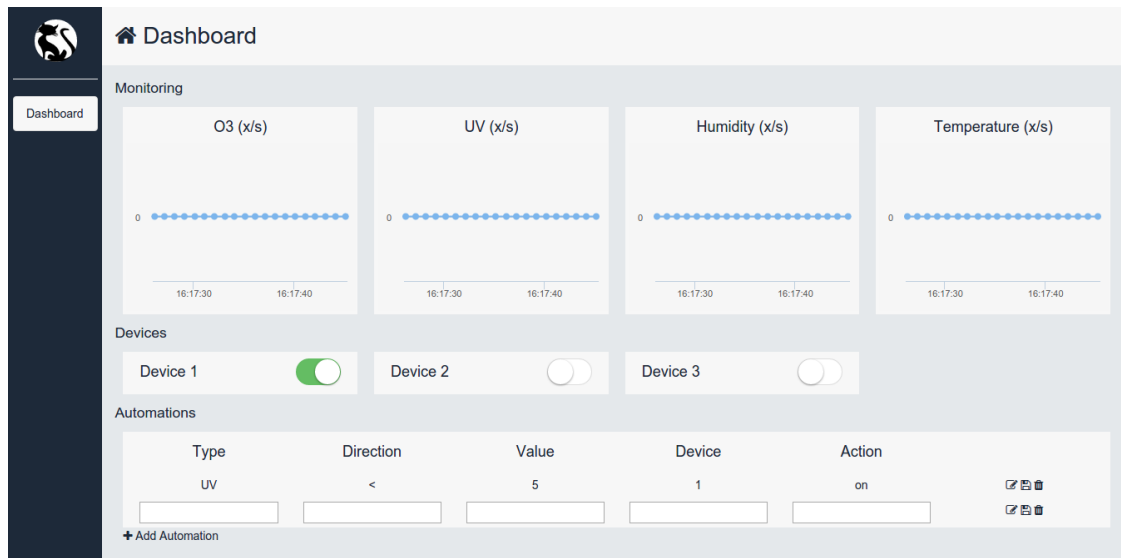
προγραμματισμό της εφαρμογής παρέχοντας την δυνατότητα να μην γίνεται χρήση κάποιου Backend.

- Παρέχει δυναμικά bindings στο HTML και τον Controller μας (MVC¹⁴) που επιτρέπει την άμεση αλλαγή δεδομένων από την μια πλευρά στην άλλη χωρίς να χρειάζεται κάποια περαιτέρω ενέργεια στην HTML ή σύνδεση κάποιου event.

¹⁴ <http://en.wikipedia.org/wiki/Model%E2%80%93view%E2%80%93controller>

4.2 Περιγραφή Συστήματος

4.2.1 Frontend



Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται πιο αναλυτικά το Μπροστά μέρος (Frontend) όπου είναι η γενική παρουσία που βλέπει ο χρήστης. Εδώ έχουμε τις διάφορες γραφικές παραστάσεις και τις οπτικές λειτουργίες που επιτρέπει το σύστημα.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω σε αυτό το μέρος του συστήματος χρησιμοποιήθηκε η AngularJS¹⁵ και μερικά άλλα libraries όπως το Highcharts¹⁶ για τις γραφικές παραστάσεις, το Bootstrap¹⁷ για διάφορες ευκολίες σχεδιασμού, το Socket.IO¹⁸ για την επικοινωνία του πελάτη - εξυπηρετητή.

¹⁵ <http://en.wikipedia.org/wiki/AngularJS>

¹⁶ <http://www.highcharts.com/>

¹⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_%28front-end_framework%29

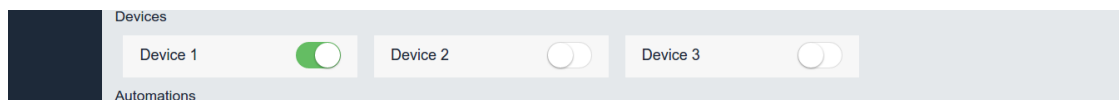
¹⁸ <http://en.wikipedia.org/wiki/Socket.IO>

4.2.1.1 Τμήμα ζωντανών μετρήσεων αισθητήρα

Στο User Dashboard μπορούμε να δούμε 4 γραφικές παραστάσεις από τις μετρήσεις που παίρνουμε ζωντανά από τον Sensorpod Sensor:

1. **O3** - Πολλοί ξέρουμε το όζον για τα προβλήματα που προκαλεί η έλλειψη του στην ατμόσφαιρα (όπου απορροφά την UV ακτινοβολία). Μπορεί να έχει επίσης και άλλες επιπτώσεις όταν υπάρχει σε μεγάλη ποσότητα όπως για παράδειγμα σε τοξικά περιβάλλοντα.
2. **UV** - Υπεριώδης ακτινοβολία ονομάζεται η περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου μεταξύ 380 και 60 νανομέτρων. Κύρια πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ο ήλιος. Φτάνει στη γη μέσω της επανεκπομπής της από τη στρατόσφαιρα. Είναι επικίνδυνη ακτινοβολία και το στρώμα του όζοντος προστατεύει την επιφάνεια της γης από αυτήν. Αυτός είναι ο λόγος που η τρύπα του όζοντος είναι σοβαρό οικολογικό πρόβλημα.
3. **Υγρασία** - Όπως είναι γνωστό στον ατμοσφαιρικό αέρα περιέχονται και υδρατμοί που προέρχονται από την εξάτμιση υγρών επιφανειών, κυρίως των θαλασσών. Η παρουσία αυτών των υδρατμών στον αέρα καλείται υγρασία. Η υγρασία της ατμόσφαιρας έχει άμεση επίδραση στην αποβολή ύδατος από το ανθρώπινο σώμα που συντελείται αφενός μεν από την εξάτμιση δια των πνευμόνων και του δέρματος, εκ των οποίων και ρυθμίζεται η θερμοκρασία του σώματος.
4. **Θερμοκρασία** - Θερμοκρασία είναι το φυσικό μέγεθος που μετρά την ενέργεια κίνησης ή ταλάντωσης της ύλης σε ατομικό επίπεδο. Όταν τα άτομα κινούνται πιο γρήγορα ή πιο αργά ο αισθητήρας αντιλαμβάνεται την αλλαγή της θερμοκρασίας

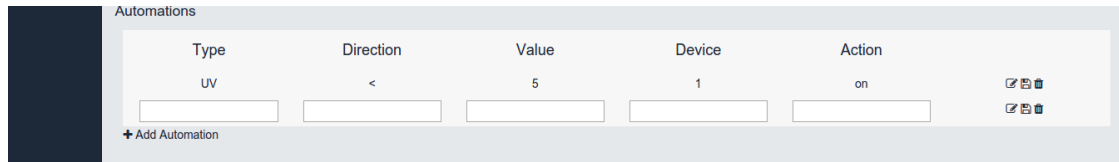
4.2.1.2 Τμήμα απομακρυσμένου ελέγχου συσκευών



Παρακάτω βλέπουμε τις 3 συσκευές που είναι ενωμένες στο σύστημα (δεν υπάρχει όριο στο πόσες συσκευές μπορούμε να ενώσουμε).

Ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει/ απενεργοποιήσει την συσκευή που θέλει πατώντας ή σύροντας το κομβίο.

