

Ατομική Διπλωματική Εργασία

BUILDING AN IOT APPLICATION FOR SMART HOME

Παναγιώτης Ηρακλέους

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2017

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Building an IoT Application for Smart Home

Παναγιώτης Ηρακλέους

Επιβλέπων Καθηγητής

κ. Ανδρέας Πιτσιλλίδης

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

Μάιος 2017

Ευχαριστίες

Σημαντικό ρόλο για την υλοποίηση της διπλωματικής μου εργασίας συνέβαλε ο καθηγητής μου Δρ. Ανδρέας Πιτσιλλίδης ο οποίος ήταν παρόν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου εκπόνησης της διπλωματικής μου. Γι' αυτό το λόγο θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες μου ευχαριστίες για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, δίνοντας μου το συγκεκριμένο θέμα που κλήθηκα να μελετήσω, καθώς επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του για την επίλυση των διαφόρων θεμάτων.

Επιπλέον, αισθάνομαι την ανάγκη να επισημάνω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου για όλα όσα μου έχει προσφέρει όλα αυτά τα χρόνια και την υποστήριξη τους σε κάθε μου επιλογή, καθώς επίσης και στους φίλους μου οι οποίοι μου συμπαραστέκονταν και ήταν δίπλα μου όταν τους χρειαζόμουν.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια ραγδαία αύξηση της τεχνολογίας σε διάφορους τομείς και αυτό έχει προκαλέσει την δημιουργία πολλών τεχνολογικών προϊόντων τα οποία χρησιμοποιούμε σε καθημερινή βάση. Η τεχνολογία έχει εισέλθει για τα καλά στην ζωή μας, καθημερινά κάνουμε χρήση διάφορων τεχνολογικών επιτευγμάτων (όπως για παράδειγμα smartphones, PC, laptop, smartwatches κλπ.) τα οποία μας βοηθούν στο να εκπληρώσουμε τις καθημερινές μας ανάγκες. Όλες αυτές οι τεχνολογίες όμως για να λειτουργήσουν χρειάζονται ενέργεια και αυτό που χρήζει περεταίρω βελτίωσης είναι ο τρόπος να ελέγχουμε τις συσκευές έτσι ώστε να μην σπαταλούν άσκοπα ενέργεια αυξάνοντας έτσι και την διάρκεια ζωής τους.

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά ένα συγκεκριμένο τομέα της τεχνολογίας ο οποίος είναι τα «Εξυπνα Σπίτια». Στόχος αυτής της εργασίας είναι η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος για «Εξυπνα Σπίτια» το οποίο θα μπορεί να υλοποιηθεί με χαμηλότερο κόστος από τα είδη υπάρχοντα συστήματα και ενός συστήματος για τον έλεγχο εισόδου στην οικία με την χρήση αναγνώρισης προσώπου. Οι χρήστες με την χρήση του Smartphone τους θα μπορούν να έχουν το έλεγχο των διαφόρων συσκευών και αισθητήρων που υπάρχουν μέσα στο σπίτι. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούν να ελέγχουν το χρόνο λειτουργίας και τις ώρες λειτουργίας των συσκευών μειώνοντας έτσι τα ποσοστά ενέργειας που σπαταλά ένα σπίτι. Έχοντας δημιουργήσει όλο αυτό το σύστημα επικοινωνίας μεταξύ των αισθητήρων και του χρήστη (μέσω της εφαρμογής για Smartphones) και χρησιμοποιώντας το «Fuzzy Logic» κάνουμε το σύστημα μας ποιο «Εξυπνο» έτσι ώστε να μπορεί να λαμβάνει μόνο του αποφάσεις όταν χρειάζεται και όπου μπορεί, χωρίς να είναι αναγκαία η παρέμβαση του ανθρώπου και σε περιπτώσεις στις οποίες δεν μπορεί να κάνει κάτι να ειδοποιεί τον ιδιοκτήτη για να λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα.

Το δεύτερο σύστημα θα μπορεί με αναγνώριση προσώπου να επιτρέπει την είσοδο στην οικία σε άτομα τα οποία ο χρήστης έχει δώσει πρόσβαση μέσα από την ιστοσελίδα την οποία έχει κατασκευαστεί. Για να γίνει αυτό χρησιμοποιούμε το Face API της Microsoft το οποίο μας παρέχει αυτή την δυνατότητα.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Γενική Εισαγωγή	1
1.2 Περιγραφή και Κίνητρο	2
1.3 Στόχος της εργασίας και Συνεισφορά	3
1.4 Δομή Εργασίας	4
 Κεφάλαιο 2 Background.....	 6
2.1 Internet of Things	6
2.2 Smart Home	10
2.3 MQTT	13
2.4 Fuzzy Logic	15
2.5 Related Bibliography	18
 Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία.....	 21
3.1 Hardware	21
3.1.1 Raspberry Pi	21
3.1.2 Arduino	23
3.1.3 ESP8266 Wi-Fi Module	24
3.2 Τεχνολογίες - Software	25
3.2.1 Node.js	25
3.2.2 MongoDB	26
3.2.3 AngularJS	28
 Κεφάλαιο 4 Σχεδιασμός και Υλοποίηση.....	 30
4.1 Προδιαγραφές Συστημάτων	30
4.1.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	30
4.1.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	31
4.2 Προσέγγιση	31
4.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	32
4.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	34

4.3 Υλοποίηση	36
4.3.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	36
4.3.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	53
Κεφάλαιο 5 Αξιολόγηση.....	56
5.1 Εισαγωγή	56
5.2 Αξιολόγηση	57
5.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	57
5.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	62
Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα.....	65
6.1 Συμπεράσματα	65
6.1.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	65
6.1.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	66
6.2 Μελλοντικά Σχέδια	67
6.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	68
6.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	69
Βιβλιογραφία	70
Παράρτημα Α.....	A-1

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Γενική Εισαγωγή	1
1.2 Περιγραφή και Κίνητρο	2
1.3 Στόχος της εργασίας και Συνεισφορά	3
1.4 Δομή Εργασίας	4

1.1 Γενική Εισαγωγή

Με την πάροδο των χρόνων οι ανάγκες των ανθρώπων ολοένα και αυξάνονται. Η τεχνολογία έχει βοηθήσει τον άνθρωπο να πετύχει όλο και περισσότερα πράγματα. Μια από τις ανάγκες του ανθρώπου είναι η επικοινωνία, όπου η τεχνολογία έχει φροντίσει για αυτό μέσω των ασύρματων δικτύων προσφέροντας μας έτσι την δυνατότητα να μπορούμε να επικοινωνούμε από οπουδήποτε και οποιαδήποτε χρονική στιγμή επιθυμούμε. Με τη χρήση των ασύρματων δικτύων έχει κάνει την εμφάνιση της τα τελευταία χρόνια μια νέα τάση η οποία ονομάζεται Internet of Things, μέσα από την οποία διάφοροι αισθητήρες και συσκευές χρησιμοποιούν τα ασύρματα δίκτυα για να συλλέγουν και να αποστέλλουν πληροφορίες, βοηθώντας έτσι τους ανθρώπους να κάνουν την ζωή τους πιο εύκολη.

Ακόμα μια τεχνολογία η οποία έχει συμβάλει όλο και περισσότερο στο να ευκολύνει την ζωή μας και να την κάνει πιο απλή, είναι η τεχνολογία του αυτοματισμού. Στο σημερινό κόσμο τα Αυτόματα Συστήματα είναι ολοένα και πιο προτιμητέα σε σχέση με τα χειροκίνητα συστήματα για το λόγο ότι μπορούν να ολοκληρώνουν κάποιες εργασίες ενώ εμείς είμαστε απασχολημένοι κάνοντας κάποια άλλα πράγματα.

Το Internet of Things χρησιμοποιώντας διάφορους αισθητήρες και συσκευές και σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες για αυτόματα συστήματα οδήγησε ερευνητές και εταιρίες να μελετήσουν και να κατασκευάσουν αυτόματα συστήματα για «Έξυπνα Σπίτια»

προσφέροντας μας έτσι περισσότερο έλεγχο στην λειτουργία των συσκευών κάνοντας την ζωή μας ακόμα πιο εύκολη. Επίσης, για να γίνεται ο έλεγχος και η επικοινωνία των συσκευών με τον χρήστη θα πρέπει να υπάρχει μια διεπαφή η οποία να τρέχει σε Smartphones. Κάποια από τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει ένα τέτοιο σύστημα αφορούν την επικοινωνία, τη διασκέδαση, την ασφάλεια και τη διευκόλυνση σε καθημερινή βάση.

1.2 Περιγραφή και Κίνητρο

Με την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας υπάρχει σοβαρή ανάγκη για την εξοικονόμηση ενέργειας σε κάθε δυνατό τρόπο. Η αδυναμία της πρόσβασης και τον έλεγχο των συσκευών από απομακρυσμένες τοποθεσίες είναι ένα από τους βασικούς λόγους για την απώλεια ενέργειας. Έχοντας λοιπόν αυτό στο μυαλό μας έχουμε φτάσει στο κύριο κίνητρο για το θέμα της εργασίας αυτής.

Εκτός από την ανάγκη για τον έλεγχο των συσκευών από απομακρυσμένη τοποθεσία ένα ακόμη κίνητρο για αυτό το θέμα είναι να μπορεί ο άνθρωπος με μικρό κόστος να έχει ένα τέτοιο σύστημα στο σπίτι του μέσα από το οποίο θα μπορεί να ελέγχει τις συσκευές και τους αισθητήρες τόσο για τις ώρες λειτουργίας τους όσο και για το χρόνο που θα λειτουργούν μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα σπίτια. Επίσης να υπάρχει η δυνατότητα από αυτό το σύστημα να μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις χωρίς να είναι απαραίτητη η παρέμβαση του ανθρώπου κάνοντας το με αυτό τον τρόπο ένα αυτόματο σύστημα.