4.2.1.3 Τμήμα αυτοματοποιήσεων συσκευών



The screenshot shows a user interface titled "Automations". It contains a table with the following columns: "Type", "Direction", "Value", "Device", and "Action". The first row of data shows "UV" for Type, "<" for Direction, "5" for Value, "1" for Device, and "on" for Action. Below the table, there is a "+ Add Automation" button. To the right of the table, there are two sets of icons: a pencil (edit), a trash can (delete), and a plus sign (add).

Type	Direction	Value	Device	Action
UV	<	5	1	on

+ Add Automation

Πιο κάτω περιγράφεται η λειτουργία της Αυτοματοποίησης . Ο χρήστης μπορεί πολύ εύκολα να προσθέσει μια αυτοματοποίηση πατώντας το “Add Automation” και μετά να τοποθετήσει:

- Τον τύπο μέτρησης που θέλει να παρακολουθήσει (O3, UV, Humidity, Temperature).
- Αν θέλει να γίνει αυτή η λειτουργία όταν η τιμή της μέτρησης ξεπεράσει ή πάει πιο κάτω από την προκαθορισμένη τιμή.
- Την τιμή που θέλει να έχει ως όριο.
- Την συγκεκριμένη συσκευή που θέλει να αλλάξει την κατάσταση της όταν η τιμή πάει πιο πάνω/ κάτω από την προκαθορισμένη.
- Τέλος αν θέλει να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει την συσκευή.

Μετά ο χρήστης πρέπει να πατήσει το εικονίδιο της δισκέτας (Save) ή αν άλλαξε γνώμη τον κάδο για να διαγράψει αυτή την αυτοματοποίηση .

Ο χρήστης επίσης μπορεί να πατήσει το κουμπί με το μολύβι (Edit) για να επεξεργαστεί μια υπάρχον αυτοματοποίηση .

4.2.2 Backend

4.2.2.1 Bluetooth Module

Στο Raspberry Pi τρέχει ένας node.js server με το Web Application μας.

Για την επικοινωνία με τους σενσορες χρησιμοποιήσαμε το **`bluetooth-serial-port`** (Bluetooth serial port communication for Node.js). Αυτό το NPM module μας επιτρέπει να επικοινωνήσουμε μέσω του Bluetooth Serial Port με διάφορες συσκευές χρησιμοποιώντας το NodeJS.

Ο στόχος αυτού του module είναι να παρέχει ένα εύκολο στην χρήση API για να μπορούν οι προγραμματιστές να το χρησιμοποιήσουν με οποιαδήποτε Bluetooth συσκευή. Για την εγκατάσταση αυτού του module στο Raspberry Pi πρέπει πρώτα να εγκαταστήσουμε τα Bluetooth Development Packages τρέχοντας την ακόλουθη εντολή στο Terminal:

```
$ sudo apt-get install build-essential libbluetooth-dev
```

Έπειτα γίνεται η εγκατάσταση με το:

```
$ sudo npm install bluetooth-serial-port
```

Η βασική λειτουργία του module είναι η ακόλουθη:

```
1. var btSerial = new (require("bluetooth-serial-port")).BluetoothSerialPort();
2.
3. btSerial.on("found", function(address, name) {
4.   btSerial.findSerialPortChannel(address, function(channel) {
5.     btSerial.connect(address, channel, function() {
6.       console.log("connected");
7.
8.       btSerial.write(new Buffer('my data', 'utf-8'),function(err, bytesWritten) {
9.         if (err) console.log(err);
10.      });
11.
12.      btSerial.on("data", function(buffer) {
13.        console.log(buffer.toString('utf-8'));
14.      });
15.    }, function () {
```

```

16.     console.log('cannot connect');
17. });
18.
19.     btSerial.close();
20. }, function() {
21.     console.log('found nothing');
22. });
23. });
24.
25. btSerial.inquire();

```

Πιο αναλυτικά:

1. Ανοίγουμε το serial port με το: `BluetoothSerialPort()`
2. Τοποθετούμε ένα listener στο event `found` που θα κληθεί όταν βρεθεί μια bluetooth συσκευή.
3. Καλούμε την μέθοδο `BluetoothSerialPort.findSerialPortChannel(address, callback[, errorCallback])` που θα ελέγξει αν η συσκευή με το συγκεκριμένο MAC Address έχει μια υπηρεσία Serial Port και αν έχει επιστρέφει πίσω το κανάλι που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την σύνδεση RFCOMM.
4. Μετά θα καλέσουμε την μέθοδο `BluetoothSerialPort.connect(bluetoothAddress[, successCallback, errorCallback])` όπου θα κάνει την σύνδεση με την απομακρυσμένη Bluetooth συσκευή.
5. Έπειτα ανοίγουμε ένα Buffer για να ξεκινήσουμε να διαβάζουμε τα δεδομένα από την συσκευή και τοποθετούμε ένα listener πάνω στο event `data` όπου θα καλείται όποτε στέλνει η συσκευή δεδομένα.

4.2.2.2 Sensor Feed

Το feed που παίρνουμε από τον σένσορα έχει την ακόλουθη δομή:

1. #201100:051050:062,\$GPRMC,124333.483,V,3508.6663,N,03324.6797,E,0.00,0.00,140215,,,N*7C
2. #201100:051050:161,\$PSEN, UV,V,0.003
3. #201100:051050:166,\$PSEN, O3,V,5.900
4. #201100:051050:468,\$PSEN,Hum,H,37.52,T,25.63
- 5.
6. #201100:051051:062,\$GPRMC,124334.483,V,3508.6663,N,03324.6797,E,0.00,0.00,140215,,,N*7B
7. #201100:051051:089,\$PSEN,Batt,V,3.65
8. #201100:051051:094,\$PSEN,RTC,Date,201100,Time,051051
9. #201100:051051:138,\$PSEN, UV,V,0.002
10. #201100:051051:143,\$PSEN, O3,V,6.000
11. #201100:051051:444,\$PSEN,Hum,H,37.52,T,25.63

Παρακολουθώντας το feed προσέξαμε ότι επαναλαμβάνεται η δομή των πρώτων 4 γραμμών και κάθε 4 blocks έρχονται επιπλέον 2 γραμμές (7,8)

- Η γραμμή με το \$GPRMC (1, 6) μας δίνει στοιχεία για το GPS NMEA (National Marine Electronics Association) πρωτόκολλο όπου μπορούμε να πάρουμε τα ακόλουθα:
 - GP - Talker ID (GP for a GPS unit, GL for a GLONASS)
 - AAM - Arrival alarm
 - A - Arrival circle entered
 - A - Perpendicular passed
 - 0.10 - Circle radius
 - N - Nautical miles
 - WPTNME - Waypoint name
 - *32 - Checksum data
- Οι γραμμές \$PSEN είναι οι μετρήσεις που παίρνει ο σένσορας, το UV (2), το O3 (3) και στην στην ίδια γραμμή (4) την Υγρασία και την Θερμοκρασία.
- Οι γραμμές που επαναλαμβάνονται κάθε μερικές μετρήσεις είναι η κατάσταση της μπαταρίας του σένσορα (7).

4.2.2.3 Feed Parser

Ακολουθεί η μέθοδος που κάνει το parsing του feed που παίρνουμε από το σένσορ. Επειδή τα δεδομένα δεν έρχονται γραμμή - γραμμή πρέπει να τα αποθηκεύουμε σε μια προσωρινή μεταβλητή μέχρι να συμπληρωθεί η γραμμή. Μετά ελέγχουμε με βάση κάποιες λέξεις κλειδιά (Batt, UV, O3, Hum) για να αναγνωρίσουμε σε πιο σημείο του Feed βρισκόμαστε και να στείλουμε το ανάλογο μήνυμα μέσω των sockets.

```
1. var tmpBuffer = buffer.toString('utf-8').replace("\r", "");
2. if (tmpBuffer.indexOf("\n") === -1) {
3.   tmpLine += tmpBuffer;
4. } else {
5.   var tmpArray = tmpBuffer.split('\n');
6.   tmpLine += tmpArray[0];
7.   if (tmpLine.indexOf('Batt') !== -1) {
8.     emitData('pushBatt', tmpLine.split('$PSEN,')[1].split(',')[2]);
9.   } else if (tmpLine.indexOf('UV') !== -1) {
10.    emitData('pushUV', tmpLine.split('$PSEN,')[1].split(',')[2]);
11.   } else if (tmpLine.indexOf('O3') !== -1) {
12.    emitData('pushO3', tmpLine.split('$PSEN,')[1].split(',')[2]);
13.   } else if (tmpLine.indexOf('Hum') !== -1) {
14.    emitData('pushH', tmpLine.split('$PSEN,')[1].split(',')[2]);
15.    emitData('pushT', tmpLine.split('$PSEN,')[1].split(',')[4]);
16.   }
17.   tmpLine = tmpArray[1]
18. }
```

Πιο αναλυτικά:

1. Όπως έρχεται το Buffer ελέγχουμε αν υπάρχει κενή γραμμή, αν όχι τότε τότε προσθέτουμε αυτό το Buffer σε μια μεταβλητή.
2. Όταν βρούμε κενή γραμμή τότε προσθέτουμε ότι υπάρχει πριν αυτό τον χαρακτήρα της κενής γραμμής για να συμπληρωθεί η γραμμή του Feed στην προσωρινή μας μεταβλητή.

3. Στις γραμμές 7, 9, 11, 13 γίνεται ο έλεγχος για να δούμε για πια μέτρηση είναι τα δεδομένα που έρχονται.
4. Επειδή η δομή της κάθε γραμμής είναι γνωστή από πριν μπορούμε εύκολα με 2 split να πάρουμε την τιμή για την μέτρηση που θέλουμε.
5. Το υπόλοιπο μέρος που μένει από αυτόν τον διαχωρισμό του Buffer με την κενή γραμμή γίνεται η καινούρια μας μεταβλητή.

4.2.2.4 Socket Connection

Το επόμενο βήμα είναι η επικοινωνία με τα Sockets του πελάτη - εξυπηρετητή. Για αυτό το μέρος χρησιμοποιούμε το Socket.IO.

Το Socket.IO είναι βιβλιοθήκη JavaScript για εφαρμογές διαδικτύου σε πραγματικό χρόνο. Επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ δικτύου, πελατών και διακομιστή. Αποτελείται από δύο σκέλη: μια βιβλιοθήκη απόπλευράς πελάτη που εκτελείται στο πρόγραμμα περιήγησης, και από μια βιβλιοθήκη από πλευράς διακομιστή για node.js. Και τα δύο έχουν σχεδόν ταυτόσημο API. Όπως και το node.js είναι από την επέλευση γεγονότων.

Το Socket.IO χρησιμοποιεί πρωτίστως το πρωτόκολλο WebSocket και έχει σαν εναλλακτική λύση τις δημοσκοπήσεις ενώ παρέχει την ίδια διεπαφή. Αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απλά ένα περιτύλιγμα για το WebSocket, παρέχει πολλά άλλα χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων μετάδοση σε πολλαπλές υποδοχές ρεύματος, την αποθήκευση δεδομένων που σχετίζονται με κάθε πελάτη, και ασύγχρονο I/O.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούμε για το Socket.IO έχουν την ίδια σύνταξη οπότε μπορούμε και στον εξυπηρετητή και στον πελάτη να χρησιμοποιήσουμε τις 2 βασικές μεθόδους που είναι το:

- socket.on()
 - Όπου τοποθετεί ένα listener πάνω στο socket που περιμένει μήνυμα από την άλλη άκρη
- socket.emit()
 - Όπου στέλνει ένα μήνυμα στην άλλη άκρη του socket

Οι αντίστοιχες μέθοδοι στο σύστημα μας:

Server:

```
1. var emitData = function(type, data) {  
2.   socket.emit(type, {  
3.     y: parseFloat(data)  
4.   });  
5. };
```

Client:

```
1. io.on('pushO3', function(data) {  
2.   var x = (new Date()).getTime(),  
3.     y = data.y;  
4.   series.addPoint([x, y], true, true);  
5. });
```

Όπως βλέπουμε πιο πάνω, μπαίνει η ευκολία που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο που έχουμε σε όλο το σύστημα μας την χρήση Javascript.

4.2.2.5 GPIO module

Το επόμενο module που χρειάστηκε ήταν το **node-gpio**. Αυτό το npm module είναι ένα GPIO module για single board computers όπως Raspberry Pi κ.α. γραμμένο σε C++. Ένα παράδειγμα στο πόσο απλό είναι στη χρήση είναι:

```
1. var gpio = require('node-gpio');  
2. var GPIO = gpio.GPIO;  
3.  
4. var led = new GPIO("28");  
5. led.open();  
6. led.setMode(gpio.OUT);  
7. led.write(gpio.HIGH);
```

Αρχικά δημιουργούμε ένα αντικείμενο GPIO (το συγκεκριμένο module μας παρέχει αντικείμενα GPIO, PWM, Capacity Touch) και μετά δημιουργούμε μια σύνδεση στο PIN 28 του Raspberry Pi.

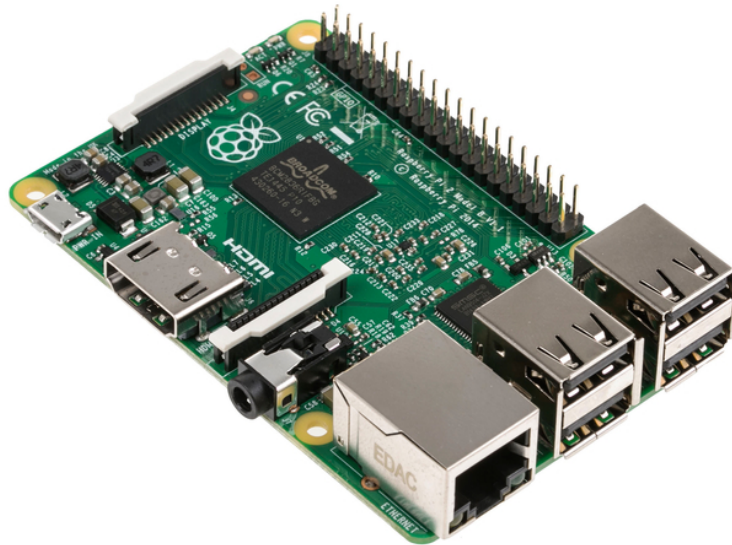
Μετά με το open() ανοίγουμε αυτή την σύνδεση και έχουμε την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε 2 modes, για είσοδο (gpio.IN) και έξοδο (gpio.OUT).

Στην περίπτωση εξόδου μπορούμε να θέσουμε το PIN σε κατάσταση 0 ή 1 (gpio.LOW/ gpio.HIGH).