Το σύστημα αυτό θα αποτελείτε από μια εφαρμογή μέσα από την οποία ο χρήστης θα μπορεί να έχει τον έλεγχο των αισθητήρων. Θα μπορεί να δημιουργεί δωμάτια για να διαχωρίζει τους αισθητήρες, να εισάγει αισθητήρες για τον έλεγχο της ασφάλειας του σπιτιού και να μπορεί να ελέγχει την κατάσταση του κάθε αισθητήρα. Επίσης του παρέχεται η δυνατότητα να λαμβάνει μηνύματα SMS ή Push Notifications αν προκύψει οποιαδήποτε αλλαγή στην κατάσταση κάποιου αισθητήρα. Μέσα από την εφαρμογή ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ομάδες με αισθητήρες οι οποίοι σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα σε κάποιες μέρες της εβδομάδας θα κάνουν κάποιαν ενέργεια. Ακόμη μια λειτουργία που παρέχεται είναι τα φωνητικά μηνύματα μέσα από τα οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με το σύστημα. Τέλος υπάρχουν και κάποιοι

μηχανισμοί οι οποίοι μπορούν να λάβουν κάποιες αποφάσεις από μόνοι τους χωρίς να χρειάζεται η παρέμβαση του χρήστη, ανάλογα με τις τιμές από τους αισθητήρες.

Για να γίνει ακόμη πιο ενδιαφέρον η μελέτη και η δημιουργία αυτού του συστήματος προέκυψε ακόμη ένα κίνητρο το οποίο οδήγησε στην δημιουργία και δεύτερου συστήματος. Το κίνητρο ήταν να μπορεί ο ιδιοκτήτης ή οποιοσδήποτε έχει σχέση με τον ιδιοκτήτη μιας οικίας να μπορεί να εισέλθει χωρίς να χρειάζεται κλειδιά. Μέσα από μία ιστοσελίδα ο ιδιοκτήτης του σπιτιού θα μπορεί να επιτρέπει σε μια λίστα με φίλους του να εισέρχονται στην οικία. Για να το κάνει αυτό χρειάζεται μια φωτογραφία του κάθε φίλου του την οποία θα ανεβάζει στο σύστημα της Microsoft για να εκπαιδεύεται το δίκτυο. Όταν ένας επισκέπτης βρίσκεται στην είσοδο με το πάτημα του κουδουνιού θα τον βγάλει φωτογραφία και αν τον αναγνωρίσει το σύστημα τότε θα του ανοίγει την πόρτα.

1.3 Στόχος της εργασίας και Συνεισφορά

Ο στόχος λοιπόν αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να δημιουργηθούν δύο συστήματα. Το πρώτο σύστημα για Έξυπνα Σπίτια θα πρέπει να έχει χαμηλό κόστος, να μπορεί να εγκατασταθεί σε υφιστάμενα σπίτια χωρίς να απαιτεί αλλαγές στην αρχιτεκτονική του σπιτιού και να μπορεί να παρέχει αυτοματοποιημένες λειτουργίες. Επίσης μέσα από την εφαρμογή θα πρέπει να επιτρέπει στον χρήστη την άμεση αλληλεπίδραση του με τους αισθητήρες με χρήση κουμπιών ή και φωνητικών εντολών. Τέλος θα δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να μπορεί να λαμβάνει μηνύματα SMS και Push Notifications για οποιοσδήποτε αλλαγές στην κατάσταση των αισθητήρων καθώς και να δημιουργεί ομάδες για να ρυθμίζει τους αισθητήρες να εκτελούν κάποιες ενέργειες σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Το σύστημα το οποίο έχει υλοποιηθεί μέσα από αυτή την εργασία είναι ευέλικτο, έχει χαμηλό κόστος και μπορεί εύκολα να επεκταθεί προσθέτοντας καινούριους αισθητήρες, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα στους χρήστες να καλύψουν τις ανάγκες τους. Η εφαρμογή που δημιουργήθηκε είναι εύκολη στη χρήση και παρέχει ένα φιλικό περιβάλλον διαπροσωπίας προς τον χρήστη κάνοντας έτσι εύκολη τη διαδικασία ελέγχου των αισθητήρων και συσκευών.

Το δεύτερο σύστημα για τον έλεγχο εισόδου έχει ως στόχο εκτός από το να είναι οικονομικό να έχει και μικρό αριθμό σφάλματος λόγω της ευαισθησίας που έχει όσο αφορά την ασφάλεια του σπιτιού καθώς δεν επιτρέπονται λάθη. Η ιστοσελίδα που δημιουργήθηκε είναι εύκολη στη χρήση και παρέχει ένα φιλικό περιβάλλον διαπροσωπίας προς τον χρήστη κάνοντας έτσι εύκολη τη διαδικασία ελέγχου της λίστας με τους φίλους του ιδιοκτήτη.

1.4 Δομή Εργασίας

Η διπλωματική εργασία θα ακολουθήσει την ακόλουθη δομή:

1. Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή: Σε αυτό το κεφάλαιο έχουμε μια γενική εισαγωγή για την τεχνολογία καθώς και για την τελευταία τάση του Internet of Things. Ακολούθως γίνεται αναφορά στο κίνητρο της εργασίας αυτής και μια περιγραφή για το τι αναμένεται να γίνει στο τέλος. Στη συνέχεια περιγράφονται ο στόχος και ποια είναι η συνεισφορά αυτής της εργασίας και τέλος έχουμε την δομή που θα ακολουθήσει η εργασία αυτή.
2. Κεφάλαιο 2. Background: Σε αυτό το κεφάλαιο γίνονται περιγραφές για κάποιους όρους και τεχνολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση αυτής της εργασίας. Υπάρχουν αναφορές για το Internet of Things, το Smart Home, το πρωτόκολλο MQTT, το Fuzzy Logic και τέλος υπάρχει και μια περιγραφή των σχετικών βιβλιογραφιών.
3. Κεφάλαιο 3. Μεθοδολογία: Μέσα σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή για τις επιλογές που έχουν γίνει σχετικά με το υλικό και το λογισμικό που έχουν χρησιμοποιηθεί καθώς και το λόγο τον οποίον έχουν επιλεχτεί να χρησιμοποιηθούν σε αυτή την εργασία.
4. Κεφάλαιο 4. Σχεδιασμός και Υλοποίηση: Αρχίζοντας σε αυτό το κεφάλαιο αναλύονται οι προδιαγραφές για τα δύο συστήματα που θα υλοποιηθούν. Ακολούθως γίνεται μια περιγραφή για την προσέγγιση προς την λύση καθώς επίσης για τα προβλήματα και τις λύσεις που προέκυψαν στην κάθε προσέγγιση.
5. Κεφάλαιο 5. Αξιολόγηση: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια περιγραφή για τον τρόπο με τον οποίο έχουν αξιολογηθεί τα δύο συστήματα καθώς επίσης έχουμε και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων από τα ερωτηματολόγια τα οποία έχουν απαντήσει τα άτομα τα οποία κλήθηκαν για να αξιολογήσουν τα συστήματα αυτά.

6. Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα: Τέλος, σε αυτό το κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα που έχουμε για τα δύο αυτά συστήματα καθώς επίσης και πια είναι τα μελλοντικά σχέδια για το κάθε ένα από τα συστήματα αυτά.

Κεφάλαιο 2

Background

2.1 Internet of Things	6
2.2 Smart Home	10
2.3 MQTT	13
2.4 Fuzzy Logic	15
2.5 Related Bibliography	18

2.1 Internet of Things

Ο όρος «Internet of Things» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για την περιγραφή ενός συστήματος μέσα στο οποίο αντικείμενα τα οποία υπάρχουν στον φυσικό κόσμο θα μπορούσαν να συνδεθούν στο διαδίκτυο χρησιμοποιώντας αισθητήρες. Η χρήση του όρου αυτού έγινε το 1999 από ένα Βρετανό πρωτοποριακό τεχνολόγο, τον Kevin Ashton. Αν και ο όρος IoT χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1999, σχεδόν μια δεκαετία πριν το 1990, δημιουργήθηκε η πρώτη συσκευή (βλ. Σχήμα 2.1) που θεωρείται ως η πρώτη μηχανή IoT από τον John Romkey^[1]. Η συσκευή αυτή αφορούσε μια τοστιέρα η οποία ήταν συνδεδεμένη σε ένα υπολογιστή χρησιμοποιώντας TCP/IP και μέσω ενός πρωτοκόλλου (SNMP MIB) μπορούσε να την ανάψει και να την σβήσει.

Στη σημερινή εποχή, ο όρος IoT αναφέρεται σε ένα οικοσύστημα το οποίο αποτελείται από «Εξυπνες» συσκευές, οι οποίες είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο συλλέγοντας δεδομένα. Τα δεδομένα που λαμβάνονται, στη συνέχεια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να κατευθύνουν διάφορες εφαρμογές, έχοντας ως αποτέλεσμα την παροχή λύσεων σε θέματα που επιζητούν τα άτομα. Κάποιες από τις λύσεις που παρέχονται από τη χρήση του IoT αφορούν την εκπαίδευση, την υγεία, την ασφάλεια, την δραματική βελτίωση στην απόδοση της ενέργειας, καθώς επίσης και σε άλλες πτυχές της καθημερινής μας ζωής. Υπολογίζεται ότι μέχρι το 2020 θα υπάρχουν 50 δισεκατομμύρια συσκευές οι οποίες θα είναι συνδεδεμένες με το διαδίκτυο.

Figure 1
Πρώτη IoT συσκευή

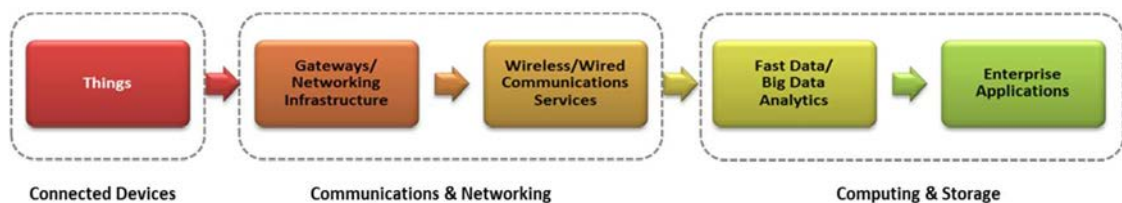


Source: <http://gumption.typepad.com/blog/2008/05/what-would-your.html>

Σχήμα 2.1: Η πρώτη συσκευή IoT (τοστιέρα)

Στο Σχήμα 2.2 παρουσιάζεται η αλυσίδα του IoT η οποία είναι πολύπλοκη και εξαπλώνεται σε πολλούς τομείς και επιχειρήσεις. Μπορεί να διαχωριστεί σε 3 επίπεδα αρχίζοντας από το επίπεδο με τις συνδεδεμένες συσκευές, ακολούθως είναι το επίπεδο της επικοινωνίας και της δικτύωσης και τέλος το επίπεδο του υπολογισμού και της αποθήκευσης.

Figure 2
Επίπεδα Αρχιτεκτονικής IoT



Source: <https://dataflog.com/read/internet-of-things-more-than-smart-things/1060>

Σχήμα 2.2: Επίπεδα της Αρχιτεκτονικής IoT

Στο επίπεδο των συνδεδεμένων συσκευών έχουμε τα «Things» όπου εδώ περιλαμβάνονται οι αισθητήρες και οποιεσδήποτε συσκευές μπορούν να συλλέγουν δεδομένα από το γύρο περιβάλλον. Όπως μπορούμε να δούμε και από το Σχήμα 2.3 σε αυτό το επίπεδο οι αισθητήρες μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορους τομείς όπως είναι:

- Τομέας Υγείας: Οι ιατροί μπορούν με τη χρήση IoT συσκευών να παρακολουθούν την κατάσταση της υγείας των ασθενών τους από τα δεδομένα

που θα συλλέγονται και να τους δίνουν συμβουλές. Επίσης θα μπορούν να δημιουργηθούν διάφορες εφαρμογές οι οποίες θα αναλύουν τα δεδομένα και ανάλογα με τις αλλαγές στις μετρήσεις θα μπορούν να προβλέπουν διάφορες ασθένειες οι παθήσεις που πιθανόν να προκύψουν.

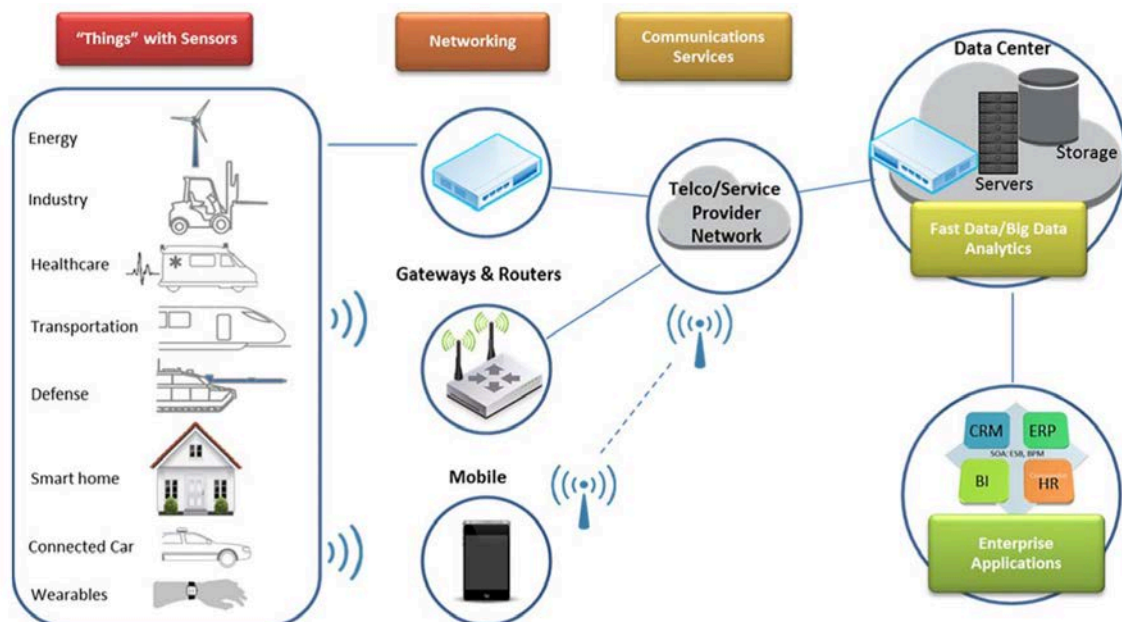
- Τομέας Μεταφορών: Αναφορικά με τον τομέα των μεταφορών για τα αυτοκίνητα υπάρχουν οι έξυπνοι χώροι στάθμευσης. Με την χρήση αισθητήρων θα μπορούν να ενημερώνουν τους οδηγούς για το που υπάρχουν κενοί χώροι στάθμευσης έτσι ώστε να εξοικονομούν χρόνο στο να αναζητούν χώρο και ταυτόχρονα να μειώνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση.
- Τομέας Ενέργειας: Αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες, όπου με την χρήση IoT συσκευών μπορούμε να ελέγχουμε το χρόνο ακόμη και τον τρόπο λειτουργίας διάφορων συσκευών πετυχαίνοντας έτσι λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.
- Τομέας Άμυνας: Στον τομέα αυτό ο στρατός προσπαθεί να προσθέσει αισθητήρες στα κράνη των στρατιωτών ώστε να μπορούν να ελέγχουν και να διαγνώσουν εγκεφαλικές κακώσεις.
- Έξυπνα Σπίτια: Η χρήση IoT συσκευών στα σπίτια ίσως να είναι ο πιο αναπτυγμένος και διαδεδомένος τομέας. Συνδέοντας τις διάφορες συσκευές στο διαδίκτυο μπορούμε να τις ελέγχουμε από μακρινή απόσταση καθώς επίσης και να παρακολουθούμε την κατάσταση τους. Με τον έλεγχο μας πάνω σε αυτές τις συσκευές θα μπορούμε να εξασφαλίσουμε την ασφάλεια του σπιτιού μας καθώς και να εξοικονομήσουμε ενέργεια.
- Συνδεδεμένα αυτοκίνητα: Ακόμη ένας τομέας της τεχνολογίας που υπόσχεται να βοηθήσει την καθημερινότητα πολλών ανθρώπων είναι τα συνδεδεμένα αυτοκίνητα. Με την χρήση IoT αισθητήρων στα αυτοκίνητα θα μπορούν να συλλέγουν δεδομένα για την κατάσταση στο οδικό δίκτυο προβλέποντας έτσι τυχόν ατυχήματα καθώς και επίσης να προτείνουν εναλλακτικές διαδρομές σε περίπτωση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Ακόμη ένα παράδειγμα με το τι μπορούν να κάνουν είναι η αυτόματη οδήγηση η οποία θα επιτρέπει σε άτομα τα οποία δεν μπορούν να οδηγήσουν για οποιονδήποτε λόγο να μπορούν να μετακινούνται χωρίς να χρειάζεται να παρέμβουν στην οδήγηση.

Το επίπεδο της επικοινωνίας και της δικτύωσης διαχωρίζεται σε δύο υποεπίπεδα. Το πρώτο αφορά τους Gateways και την υποδομή της δικτύωσης όπου οι IoT συσκευές μπορούν να επικοινωνούν με τα επικοινωνιακά δίκτυα μέσω αυτού. Ο εξοπλισμός αυτού του υποεπιπέδου βοηθά στην μεταφορά των δεδομένων, μέσω ασύρματων και ενσύρματων επικοινωνιών, που συλλέγονται από τους αισθητήρες. Το δεύτερο υποεπίπεδο αφορά τις ασύρματες και ενσύρματες υπηρεσίες επικοινωνίας όπου γίνεται χρήση ασύρματων υπηρεσιών οι άλλων υπηρεσιών από το Cloud για την μεταφορά των δεδομένων σε αποθηκευτικά συστήματα.

Τέλος, το τρίτο επίπεδο του υπολογισμού και της αποθήκευσης αποτελείται και αυτό από δύο υποεπίπεδα. Το πρώτο αφορά την αποθήκευση και την ανάλυση των «Μεγάλων Δεδομένων», στο οποίο τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται από τις IoT συσκευές αποθηκεύονται και επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο. Και το δεύτερο το οποίο αφορά τις εφαρμογές των επιχειρήσεων, όπου επιχειρήσεις παρέχουν διάφορες πλατφόρμες υπηρεσιών και εφαρμογών Cloud οι οποίες μας βοηθούν να πραγματοποιήσουμε κάποιες ενέργειες στα δεδομένα για να λάβουμε αποτελέσματα.

Figure 3

Γενική εικόνα Αρχιτεκτονικής IoT



Source: <https://dataflog.com/read/internet-of-things-more-than-smart-things/1060>

Σχήμα 2.3: Γενική εικόνα Αρχιτεκτονικής IoT

2.2 Smart Home

Το σπίτι ήταν ανέκαθεν ένα από τα σημαντικότερα μέρη για τον ίδιο τον άνθρωπο, λόγω του ένα μεγάλο μέρος από τον χρόνο του το περνά σε αυτό. Επίσης, το σπίτι είναι αυτό που προσφέρει ασφάλεια και επηρεάζει την ποιότητα της ζωής των ατόμων. Είναι λοιπόν προφανές ότι βελτιώνοντας και αναπτύσσοντας αυτόν το τομέα θα προσφέρει στους ανθρώπους καλύτερη ποιότητα ζωής. Ως αποτέλεσμα για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, ο τομέας της τεχνολογίας αναπτύσσει σε συνδυασμό με το IoT την ιδέα του Smart Home.