4.2.3 Hardware

4.2.3.1 Raspberry Pi

Το Raspberry Pi είναι μια σειρά από single board computers στο μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας. Η αρχική ιδέα του Raspberry Pi Foundation ήταν να βοηθήσει την διδασκαλία Πληροφορικής στα σχολεία. Τα τελευταία χρόνια ανέβηκαν εκθετικά οι πωλήσεις του με την εξάπλωση του IoT με τις πωλήσεις του να ξεπερνούν τα 5 εκατομμύρια.



Το νέο μοντέλο Raspberry Pi 2 Model B που κυκλοφόρησε τον Φεβράρη του 2015, που πωλείται στα 35\$ έχει:

- 900MHz quad-core ARM Cortex-A7 CPU
- 1GB RAM
- 4 USB ports
- 40 GPIO pins
- Full HDMI port
- Ethernet port
- Combined 3.5mm audio jack and composite video
- Camera interface (CSI)
- Display interface (DSI)
- Micro SD card slot
- VideoCore IV 3D graphics core

Στο Raspberry Pi συστήνεται από το Raspberry Pi Foundation να μπαίνει το λειτουργικό Raspbian που είναι ένα Linux-kernel based λειτουργικό βασισμένο στο ARM hard-float Debian 7 'Wheezy'.

4.2.3.2 Sensaris Sensopod 9025

Χρησιμοποιήθηκε ο σένσορας Sensaris Sensopod 9025. Για την σύνδεση του με το Raspberry Pi, χρειάστηκε να γίνει αρκετή μελέτη αποκωδικοποίησης του feed λόγω του ότι δεν υπήρχαν οι προδιαγραφές αυτής της σειράς αισθητήρων και επιπλέον η ιστοσελίδα των κατασκευαστών ήταν εκτός λειτουργίας.

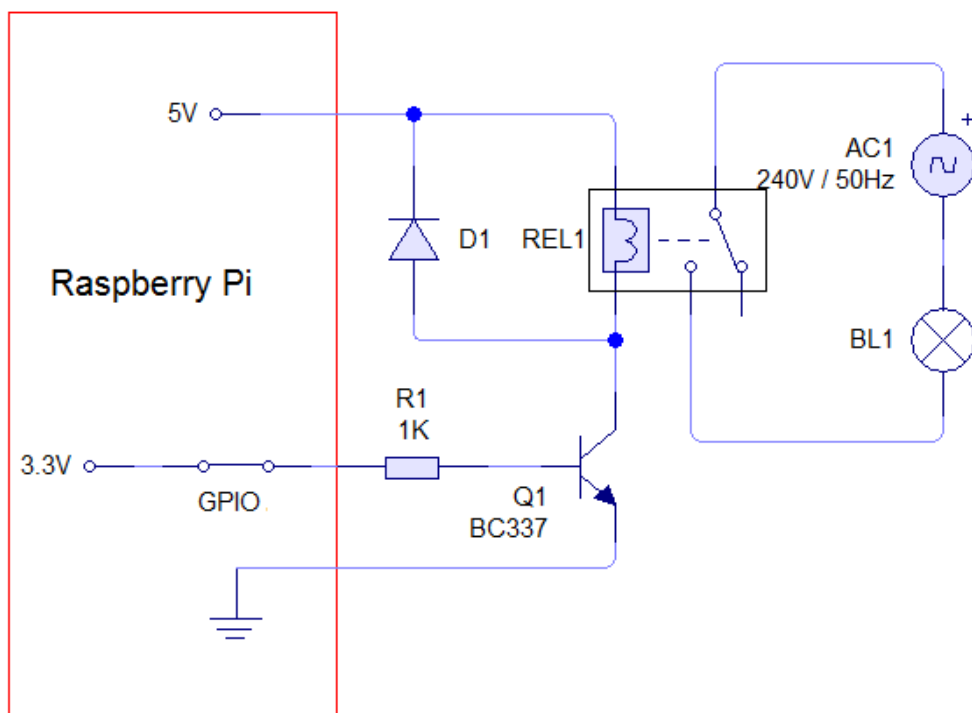


4.2.3.3 Wireless Controll Adapter

Το επόμενο κομμάτι της εφαρμογής είναι τα παρακάτω εξαρτήματα τα οποία τοποθετούνται πριν από την πρίζα και επιτρέπουν στον χρήστη να ενεργοποιήσει/ απενεργοποιήσει τις συσκευές από το τηλεχειριστήριο. Λόγω του ότι εμείς θέλουμε να ελέγχουμε τις συσκευές από το Raspberry Pi, έπρεπε να γίνει μια αποσυναρμολόγηση του τηλεχειριστηρίου και ένωση με τα GPIO του Raspberry Pi.



Για να πραγματοποιηθεί αυτό χρειάστηκε να γίνουν κάποιες τροποποιήσεις στο υπάρχον κύκλωμα του τηλεχειριστηρίου:



Πιο αναλυτικά γίνεται η ένωση του GPIO pin του Raspberry Pi, παρά το γεγονός ότι η περόνη σημειώνεται στα 3.3V στο σχήμα, προσοχή να μην την μπερδέψουμε με την περόνη 3V3 – Την έχω επισημάνει με την τάση για να τονιστεί ότι μια 3.3V GPIO περόνη η οποία οδηγεί φορτίο 5V, θα μπορούσε επίσης να οδηγήσει ένα πηνίο των 24V, για παράδειγμα, αν χρησιμοποιείται κατάλληλη παροχή ρεύματος DC αντί της γραμμής 5V Raspberry Pi.

Ουσιαστικά, για να ενεργοποιήσει το ρελέ, το μόνο που κάνει το κύκλωμα είναι να στείλει μερικά μιλιΑμπερς σε τάση 3.3V από την περόνη GPIO, μέσω μιας αντίστασης 1K (μπορείτε να επιλέξετε αύξηση στα 1.2K, αν θέλετε να είναι αυστηρά κάτω από 3mA).

Αυτό το ρεύμα είναι αρκετό για να κορεστεί το τρανζίστορ BC337, προκαλώντας ροή ρεύματος στη γραμμή 5V μέσω του τρανζίστορ, και, ως εκ τούτου, επίσης, μέσω του πηνίου του ρελέ. Τα περισσότερα γενικής χρήσης NPN τρανζίστορ με ένα ελάχιστο hFE στα 50-100 θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη θέση του BC337 - αυτό θα εξαρτηθεί από

- πόσο ρεύμα είστε πρόθυμοι να αντλήσετε από την περόνη GPIO
- πόσο ρεύμα απαιτείται για να ενεργοποιηθεί το πηνίο του ρελέ
- η πραγματική hFE του τρανζίστορ στο χέρι σας, δεδομένου ότι ποικίλουν με μεγάλη απόκλιση και η τρέχουσα αύξηση θα μπορούσε εύκολα να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την ορισμένη ελάχιστη.