Με τον όρο Smart Home αναφερόμαστε σε ένα πλήρως εξοπλισμένο περιβάλλον με αισθητήρες και διάφορες τεχνολογίες, το οποίο έχει ως στόχο να βοηθήσει τον άνθρωπο σε αρκετές καταστάσεις της καθημερινότητας κάνοντας έτσι την ζωή του ευκολότερη. Ο χρήστης μέσω μίας εφαρμογής θα μπορεί να ελέγχει την κατάσταση των αισθητήρων, διάφορες μετρήσεις ακόμη και να ενημερώνεται για τις αλλαγές που πιθανόν να έχουν οι καταστάσεις των αισθητήρων (βλ. Σχήμα 2.4). Η εφαρμογή αυτή θα δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να διαχειρίζεται τις συσκευές και τους αισθητήρες μέσω εντολών που θα δίνει (κουμπιά κλπ.), αυτόματα με βάση κάποιες ώρες που θα μπορεί να επιλέξει ή ακόμη και με την φωνή του . Οι αισθητήρες για να μπορούν να επικοινωνούν και να αποστέλλουν τα δεδομένα τα οποία συλλέγουν χρησιμοποιούν διάφορα πρωτόκολλα όπως είναι πχ. ZigBee, Z-Wave, C-Bus, MQTT και άλλα.

Figure 4
Smart Home Overview



Source: <http://theappsolutions.com/images/articles/105/SmartHome.jpg>

Σχήμα 2.4: Γενική εικόνα ενός Έξυπνου Σπιτιού

Το Smart Home, όπως αναφέραμε έχει δημιουργηθεί για να κάνει την ζωή του ανθρώπου πιο εύκολη προσφέροντας του βοήθεια μέσω κάποιων λειτουργιών. Μερικές από τις λειτουργίες που μπορεί να προσφέρει ένα «Έξυπνο Σπίτι» είναι:

- Σύστημα ελέγχου Ασφαλείας: Με την εγκατάσταση αισθητήρων στις πόρτες και στα παράθυρα μπορούν να ανιχνεύονται ανεπιθύμητες προσβάσεις ακόμη και παραβιάσεις, όπου το σύστημα θα μπορεί να ειδοποιεί τον χρήστη σε πραγματικό χρόνο, στέλνοντας του μήνυμα ή ακόμη και να ηχεί τον συναγερμό. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης IP Cameras, όπου θα μπορεί να ανιχνεύει πρόσωπα και να ειδοποιεί τον χρήστη στέλνοντας του φωτογραφίες. Μέσα από την Camera, ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα οποιαδήποτε στιγμή να βλέπει την κατάσταση του χώρου του.
- Σύστημα ελέγχου φωτισμού: Με αυτό το σύστημα μπορούμε να διαχειριστούμε όλα τα φώτα του σπιτιού. Μπορούμε να τα ανοίγουμε και να τα κλείνουμε όταν τα χρειαζόμαστε έτσι ώστε να κάνουμε εξοικονόμηση ενέργειας.
- Σύστημα φωτοαισθητήρων: Αυτό το σύστημα δίνει την δυνατότητα να ανοίγουν οι κουρτίνες ή να κλείνουν ανάλογα με το φως που υπάρχει έξω, διατηρώντας το σπίτι σε σταθερές θερμοκρασίες χωρίς να χρειάζεται η χρήση κλιματισμού ή θέρμανσης.
- Σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας: Με τη χρήση «Έξυπνων θερμοστατών» γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας εντός του σπιτιού, έτσι μπορεί να ανοίγει ή να κλείνει το σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού του σπιτιού, διατηρώντας την

θερμοκρασία σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο εξοικονομώντας έτσι ενέργεια για το λόγο ότι δεν γίνεται άσκοπη χρήση των συστημάτων.

- Home Cinema και Μουσική: Με την εγκατάσταση συστημάτων για τηλεόραση και ήχο σε όλο το σπίτι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να τα ελέγχει με τη χρήση φωνητικών εντολών.
- Συστήματα για κήπους: Υπάρχουν ειδικά συστήματα τα οποία ελέγχουν την υγρασία στο έδαφος και φροντίζουν έτσι ώστε τα φυτά και τα δέντρα να είναι πάντα ποτισμένα.
- Έξυπνες ηλεκτρικές συσκευές: Υπάρχουν στην αγορά διάφορες έξυπνες συσκευές οι οποίες μπορούν να κάνουν την ζωή μας πιο εύκολη. Με την έξυπνη ταστιέρα και καφετιέρα μπορούμε να έχουμε το πρωινό μας έτοιμο στην ώρα του. Ο έξυπνος φούρνος μπορεί να θυμάται τα φαγητά που έχουμε μαγειρέψει και να γνωρίζει πόση ώρα χρειάζεται μέχρι να ετοιμαστεί.
- Αισθητήρες κίνησης: Παρακολουθούν κινήσεις στο σπίτι και ενημερώνουν για τυχόν ανεπιθύμητες κινήσεις.
- Συσκευές ανίχνευσης ατόμων: Υπάρχουν μικρές συσκευές οι οποίες μας ειδοποιούν όταν κάποιος κάτοικος του σπιτιού έχει επιστρέψει σπίτι ή έχει φύγει από αυτό.

Αυτές είναι κάποιες από τις βασικές λειτουργίες που μπορεί να παρέχει ένα «Έξυπνο Σπίτι», αλλά δεν περιορίζονται μέχρι εδώ. Καθημερινά, όλο και καινούρια προϊόντα βγαίνουν στην αγορά τα οποία μπορούν να γίνουν μέλος του συστήματος για «Έξυπνα Σπίτια» βοηθώντας μας ολοένα και σε περισσότερες εργασίες.

Με όλη αυτή την βοήθεια που μας προσφέρει ένα «Έξυπνο Σπίτι» έχουμε κάποιες ωφέλειες οι οποίες αφορούν την αυτοματοποίηση, την ασφάλεια και την εξοικονόμηση ενέργειας. Για την αυτοματοποίηση αυτό που προσφέρεται στον χρήστη είναι ο έλεγχος των έξυπνων συσκευών του μέσα από μια εφαρμογή και οι οδηγίες που μπορεί να δώσει προς αυτές. Για την ασφάλεια όπως έχουμε αναφέρει και προηγούμενος υπάρχουν οι διάφοροι αισθητήρες και συσκευές οι οποίες είναι υπεύθυνες για την ασφάλεια του σπιτιού και για την άμεση ενημέρωση του ιδιοκτήτη. Τέλος για την εξοικονόμηση ενέργειας εκτός από τη δυνατότητα ελέγχου των ωρών λειτουργίας από το χρήστη, υπάρχουν και οι αισθητήρες οι οποίες ελέγχουν για διάφορες καταστάσεις

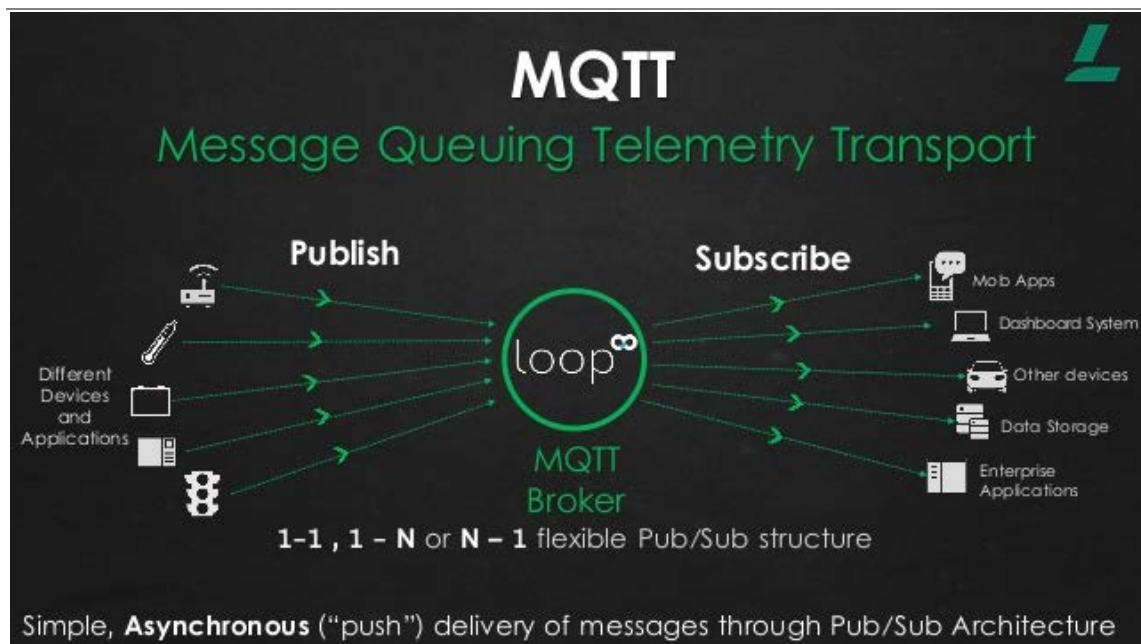
και ανάλογα επιτρέπουν τη λειτουργία ή όχι σε κάποιες συσκευές μειώνοντας έτσι την άσκοπη σπατάλη ενέργειας.

Εκτός από τις ωφέλειες που μας προσφέρει ένας αυτοματισμός για «Έξυπνα Σπίτια», επιφέρει επίσης και κάποια σοβαρά προβλήματα. Αρχικά υπάρχει η δυνατότητα για τους hackers να αποκτήσουν πρόσβαση στο σύστημα όπως σε οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία με αποτέλεσμα να παρακολουθούν τις κινήσεις των ανθρώπων και να γίνονται εύκολα στόχοι. Επιπλέον τα συστήματα υποφέρουν από αυτό που ονομάζουμε «Τοπικό Έλεγχο» για το λόγο ότι οι συσκευές και οι αισθητήρες δεν ενώνονται άμεσα με το Smart Hub αλλά το Cloud έχει ένα λόγο στην λειτουργία. Για παράδειγμα όταν πατήσεις ένα Smart Switch για να ανάψει το φως, το σήμα αποστέλλεται στο Smart Hub ακολούθως στο Cloud, στη συνέχεια επιστρέφει πίσω στο Smart Hub και τέλος καταλήγει στον αισθητήρα που θα ανάψει το φως. Κατά συνέπεια μπορούμε να δούμε ότι ακόμη και οι εταιρείες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα προσωπικά μας δεδομένα λόγω ότι αυτά περνούν από το Cloud όπου και μπορούν να αποθηκευτούν. Τέλος ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα είναι το κόστος. Για να μπορεί κανείς να έχει ένα ολοκληρωμένο σύστημα με τις βασικές λειτουργίες θα πρέπει να ξοδέψει αρκετά χρήματα.

2.3 MQTT

Το MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) είναι ένα ελαφρύ πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιεί το μοντέλο Publisher/Subscriber με αξιόπιστη αμφίδρομη μεταφορά μηνυμάτων. Το πρωτόκολλο αυτό έχει εφευρεθεί το 1999 από τον Andy Stanford-Clark (IBM) και τον Arlen Nipper και πλέον αποτελεί ένα πρωτόκολλο ανοικτού πηγαίου κώδικα. Το πρόβλημα το οποίο είχαν να λύσουν αφορούσε την μεταφορά δεδομένων από αγωγούς πετρελαίου σε ένα δορυφορικό κανάλι. Το πρωτόκολλο αυτό σχεδιάστηκε έτσι ώστε να διαχειρίζεται μεγάλο όγκο δεδομένων σε δίκτυα με χαμηλό bandwidth και να είναι μικρό σε κώδικα, επίσης τρέχει πάνω από το TCP/IP.

Figure 5
MQTT Architecture



Source: <http://www.slideshare.net/Litmusautomation/mqtt-in-internet-of-things-loop-by-litmus-automation>

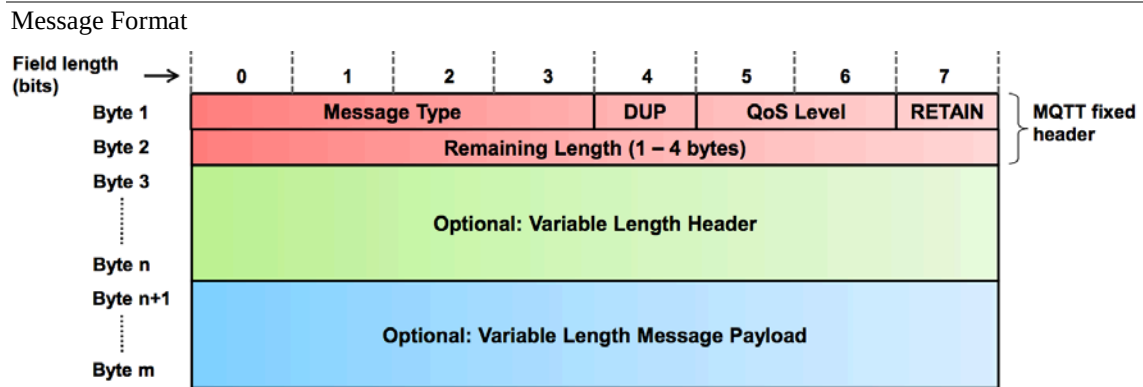
Σχήμα 2.5: Αρχιτεκτονική MQTT

Η αρχιτεκτονική του MQTT Pub/Sub (βλ. Σχήμα 2.5) αποτελείται από τους Client (οι οποίοι χωρίζονται σε Publisher και Subscriber) και τον MQTT Broker. Για το λόγο ότι κανένας δεν γνωρίζει για την ύπαρξη του άλλου και οι δύο κατηγορίες Client κάνουν Subscribe σε ένα Topic πάνω στον MQTT Broker. Το Topic είναι μια ιεραρχική δομή από Strings την οποία χρησιμοποιεί ο Broker για να γνωρίζει σε ποιους Client (Subscriber) θα διαβιβάσει τα δεδομένα.

Οι Publisher είναι Client οι οποίοι αποστέλλουν τα δεδομένα. Κάνουν Subscribe σε ένα Topic στον MQTT Broker και αρχίζουν την αποστολή. Από την άλλη οι Subscriber είναι Client οι οποίοι κάνουν Subscribe σε ένα Topic και λαμβάνουν τα δεδομένα τα οποία αποστέλλονται από τον Publisher ο οποίος τα αποστέλλει στο Topic αυτό.

Ο MQTT Broker αποτελεί το πιο σημαντικό κομμάτι αυτού του συστήματος. Λαμβάνει όλα τα μηνύματα από τους Client τα φιλτράρει και τα αποστέλλει σε όλους τους Clients οι οποίοι ενδιαφέρονται για κάποιο συγκεκριμένο θέμα. Είναι επίσης υπεύθυνος για να διαχειρίζεται το authentication και authorization των Clients και να τους επιτρέπει ή αποτρέπει την σύνδεσή τους στο σύστημα.

Figure 6



Source: http://www.indigoo.com/dox/wsmw/1_Middleware/MQTT.pdf

Σχήμα 2.6: Μορφή μηνυμάτων MQTT

Τα μηνύματα που αποστέλλονται σε αυτό το πρωτόκολλο (βλ. Σχήμα 2.6) αποτελούνται από το header το οποίο είναι ένα σταθερό σε μέγεθος (2 bytes), το προαιρετικό μεταβλητό μέγεθος header και το προαιρετικό μεταβλητό σε μέγεθος ωφέλιμο φορτίο του μηνύματος. Το header αποτελείται από το Message Type το οποίο είναι 4bit και παίρνει τιμές 0-15. Το DUP το οποίο είναι 1bit και υποδηλώνει στον παραλήπτη ότι το μήνυμα μπορεί να έχει είδη παραληφθεί, το QoS Level το οποίο είναι 2 bit και υποδηλώνει το επίπεδο βεβαιότητας για την παράδοση ενός μηνύματος που έγινε Publish και το RETAIN το οποίο είναι 1bit και υποδηλώνει στον Server να διατηρήσει το τελευταίο μήνυμα που έγινε Publish και να το παραδώσει σαν πρώτο μήνυμα σε καινούρια Subscriptions.

Κάποιοι από τους βασικούς τύπους μηνυμάτων οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τις κύριες λειτουργίες του συστήματος είναι το Publish, Subscribe και Unsubscribe. Το πακέτο για το Publish πρέπει να αποστέλλει όνομα του Topic, το QoS, το Retain, το DUP, το Packet Id και τα δεδομένα τα οποία πρέπει να σταλούν. Το πακέτο για το Subscribe πρέπει να περιέχει το Packet Id και μία λίστα με τα Subscriptions που θα γίνουν Subscribe. Τέλος το πακέτο για το Unsubscribe πρέπει να περιέχει το Packet Id και μία λίστα με τα Subscriptions που θα γίνουν Unsubscribe. Τα Subscriptions αποτελούν την λογική σύνδεση ενός Client με ένα Topic.

Το πρωτόκολλο αυτό προσφέρει 3 είδη για Ποιότητα της Υπηρεσίας στην αποστολή των μηνυμάτων και αυτά είναι:

- QoS 0: σχεδόν μία φορά αποστολής του μηνύματος (best effort). Δεν αποστέλλεται κάποιο acknowledgement μήνυμα από τον παραλήπτη, ούτε αποθηκεύεται το μήνυμα για να ξανασταλεί.
- QoS 1: τουλάχιστον μία φορά αποστολής του μηνύματος. Τα μηνύματα είναι εγγυημένα ότι θα φτάσουν αλλά μπορεί να σταλούν περισσότερες φορές.
- QoS 2: ακριβώς μία φορά αποστολής του μηνύματος. Είναι το μεγαλύτερο επίπεδο το οποίο επιπλέον προκαλεί και το περισσότερο overhead σε μηνύματα ελέγχου και επίσης χρειάζεται η αποθήκευση των μηνυμάτων τοπικά.

2.4 Fuzzy Logic

Το Fuzzy Logic προτάθηκε από τον Lofti Zadeh τη δεκαετία του 1960 ο οποίος ήταν καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Beckley. Το Fuzzy Logic μπορεί να οριστεί σαν ένα υπερσύνολο της συμβατικής λογικής (Boolean) το οποίο έχει επεκταθεί έτσι ώστε να μπορεί να χειριστεί την έννοια της μερικής αλήθειας, δηλαδή τις τιμές αλήθειας που βρίσκονται μεταξύ «απολύτως αληθείς» και «απολύτως ψευδείς». Το fuzzy logic λειτουργεί παρόμοια με τους ανθρώπους, δηλαδή παίρνει τις αποφάσεις με βάση κάποιες συνθήκες όπου αυτές είναι ένα σύνολο από κανόνες IF-THEN.