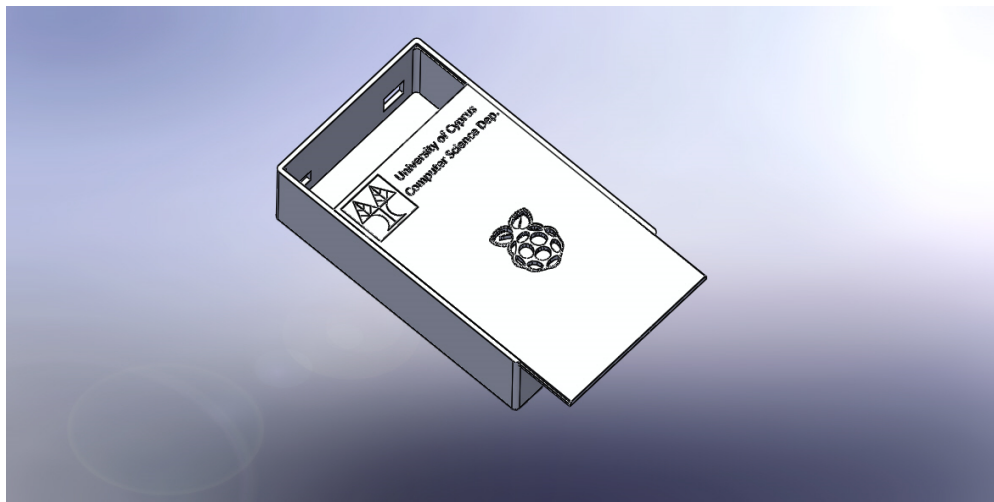
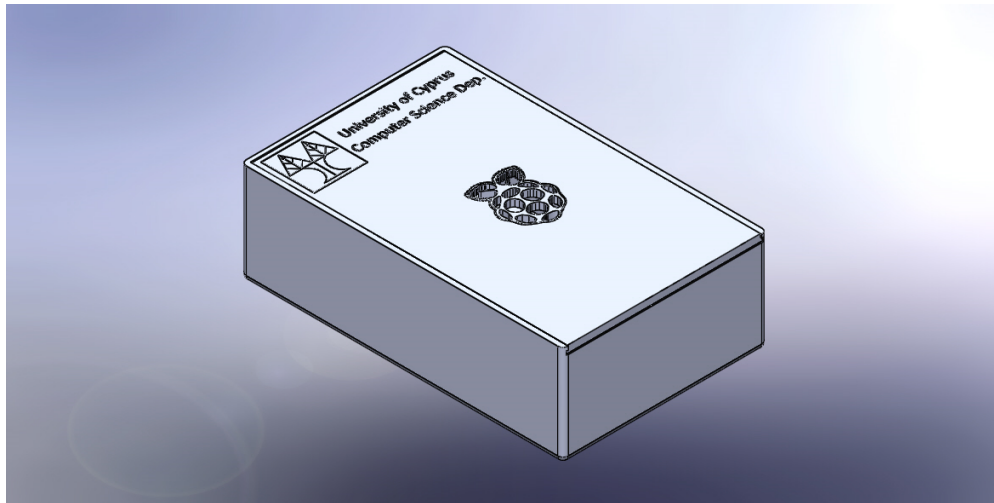
Η δίοδος στο κύκλωμα είναι εκεί για να κατευθύνει το ρεύμα που παράγεται από το αποφορτισμένο πηνίο πίσω κατά μήκος του πηνίου (π.χ. όταν είναι απενεργοποιημένη), επιτρέποντας την ισχύ να διαχέεται πιο σταδιακά, αποφεύγοντας μια ακίδα τάσης. Προσέξτε να προσανατολιστεί η δίοδος σωστά, γιατί αλλιώς θα πραγματοποιηθεί γείωση μέσω του τρανζίστορ όταν η GPIO είναι υψηλή.

Ομοίως, προσοχή στον προσδιορισμό του συλλέκτη, βάσης, και περόνες πομπού του τρανζίστορ σας. Οι κατηγορίες ακίδων ποικίλουν ανάλογα με το είδος, γι' αυτό ελέγξτε το φύλλο δεδομένων. Θα σας συνιστούσα να ελέγξετε διπλά τα δύο αυτά συστατικά πριν την ενεργοποίηση

4.2.3.4 System Casing

Για τους λόγους του πρωτότυπου δημιουργήθηκε ένα 3D printable casing το οποίο θα προστατεύει το σύστημα και δεν θα αφήνει περιθώρια να γίνει κάποια ζημιά στο ευαίσθητο όπως είναι τώρα κύκλωμα.

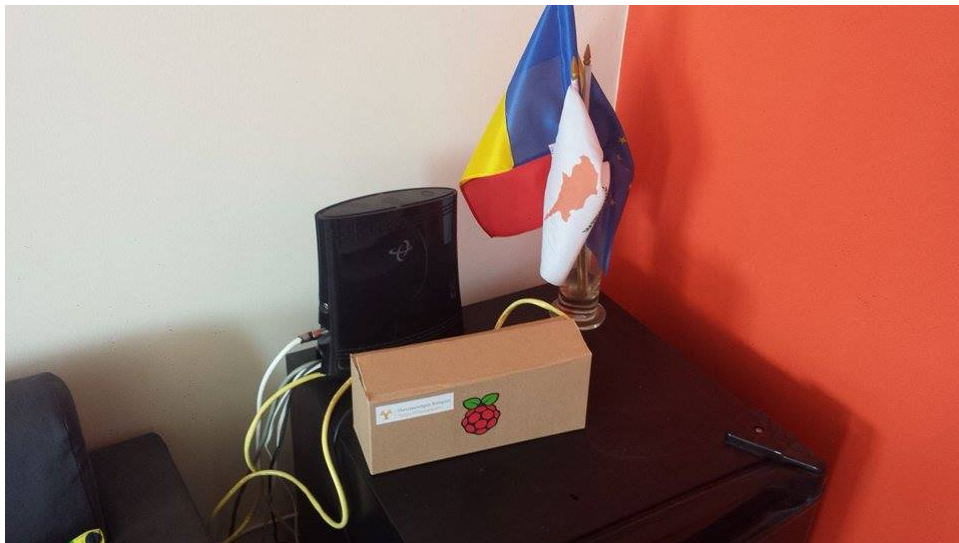
Όταν θα τελειοποιηθεί το όλο σύστημα μπορεί να τυπωθεί ειδικό chip όπου θα κάνει το μέγεθος του όλου κυκλώματος πάρα πολύ μικρό και τότε θα πρέπει να ξανασχεδιαστεί η προστατευτική θήκη για τα νέα μέτρα.



5. Δοκιμή - Αξιολόγηση

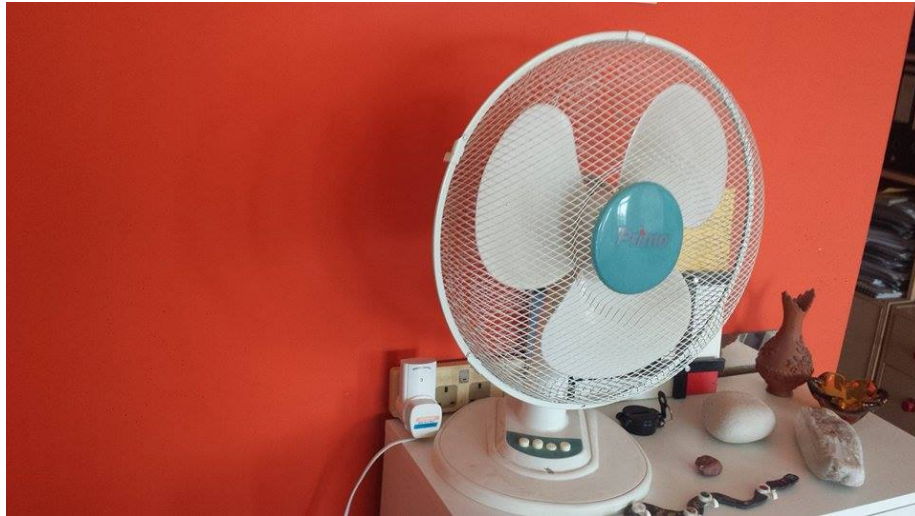
Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε για την δοκιμή και αξιολόγηση του συστήματος είναι ένα πρωτότυπο έξυπνου σπιτιού όπου έχουμε ενωμένο πάνω ένα ανεμιστήρα. Λόγω της φύσης της πλατφόρμας αυτής η δοκιμή/ αξιολόγηση μπορεί να γίνει μόνο με πειραματικό τρόπο.