Για να υλοποιηθεί ένα τέτοιο σύστημα το οποίο θα χρησιμοποιεί το fuzzy logic θα πρέπει να ακολουθηθούν κάποια βήματα τα οποία είναι:

1. Καθορισμός των κριτηρίων και των στόχων ελέγχου
2. Καθορισμός των σχέσεων μεταξύ εισόδων και εξόδων και τον λιγότερο αριθμό μεταβλητών εισόδου στο σύστημα.
3. Διαχωρισμός του προβλήματος σε μια σειρά από κανόνες IF-THEN όπου κανόνες θα πρέπει να καθορίζουν το επιθυμητό αποτέλεσμα εξόδου για τις δοσμένες μεταβλητές εισόδου.
4. Δημιουργία του membership function το οποίο θα καθορίζει το νόημα των τιμών στις μεταβλητές εισόδου και εξόδου οι οποίες χρησιμοποιούνται στους κανόνες που καθορίστηκαν σε προηγούμενα βήματα.
5. Υλοποίηση του προγράμματος μέσα στο σύστημα με το fuzzy logic.
6. Έλεγχος του συστήματος και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Τροποποιήσεις στο σύστημα για να δίνει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

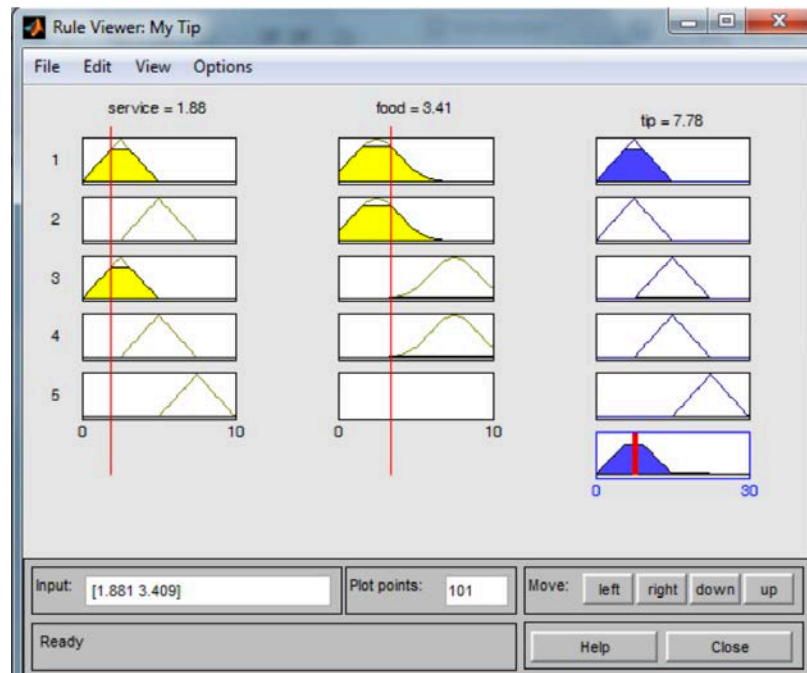
Για να γίνει πιο κατανοητή η λειτουργία του fuzzy logic θα αναλύσουμε ένα απλό παράδειγμα με τη χρήση της Matlab, το οποίο δεδομένου ενός αριθμού μεταξύ 0-10 που αντιπροσωπεύει την ποιότητα υπηρεσίας σε ένα εστιατόριο και ενός άλλου αριθμού μεταξύ 0-10 ο οποίος αντιπροσωπεύει την ποιότητα στο φαγητό θα πρέπει να μας εμφανίζει πόσα πρέπει να είναι το φιλοδώρημα που θα αφήσουμε. Υποθέτουμε ότι ένας μέσος όρος για φιλοδώρημα είναι 15%, ένα γενναιόδωρο φιλοδώρημα έχει ποσοστό 25% και ένα χαμηλό έχει ποσοστό 5%.

Το παράδειγμα μας θα έχει 2 εισόδους οι οποίες είναι η ποιότητα στο φαγητό και η ποιότητα στην υπηρεσία ενός εστιατορίου και μια έξοδο η οποία θα μας δίνει το ποσοστό των tips τα οποία πρέπει να αφήσουμε. Για την υλοποίηση αυτού του συστήματος θα χρειαστούμε 2 membership functions για τις τιμές εισόδου και ένα για την έξοδο. Το πρώτο αφορά την ποιότητα στην υπηρεσία όπου για τιμές 0-5 είναι φτωχή, για τιμές 2.5-7.5 είναι καλή και από 5-10 είναι εξαιρετική. Το δεύτερο αφορά την ποιότητα στο φαγητό όπου για τιμές 0-6 είναι κακόγευστο και από 4-10 είναι υπέροχο. Τέλος το για την έξοδο το membership function θα παίρνει τιμές 0-15 για ένα χαμηλό ποσοστό φιλοδωρήματος, 7.5-22.5 για ένα μέσω φιλοδώρημα και τιμές 15-30 για ένα γενναιόδωρο φιλοδώρημα.

Στη συνέχεια θα πρέπει να καθορίσουμε τους κανόνες με τους οποίους συσχετίζονται οι τιμές εισόδου με τις τιμές εξόδου. Οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι:

- Αν η ποιότητα υπηρεσίας είναι φτωχή και το φαγητό κακόγευστο, το φιλοδώρημα θα είναι χαμηλό.
- Αν η ποιότητα υπηρεσίας είναι καλή και το φαγητό κακόγευστο, το φιλοδώρημα θα είναι χαμηλό.
- Αν η ποιότητα υπηρεσίας είναι φτωχή και το φαγητό είναι υπέροχο, το φιλοδώρημα θα είναι σε ένα μέσω ποσοστό.
- Αν η ποιότητα υπηρεσίας είναι καλή και το φαγητό είναι υπέροχο, το φιλοδώρημα θα είναι σε ένα μέσω ποσοστό.
- Αν η ποιότητα του υπηρεσίας είναι εξαιρετική, το φιλοδώρημα θα είναι γενναιόδωρο

Figure 7
Fuzzy Logic results



Source: <https://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic/features.html - working-with-the-fuzzy-logic-toolbox>

Σχήμα 2.7: Αποτελέσματα παραδείγματος

Το fuzzy logic θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σύστημα για «Έξυπνα Σπίτια» έτσι ώστε να μπορεί να λάβει κάποιες αποφάσεις από μόνο του χωρίς να χρειάζεται να παρεμβαίνει ο χρήστης. Κάποιες από τις χρήσεις που μπορεί να έχει είναι:

- Έλεγχος στις μετρήσεις των τιμών για υγραέριο και απενεργοποίηση του συστήματος παροχής του.
- Έλεγχος θερμοκρασίας και αυτόματη ενεργοποίηση του κλιματισμού ή του συστήματος θέρμανσης.
- Έλεγχος της υγρασίας στο έδαφος και ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του συστήματος ύδρευσης στον κήπο.
- Άνοιγμα ή κλείσιμο στις κουρτίνες ανάλογα με την ένταση στο φως που υπάρχει έξω.

2.4 Related Bibliography

Στο άρθρο “Smart Home Automation using IoT”^[2] οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι το Smart Home Automation παρέχει ασφάλεια, εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και το ότι

είναι εύκολο στην χρήση. Μέσα από το άρθρο αυτό ήθελαν να κατασκευάσουν μια διεπαφή μέσα από την οποία οι χρήστες θα μπορούν να διαχειριστούν τους διάφορους αισθητήρες του συστήματος από απόσταση. Για την υλοποίηση χρησιμοποίησαν ASP.net για την δημιουργία μιας ιστοσελίδας η οποία θα επέτρεπε την διαχείριση αυτή. Επίσης, χρησιμοποίησαν Intel Galileo το οποίο είχε Wi-Fi για να μπορούν να εγκαταστήσουν τον εξυπηρετητή και να είναι διαθέσιμος στο δίκτυο καθώς επίσης και το Arduino το οποίο θα έλεγε τους αισθητήρες. Τα συμπεράσματα των αρθρογράφων είναι ότι μέσα από το άρθρο κατάφεραν να δώσουν τη βασική ιδέα για το πώς μπορούμε να διαχειριστούμε διάφορους αισθητήρες χρησιμοποιώντας την τεχνολογία χρησιμοποιώντας το Wi-Fi.

Στο άρθρο “Home Automation Systems – A Study”^[3] οι συγγραφείς έχουν ως στόχο να συγκρίνουν διάφορα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνικές με σκοπό να βρουν τα χαρακτηριστικά τους και τα μειονεκτήματά τους. Συνολικά συγκρίνουν 6 διαφορετικά είδη τέτοιων συστημάτων τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες ή ακόμη και συνδυασμό. Για την σύγκριση έχουν χρησιμοποιήσει σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί GSM και επικοινωνεί με μηνύματα SMS, σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί Bluetooth, σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί τηλεφωνική γραμμή, σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο ZigBee, σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί ασύρματη επικοινωνία και τέλος σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί συνδυασμό τεχνολογιών GSM, ZigBee και Bluetooth. Τέλος κατέληξα ότι για να μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τέτοια συστήματα θα πρέπει να είναι προσιτό από το διαδίκτυο και ένα καλό παράδειγμα είναι το GSM σύστημα και επίσης θα πρέπει να ελέγχονται από μια Web εφαρμογή η οποία θα είναι συνδεδεμένη με μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα έτσι ώστε όλα τα είδη ατόμων να μπορούν να έχουν πρόσβαση στο σύστημα.

Στο άρθρο “A Home Automation System using Internet of Things”^[4] οι αρθρογράφοι είχαν ως στόχο να παρουσιάσουν ένα χαμηλού κόστους ευέλικτο σύστημα για τα σπίτια το οποίο χρησιμοποιεί ασύρματη επικοινωνία έτσι ώστε να μπορεί ο χρήστης να το ελέγχει από απόσταση. Το σύστημα το οποίο έχουν παρουσιάσει χρησιμοποιεί το

Arduino για να ελέγχει τις συσκευές μέσω relay, ένα Wi-Fi module για να μπορεί το Arduino να λαμβάνει τις οδηγίες από το διαδίκτυο και τέλος μια εφαρμογή σε Android η οποία θα στέλνει τις εντολές μέσω Wi-Fi. Τα συμπεράσματα τους είναι ότι χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό Android τηλεφώνων μαζί με το διαδίκτυο μπορούμε να κάνουμε την ζωή μας πιο απλή και εύκολη. Επίσης το σύστημα μπορεί να επεκταθεί συνδυάζοντας τεχνολογίες όπως είναι το cloud, big data και robotics.