Πιο αναλυτικά ενώθηκε το όλο σύστημα με το Raspberry Pi πάνω στο Router του σπιτιού. Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε και την δυνατότητα του Raspberry Pi που δέχεται WiFi USB dongle και να το τοποθετήσουμε σε κάποιο άλλο μέρος του σπιτιού αλλά με το να το ενώσουμε με Ethernet εξοικονομούμε περισσότερη ενέργεια.



Είδω το Raspberry Pi έχει πάρα πολύ χαμηλή κατανάλωση, περίπου 2.5 - 3 Watt την ώρα και με την υπόθεση ότι θα τρέχει 24/7 μας βγάζει μόνο 25-30KW που μεταφράζεται σε μερικά ευρώ το χρόνο.

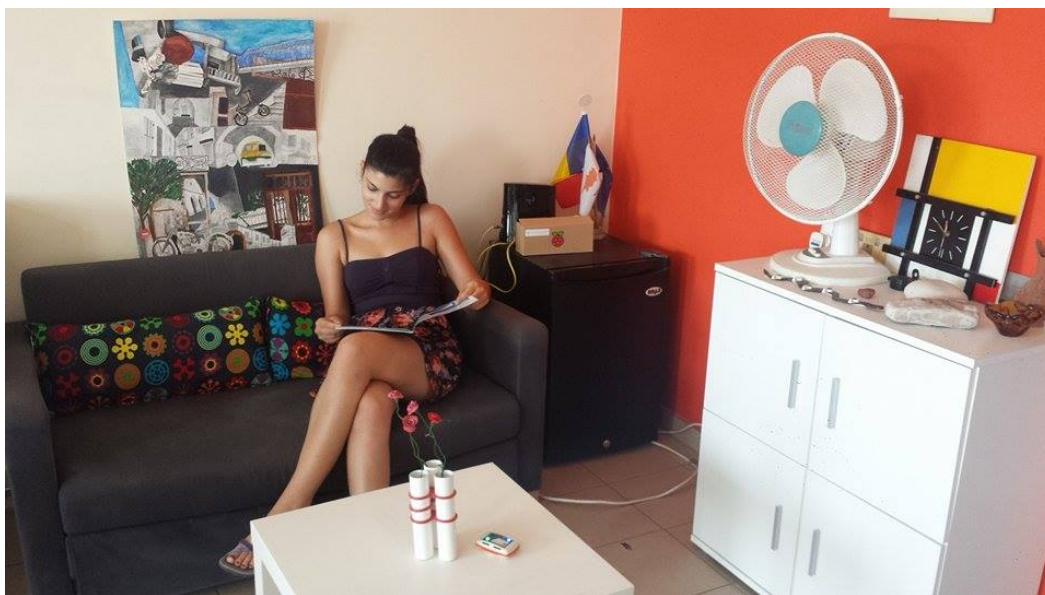
Η επόμενη κίνηση μας είναι να ενώσουμε ένα ανεμιστήρα πάνω στο ειδικό adapter που μας επιτρέπει απομακρυσμένη ένωση με το τηλεχειριστήριο.



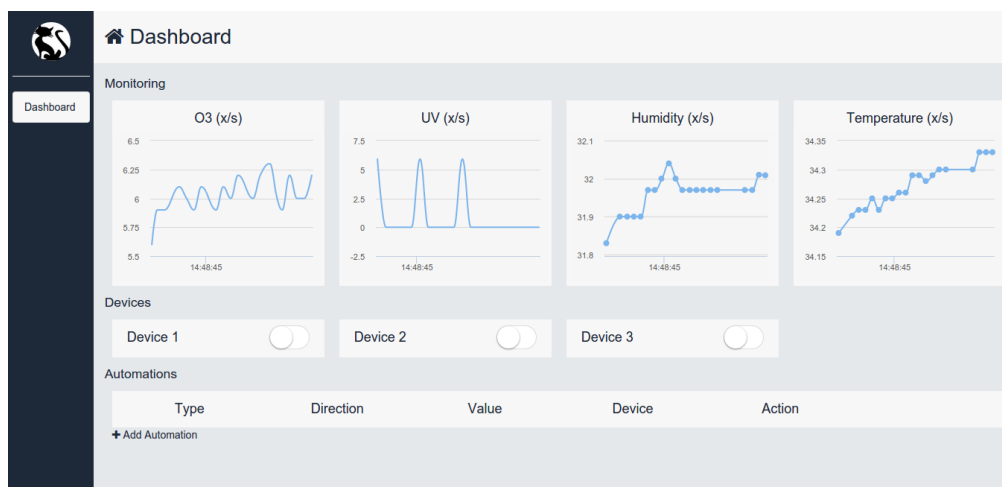
Ο ανεμιστήρας επιλέχτηκε λόγω του ότι με τον υπάρχον αισθητήρα είναι πολύ εύκολο να χρησιμοποιήσουμε την Υγρασία και Θερμοκρασία που επιστρέφει για να δοκιμάσουμε και αξιολογήσουμε τις αυτοματοποιήσεις.

Σε περίπτωση που ενωθεί αισθητήρας φωτός για παράδειγμα θα μπορούσε να ενωθεί με την λάμπα χώρου κτλ.

Έπειτα τοποθετήθηκε ο αισθητήρας στο καθιστικό πάνω σε μια πρίζα με μετατροπέα για να παίρνει την απαραίτητη ενέργεια και ενεργοποιήθηκε (το pairing των συσκευών γίνεται αυτόματα με το Raspberry Pi).

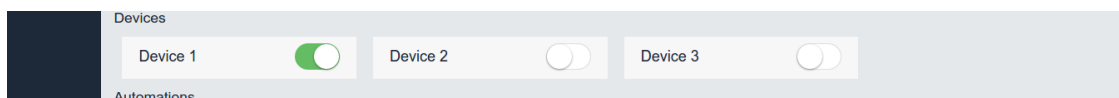


Με αυτές τις εύκολες και γρήγορες κινήσεις έχουμε το σύστημα μας ενεργοποιημένο. Το μόνο που πρέπει να κάνουμε τώρα είναι να συνδεθούμε στην διεπαφή και να ξεκινήσουμε να βλέπουμε τα στοιχεία.



Μελετώντας τις μετρήσεις στις μέρες όπου δοκιμαζόταν το σύστημα, καθώς και τις υπόλοιπες μέρες όπου γινόταν η ανάπτυξη, οι τιμές του αισθητήρα είναι σωστές συγκρίνοντας τις με μετρήσεις από το διαδίκτυο και από παραδοσιακά όργανα μέτρησης υγρασίας και θερμοκρασίας.