Στο άρθρο “Real Time Smart Home Automation based on PIC Microcontroller, Bluetooth and Android Technology”^[5] οι αρθρογράφοι έχουν ως στόχο να παρουσιάσουν ένα οικονομικά αποδοτικό και ευέλικτο σύστημα το οποίο υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας PIC microcontroller, Bluetooth HC-05, TRIACS Technology και εφαρμογή σε Android συσκευές. Για να μπορεί ο χρήστης να διαχειριστεί τις συσκευές οι οποίες ανήκουν στο σύστημα θα πρέπει να ενωθεί με το Bluetooth στο σύστημα και μέσα από την εφαρμογή θα μπορεί χρησιμοποιώντας τα κουμπιά να διαχειρίζεται τις συσκευές. Τα συμπεράσματα τους είναι ότι έχουν παρουσιάσει ένα σύστημα το οποίο είναι οικονομικά αποδοτικό και ευέλικτο και χρησιμοποιεί το Bluetooth για να μπορεί ο χρήστης να διαχειρίζεται τις συσκευές μέσα από την εφαρμογή.

Στο άρθρο “Machine to Machine Communication for Smart Systems using MQTT”^[6] οι αρθρογράφοι έχουν ως στόχο να παρουσιάσουν ένα σύστημα το οποίο θα μπορεί να διαχειρίζεται δεδομένα αισθητήρων με χαμηλό bandwidth με την χρήση MQTT σε αντίθεση με το HTTP. Για να το πετύχουν αυτό χρειάστηκε να έχουν ένα MQTT Broker ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αποστολή των δεδομένων από τους publisher στους subscribers, τους MQTT Publishers και τους MQTT Subscribers. Οι publisher αποστέλλουν τα δεδομένα τους σε ένα συγκεκριμένο topic και από την άλλη οι Subscribers ακούν σε κάποιο συγκεκριμένο topic και περιμένουν για δεδομένα. Αν ο publisher αποστείλει δεδομένα στο topic που ακούει ο subscriber τότε ο subscriber θα παραλάβει τα δεδομένα. Τα αποτελέσματα αυτού του άρθρου δείχνουν ότι το MQTT σε σχέση με το HTTP είναι πιο αποτελεσματικό την μετάδοση, λιγότερη καθυστέρηση και λιγότερη κατανάλωση μπαταρίας.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1 Hardware	21
3.1.1 Raspberry Pi	21
3.1.2 Arduino	23
3.1.3 ESP8266 Wi-Fi Module	24
3.2 Τεχνολογίες - Software	25
3.2.1 Node.js	25
3.2.2 MongoDB	26
3.2.3 AngularJS	28

3.1 Hardware

Για να μπορέσω να υλοποιήσω αυτό το ολοκληρωμένο σύστημα χρειάστηκε να χρησιμοποιήσω κάποιο hardware. Ο στόχος μου ήταν να φτιάξω κάτι το οποίο θα είχε χαμηλό κόστος έτσι ώστε να μπορεί ένας μέσος άνθρωπος να το αγοράσει. Έτσι λοιπόν μετά από αρκετή έρευνα κατάφερα να εντοπίσω τα υλικά τα οποία θα χρειαζόμουν σε αυτή την εργασία. Τα υλικά που χρησιμοποίησα είναι γνωστά και φθηνά και αρκετοί τα χρησιμοποιούν για τέτοιου είδους θέματα, έτσι θα μπορούσα εύκολα να βρω ότι χρειαζόμουν για αυτή την εργασία είτε μέσα από το διαδίκτυο είτε μέσα στα φόρουμ των κατασκευαστών όπου θα μπορούσα επίσης να κάνω και τις δικές μου ερωτήσεις.

3.1.1 Raspberry Pi

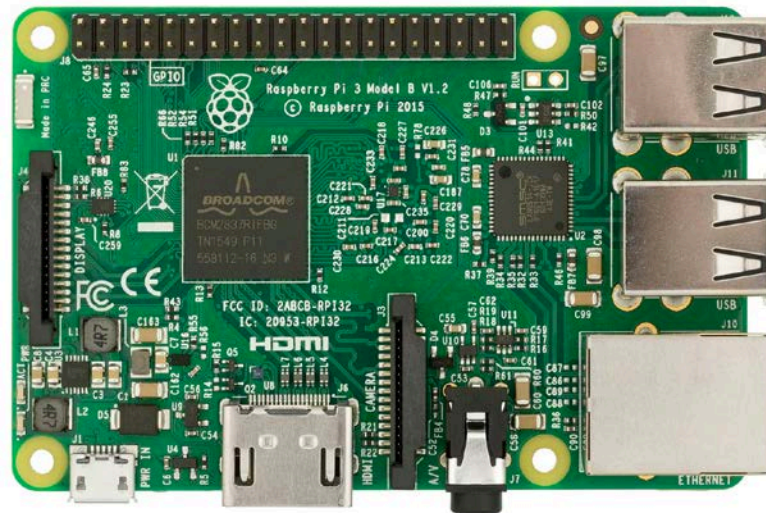
Για να μπορέσουν οι αισθητήρες να αποστέλλουν τα δεδομένα και να επικοινωνούν με την εφαρμογή θα έπρεπε να υπάρχει ένας τρόπος να συνδέονται στο διαδίκτυο. Για λόγους ασφαλείας δεν ήθελα οι αισθητήρες να είναι απευθείας συνδεδεμένοι με το διαδίκτυο για αυτό το λόγο επέλεξα να βάλω κάποιο Gateway στην μέση. Οι αισθητήρες λοιπόν θα συνδέονταν με αυτό το Gateway και θα έστελναν τα δεδομένα τους μέσα από αυτόν. Επίσης η εφαρμογή θα συνδεόταν με αυτό τον Gateway για να μπορεί να επιβλέπει και να ελέγχει τους αισθητήρες.

Έτσι λοιπόν επέλεξα το Raspberry Pi (βλ. Σχήμα 3.1) το οποίο είναι φθηνό και έχει αρκετά μεγάλη επεξεργαστική δύναμη. Το Raspberry Pi είναι μία σειρά από μικρούς υπολογιστές σε σχήμα πιστωτικής κάρτας οι οποίοι κατασκευάζονται στο Ηνωμένο Βασίλειο από το Raspberry Pi Foundation. Το Raspberry Pi έχει βγει σε διάφορα μοντέλα με το πρώτο να έχει κυκλοφορήσει τον Φεβρουάριο του 2012. Από τότε έχει κάνει πάρα πολλές πωλήσεις όπου τον Σεπτέμβριο του 2016 να έχουν φθάσει τα 10 εκατομμύρια.

Όλα τα μοντέλα του Raspberry Pi αποτελούνται από μια Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU) αρχιτεκτονικής ARM, on-chip GPU και μνήμη RAM. Επίσης διαθέτουν υποδοχή για SD-Card στην οποία μπορείς να φορτώσεις μια lite έκδοση Linux λειτουργικού και να το χρησιμοποιείς για κανονικό Ηλεκτρονικό Υπολογιστή. Για να μπορεί να είναι ένας ολοκληρωμένος Υπολογιστής διαθέτει θήρες USB στις οποίες μπορείς να τοποθετήσεις πληκτρολόγιο και ποντίκι, θύρα Ethernet και έξοδο

HDMI για να μπορείς να το συνδέσεις με οθόνη. Τέλος διαθέτει κάποια pins (I/O) στα οποία μπορείς να συνδέσεις διάφορους αισθητήρες και να τους ελέγχεις.

Figure 8
Raspberry Pi 3 Model B



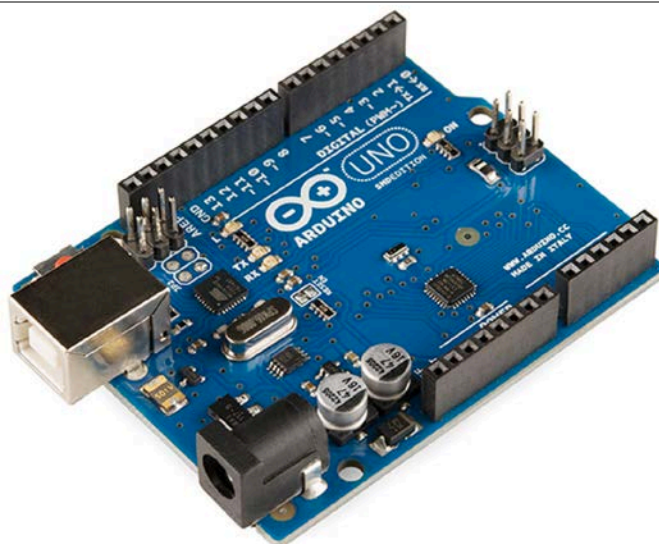
Source: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Raspberry-Pi-3-Flat-Top.jpg>

Σχήμα 3.1: Εικόνα του Raspberry Pi 3 Model B

3.1.2 Arduino

Το Arduino (βλ. Σχήμα 3.2) είναι ένα project για computer Software και Hardware το οποίο έχει αρχίσει το 2005 σαν ένα πρόγραμμα για φοιτητές στην Ιταλία. Σκοπός του ήταν να παρέχουν ένα εύκολο και χαμηλού κόστους τρόπο σε αρχάριους αλλά και σε επαγγελματίες για να μπορούν να δημιουργήσουν συσκευές οι οποίες μπορούν να αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον χρησιμοποιώντας διάφορους αισθητήρες. Το όνομα του προέρχεται από ένα bar στην Ivrea (Arduin of Ivrea) όπου κάποιοι από τους δημιουργούς του συνήθιζαν να μαζεύονται και να διασκεδάζουν. Όλα τα προϊόντα αυτού του project κατανέμονται σαν open-source Software και Hardware επιτρέποντας έτσι την παρασκευή για Arduino board και την διανομή τους από οποιονδήποτε.

Figure 9
Arduino Uno



Source: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Arduino_Uno_-_R3.jpg

Σχήμα 3.2: Εικόνα του Arduino Uno

Ο σχεδιασμός του board αυτού χρησιμοποιεί μια ποικιλία από μικροεπεξεργαστές. Αυτά τα συστήματα παρέχουν σύνολα από ψηφιακά και αναλογικά pins για είσοδο/έξοδο και τα οποία μπορούν να επεκταθούν χρησιμοποιώντας τα λεγόμενα «shields». Επίσης παρέχουν επικοινωνία μέσω USB για να φορτώνονται τα προγράμματα μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι μικροεπεξεργαστές κυρίως προγραμματίζονται σε C ή C++, για το λόγο ότι χρησιμοποιούνται οι παραδοσιακοί compilers το Project αυτό παρέχει ένα IDE για να σε βοηθήσει με την υλοποίηση και τον έλεγχο των προγραμμάτων σου.