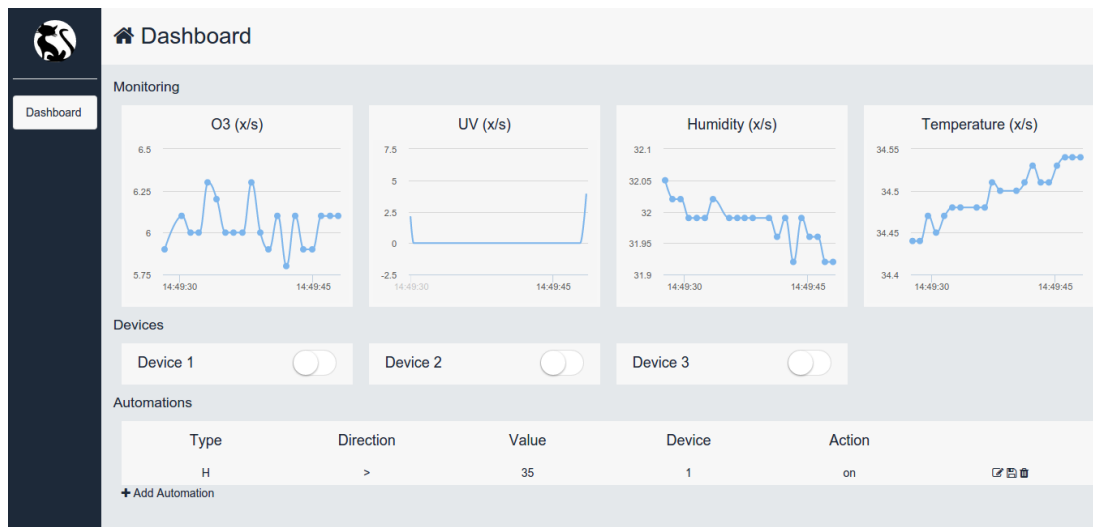
Παίζοντας λίγο με το κομμάτι ενεργοποίησης/ απενεργοποίησης της συσκευής βλέπουμε πως είναι πάρα πολύ εύκολη η λειτουργία του απομακρυσμένου έλεγχου.



Για το επόμενο και σημαντικό μέρος της δοκιμής/ αξιολόγησης πρέπει να δοκιμάσουμε την λειτουργία της αυτοματοποίησης σε πραγματικές συνθήκες.

1. Μπαίνουμε στην διεπαφή και κάνουμε Σύνδεση.
2. Πατούμε το κομμάτι "Add Automation".
3. Τοποθετούμε στο πρώτο πεδίο "Temperature" για να ενεργοποιήσουμε την αυτοματοποίηση να παρακολουθεί την θερμοκρασία.
4. Τοποθετούμε στο επόμενο πεδίο ">" για να ενεργοποιήσουμε την αυτοματοποίηση της θερμοκρασίας όταν ξεπεράσει μια τιμή.

5. Τοποθετούμε στο επόμενο πεδίο `30` για να ενεργοποιήσουμε την αυτοματοποίηση της θερμοκρασίας όταν ξεπεράσει τους 30 βαθμούς.
6. Τοποθετούμε στο επόμενο πεδίο `ON` για να ενεργοποιήσουμε την αυτοματοποίηση της θερμοκρασίας όταν ξεπεράσει τους 30 βαθμούς.



Μετά από λίγη ώρα βλέπουμε να ενεργοποιείται ο ανεμιστήρας και να δροσίζεται το δωμάτιο. Η επόμενη επιλογή που έχουμε τώρα είναι είτε να τοποθετήσουμε ακόμη μια αυτοματοποίηση όπου θα κλείνει τον ανεμιστήρα όταν η θερμοκρασία μας ικανοποιεί ή μπορούμε να τον αφήσουμε ανοικτό και να τον κλείσουμε εμείς από την διεπαφή.

Το κύριο συμπέρασμα που παίρνουμε από αυτό το πείραμα είναι ότι το σύστημα αυτό μπορεί να δουλέψει αρκετά καλά σε ένα περιβάλλον έξυπνου και μη σπιτιού και παρέχει μερικές λειτουργίες που όχι μόνο εξοικονομούν ενέργεια αλλά και προσφέρουν μεγάλη ευκολία στον χρήστη.

6. Μελλοντικά Σχέδια - Συμπεράσματα

6.1 Μελλοντικά Σχέδια

6.1.1 Εμπλουτισμός λειτουργιών για μέτρηση κατανάλωσης

6.1.1.1 Kill A Watt

Πριν μερικά χρόνια ήταν πολύ δημοφιλής το Kill A Watt όπου είναι μια συσκευή που επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας διαφόρων συσκευών.



Κατασκευάζεται από την P3 International και διαθέτει μεγάλη οθόνη LCD, μετρά την ενέργεια που χρησιμοποιείται από συσκευές που είναι συνδεδεμένες απευθείας στο μετρητή, σε αντίθεση με την κατ' οίκον οθόνη χρήση ενέργειας που εμφανίζουν την ενέργεια που χρησιμοποιείται από ένα ολόκληρο νοικοκυριό.

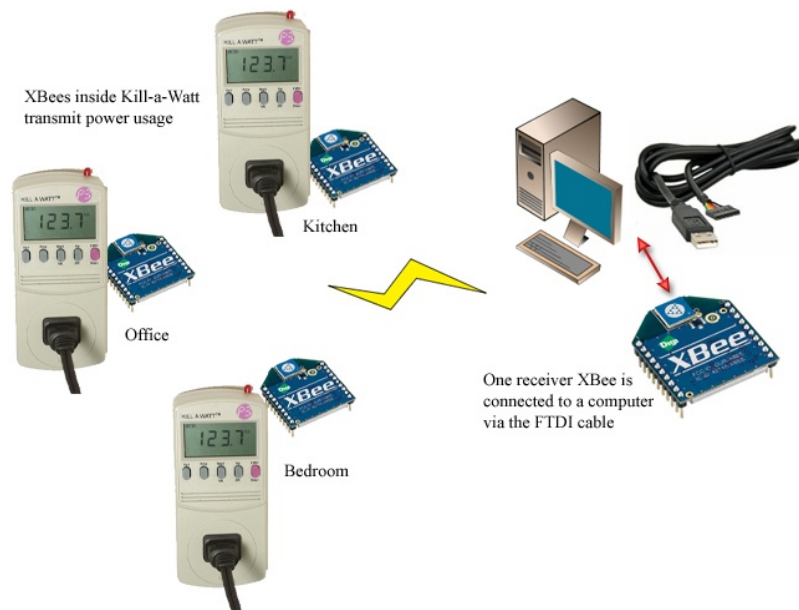
Εμφανίζει τάση, ρεύμα, αντιδραστική και φαινόμενη ισχύ, συντελεστή ισχύος, ενέργεια που καταναλώνεται σε kWh και ώρα που είναι συνδεδεμένο. Ορισμένα μοντέλα εμφανίζουν επίσης εκτιμώμενο κόστος με κάποιες επιπλέον ρυθμίσεις όπου ο χρήστης βάζει του συντελεστές της χώρας/ περιοχής που βρίσκεται.

6.1.1.2 Tweet A Watt

Μια πιο πρόσφατη εναλλακτική από το Kill-A-Watt είναι το Tweet-A-Watt όπου εδώ η ομάδα που το δημιούργησε ήθελε να παράξει και διάφορες στατιστικές της κατανάλωσης πολλών συσκευών και να δημοσιοποιεί στο Twitter στο τέλος κάθε μέρας την συνολική κατανάλωση του σπιτιού όπως και της προηγούμενης μέρας για σκοπούς σύγκρισης.

Το τι έκαναν ήταν να ενώσουν ένα XBee (ZigBee βλέπε ενότητα 3.2.4) transmitter σε κάθε Kill-A-Watt συσκευή και έπειτα ένωσαν τον XBee master receiver πάνω στον Η/Υ όπου θα συλλέγονται τα δεδομένα από όλες της ενωμένες Kill-A-Watt συσκευές.

Το project αυτό είχε μεγάλη επιτυχία επειδή το κόστος για κάθε συσκευή ήταν γύρω στα 50 δολάρια σε αντίθεση με κάποιο out-of-the-box σύστημα που θα κόστιζε 2 με 3 φορές περισσότερο.



6.1.1.3 Ένωση στην Υπάρχον πλατφόρμα

Στο πιο πάνω Tweet-A-Watt σύστημα μπορούμε απλά να αντικαταστήσουμε τον Η/Υ που είναι ενωμένο το XBee master reveiver με το Raspberry Pi όπου και θα παίρνουμε live feed με την κατανάλωση των συσκευών που έχουμε ενωμένες και θα μπορούμε να τις παρουσιάζουμε με ένα όμορφο και έξυπνο τρόπο στο υπάρχον Dashboard και επίσης να τις αποθηκεύουμε στην Βάση μας για πιο μακρυπρόθεσμα στατιστικά στοιχεία.

Επίσης αυτό που πρέπει να γίνει για να ενωθεί με το σύστημα μας είναι να ενωθούν οι δύο συσκευές (Kill-A-Watt & Remote Control Device) σε ένα πιο μικρό σύστημα. Πολύ πιθανόν θα πρέπει να τοποθετήσουμε την λειτουργία εξ αποστάσεως έλεγχου πάνω στο Kill-A-Watt αφού αυτό έχει περισσότερες λειτουργίες και θα είναι πιο δύσκολο να τις μεταφέρουμε στην άλλη συσκευή. Μια ακόμη ιδέα είναι να βρεθεί μια συσκευή που να συνδυάζει τις λειτουργίες και των δυο και εμείς να έρθουμε να κάνουμε την ένωση του XBee πάνω σε αυτό.



6.1.2 Πρόσθεση λειτουργιών κοινωνικής δικτύωσης

Με σχεδόν 400 εκατομμύρια ενεργούς χρήστες, το Facebook είναι πλέον το μέγεθος της χώρας της Γερμανίας και προσθέτονται πάνω από 1/2 εκατομμύριο νέοι χρήστες ανά ημέρα! Η κοινότητα στο Twitter δεν είναι τόσο μεγάλη αλλά επίσης αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς. Η ραγδαία ανάπτυξη αυτών των γιγάντων εκφράζει τέλεια την επιθυμία μας να συνδεόμαστε με άλλους με τους οποίους έχουμε κοινά ενδιαφέροντα και δημιουργείται ένα εντελώς νέο πρότυπο για την επικοινωνία και την πώληση online.



Όπως είδαμε και πιο πάνω (Ενότητα 6.1.1.2) το Tweet-A-Watt κατάφερε να συνδυάσει την μέτρηση και την παρακολούθηση της κατανάλωσης με το Twitter αλλά στην πλατφόρμα μας θα μπορούσαν να μπουν ακόμη περισσότερες λειτουργίες όπως για παράδειγμα σύγκριση κατανάλωσης με άλλα νοικοκυριά που έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά όπως μέγεθος, αριθμό ατόμων που κατοικούν κ.α.

6.2 Συμπεράσματα

Το κύριο συμπέρασμα που εξάγουμε από την έρευνα και την μελέτη που έγινε είναι ότι με τις εξελίξεις στα Συστήματα Αστικής Αντίληψης, στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων και στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων οι προγραμματιστές εφαρμογών έχουν χρήσιμα εργαλεία στην διάθεση τους για την ανάπτυξη εφαρμογών που επηρεάζουν θετικά κάθε δραστηριότητα του ανθρώπου και συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας.

Μπορούμε πλέον να χρησιμοποιήσουμε διάφορους μικροελεγκτές/ μικροεπεξεργαστές και να μετατρέψουμε το σπίτι μας σε ένα έξυπνο σπίτι του “μέλλοντος” σήμερα. Με πολύ μικρό κόστος μπορούμε να έχουμε χρήσιμες λειτουργίες όπως για παράδειγμα:

- Διευκολύνσεις ατόμων με ειδικά προβλήματα και δυσκολίες
- Μετρήσεις κατανάλωσης και στατιστικές
- Έλεγχος και σενάρια Φωτισμού
- Έλεγχος προσβάσεων, συστήματα συναγερμού και ασφάλειας σπιτιού
- Ασφάλεια συστημάτων έναντι κακόβουλων παρεμβάσεων
- Έλεγχος ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων
- Ψυχαγωγία και άλλες πολλές λειτουργίες

Η χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών όπως το MEAN Stack που περιγράφεται στην ενότητα 3.5 κάνει την ανάπτυξη εφαρμογών πάρα πολύ γρήγορη και αποδοτική και παρέχει λειτουργίες για σχεδόν κάθε τι που θα θέλαμε να προσθέσουμε.

7. Βιβλιογραφία

- [1] CitySense: An Urban-Scale Wireless Sensor Network and Testbed,
http://www.environment.harvard.edu/docs/faculty_pubs/welsh_city.pdf
- [2] People-Centric Urban Sensing, <http://sensorlab.cs.dartmouth.edu/pubs/metrosense06.pdf>
- [3] An Introduction to Wireless Sensor Networks,
http://ceng.usc.edu/~bkrishna/research/talks/WSN_Tutorial_Krishnamachari_ICISIP05.pdf
- [4] Wireless sensor network, http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network
- [5] ZigBee, <http://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
- [6] ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ, http://2lyk-aliver.eyv.sch.gr/project/pdf_files/smart_home/1.pdf
- [7] ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕ ΧΡΗΣΗ PLC (S7 200) ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟ,
http://2lyk-aliver.eyv.sch.gr/project/pdf_files/smart_home/2.pdf
- [8] Το έξυπνο σπίτι της Berker,
http://2lyk-aliver.eyv.sch.gr/project/pdf_files/smart_home/3.pdf
- [9] Raspberry Pi, http://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [10] MongoDB, <http://en.wikipedia.org/wiki/MongoDB>
- [11] ExpressJS, <http://expressjs.com/>
- [12] AngularJS, <https://angularjs.org/>
- [13] NodeJS, <http://en.wikipedia.org/wiki/Node.js>
- [14] Highcharts, <http://www.highcharts.com/>
- [15] Bluetooth, <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
- [16] COM (hardware interface), [http://en.wikipedia.org/wiki/COM_\(hardware_interface\)](http://en.wikipedia.org/wiki/COM_(hardware_interface))
- [17] Kill A Watt, http://en.wikipedia.org/wiki/Kill_A_Watt
- [18] Tweet A Watt, <http://www.ladyada.net/make/tweetawatt/make.html>

[19] Sensaris, <http://www.sensaris.com/>

[20] Raspbian, <https://www.raspbian.org/>

[21] Linux, <http://en.wikipedia.org/wiki/Linux>

[22] Internet of Things, <http://whatis.techtarget.com/definition/Internet-of-Things>

[23] wifi, <http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

[24] Google V8 Engine, <https://code.google.com/p/v8/>

[25] Apache, www.apache.org

[26] IIS, <https://www.iis.net/>

Appendix