3.1.3 ESP8266 Wi-Fi Module

Το ESP8266 (βλ. Σχήμα 3.2) είναι ένα χαμηλού κόστους Wi-Fi Chip το οποίο περιέχει πλήρης στοίβα TCP/IP και με ικανότητα MCU (Micro Controller Unit). Το module αυτό έχει κατασκευαστεί από μια κινέζικη εταιρεία στην Shanghai που ονομάζεται Espressif Systems.

Το chip αυτό έχει έρθει στην αντίληψη ανατολικών κατασκευαστών τον Αύγουστο του 2014 με το ESP-01 module. Αυτό το μικρό module επέτρεπε στους μικροελεκτές να συνδέονται σε Wi-Fi δίκτυα και να δημιουργούν απλά TCP/IP connections χρησιμοποιώντας Hayes-style εντολές. Ωστόσο ήταν αρκετά δύσκολο να χρησιμοποιηθεί λόγω του ότι δεν υπήρχε σχεδόν κανένα documentation με τις εντολές που δέχεται για το chip στην Αγγλική γλώσσα.

Figure 10
ESP8266 (ESP-01)



Source: [https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266_-_/media/File:ESP8266_E-01_\(top\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266_-_/media/File:ESP8266_E-01_(top).jpg)

Σχήμα 3.3: Εικόνα του ESP8266 01

Τον Οκτώβριο του 2014 η Espressif κυκλοφόρησε ένα SDK το οποίο επέτρεπε στο chip να προγραμματίζεται αφαιρώντας την ανάγκη για ένα ξεχωριστό μικροελεκτή. Από τότε η εταιρία αυτή έχει κυκλοφορήσει αρκετά επίσημα SDK. Εκτός από το αυθεντικό SDK έχει και εναλλακτικά τα οποία είναι ανοικτού πηγαίου κώδικα. Η λειτουργία κυρίως αυτών των SDK βασίζεται σε callbacks τα οποία εκτελούνται όταν υπάρχει κάποιο συμβάν ή παρατηρηθεί μία αλλαγή στις τιμές εισόδου του ESP. Η διάθεση του SDK σε ανοικτό πηγαίο κώδικα έχει βοηθήσει τους προγραμματιστές να αναπτύξουν διάφορες βιβλιοθήκες σε αρκετές από τις γλώσσες προγραμματισμού που υπάρχουν έτσι ώστε να μπορούμε να το προγραμματίζουμε στην γλώσσα στην οποία νοιώθουμε πιο άνετα ή γνωρίζουμε καλύτερα.

Μέχρι τώρα η εταιρεία έχει κατασκευάσει αρκετά κομμάτια τα οποία έχουν γίνει ευρέως γνωστά και χρησιμοποιούνται κυρίως για το Internet of Things. Λόγω του ότι οι απαιτήσεις των χρηστών για περισσότερη επεξεργαστική ισχύ και για την δυνατότητα να μπορούν να διαχειρίζονται περισσότερους αισθητήρες από τα ESP η εταιρεία έχει κατασκευάσει διαφορετικά είδη τέτοιων modules και συγκεκριμένα μέχρι σήμερα είναι 16, όπου το κάθε ένα από αυτά έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως η μνήμη και ο αριθμός των pins εισόδου και εξόδου.

3.2 Τεχνολογίες - Software

Για την υλοποίηση των δύο συστημάτων χρειάστηκε πρώτα να γίνει κάποια έρευνα σχετικά με το τι τεχνολογίες υπάρχουν τώρα και τι χρησιμοποιείτε περισσότερο. Επίσης, απαραίτητη ήταν και η εξακρίβωση κατά πόσο το software και οι διάφορες τεχνολογίες θα υποστηρίζονταν από το hardware και αν υπήρχαν τα απαραίτητα SDK για τον προγραμματισμό τους. Οι τεχνολογίες και το software που έχω επιλέξει για αυτήν την εργασία πιστεύω πως είναι από τα πιο σύγχρονα και τα πιο διαδεδομένα έξω στον κόσμο και ότι θα με βοηθήσουν να πετύχω τον στόχο μου.

3.2.1 Node.js

Το node.js είναι μια πλατφόρμα ανοικτού πηγαίου κώδικα η οποία μπορεί να υποστηρίζεται από όλα τα λειτουργικά συστήματα μέσα από την οποία χρησιμοποιώντας γλώσσα ιστού (JavaScript) μπορείς να δημιουργήσεις εφαρμογές για τους διακομιστές. Ιστορικά η JavaScript χρησιμοποιείται κυρίως για τις εφαρμογές πελάτη και τα script είναι ενσωματωμένα μέσα στις σελίδες και τα οποία τρέχουν στο πλοηγό του πελάτη κατά την φόρτωση μιας σελίδας.

Το Node.js έχει δημιουργηθεί από τον Ryan Dahl το 2009 και η αρχική του έκδοση υποστήριζε μόνο Linux και Mac OSX. Για την δημιουργία και για την συντήρηση του έργου δόθηκε χορηγία από την εταιρεία Joyent. Με την χρήση του Node.js μας παρέχεται η δυνατότητα γράφοντας JavaScript να δημιουργήσουμε εφαρμογές διακομιστών οι οποίες θα μπορούν να εκτελούνται από αυτούς για να παράγουν δυναμικό περιεχόμενο για τον ιστό πριν μια σελίδα να σταλεί στον πλοηγό του χρήστη.

Figure 11
Node.js



Source: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Node.js_logo.svg

Σχήμα 3.4: Λογότυπο του Node.js

Το Node.js δίνει μεγάλη έμφαση στην ασύγχρονη επικοινωνία και αυτό επιτυγχάνετε με την χρήση των συμβάντων που μας προσφέρει η JavaScript και είναι γνωστά με το όνομα callbacks. Η έμπνευση του Dahl προέκυψε κατά τη διάρκεια που ανέβαζε ένα αρχείο στην σελίδα του **Flickr** όταν παρατήρησε να εμφανίζεται στον πλοηγό του μια μπάρα προόδου η οποία δεν γνώριζε πόσα bytes από το αρχείο είχαν ανέβει στον εξυπηρετητή και έπρεπε να κάνει query σε αυτόν για να το μάθει.

Για να βοηθήσουν ακόμα περισσότερο τους προγραμματιστές με την χρήση του node.js το 2010 δημιούργησαν ένα package manager γνωστός με το όνομα NPM. Με την χρήση του NPM δίνεται η δυνατότητα στους προγραμματιστές να μπορούν εύκολα να κάνουν publish και να μοιράσουν κώδικα βιβλιοθηκών για το Node.js. Επίσης είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μπορείς εύκολα να εγκαθιστάς, να αναβαθμίζεις και να κάνεις απεγκατάσταση βιβλιοθήκες του Node.js.

3.2.2 MongoDB

Το MongoDB είναι ένα document-oriented database πρόγραμμα το οποίο προσφέρεται δωρεάν. Επίσης, είναι ανοικτού πηγαίου κώδικα και υποστηρίζει όλα τα λειτουργικά συστήματα. Κατηγοριοποιείται σαν ένα NoSQL database πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιεί έγγραφα σε μορφή JSON μαζί με σχήματα. Δημιουργήθηκε από την MongoDB Inc. το 2009 και αρχικός του σκοπός ήταν να χρησιμοποιηθεί σαν προϊόν για platform as a service.

Figure 12
MongoDB



Source: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/4/45/MongoDB-Logo.svg>

Σχήμα 3.5: Λογότυπο του MongoDB

Το MongoDB μας παρέχει αρκετές δυνατότητες οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν τους προγραμματιστές να πετύχουν αρκετά πράγματα. Κάποια από τα βασικότερα χαρακτηριστικά που διαθέτει είναι:

- Ad hoc queries: Το MongoDB υποστηρίζει πεδία, range queries και αναζητήσεις με τη χρήση κανονικών εκφράσεων. Τα queries μπορούν να ρυθμιστούν έτσι ώστε να επιστρέφουν ένα μέρος των αποτελεσμάτων με προκαθορισμένο μέγεθος καθώς και κάποια πεδία των documents.
- Indexing: Τα πεδία στα documents του MongoDB μπορούν να γίνουν indexed με primary ή secondary δείκτες κάνοντας έτσι την αναζήτηση ακόμη πιο γρήγορη.
- Replication: Το MongoDB παρέχει στα δεδομένα μας μεγάλη διαθεσιμότητα στα δεδομένα μας χρησιμοποιώντας αντίγραφα. Ένα replica set αποτελείται από δύο ή περισσότερα αντίγραφα των δεδομένων μας. Κάθε ένα από αυτά τα set μπορεί να δρα με τον ρόλο του primary ή του secondary σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Όλα τα διαβάσματα και τα γραψίματα που γίνονται από και προς τα δεδομένα μας πάντα από προεπιλογή γίνονται στο primary set. Όταν το primary set καταστραφεί τότε το σύστημα θα επιλέξει πιο από τα secondary sets θα γίνει το primary.
- Load Balancing: Το MongoDB ευρύνεται οριζόντια χρησιμοποιώντας **sharding**. Ο χρήστης επιλέγει ένα κλειδί το οποίο ονομάζεται shard key και καθορίζει πώς τα δεδομένα σε μία συλλογή θα κατανέμονται. Τα δεδομένα χωρίζονται σε σειρές με βάση το κλειδί και κατανέμονται στα διάφορα shards (το shard είναι ένας master με πολλά slaves). Αυτό επιτρέπει στο MongoDB να τρέχει σε πολλούς εξυπηρετητές επιτρέποντας το load balancing ή το duplicate των δεδομένων για να κρατήσουν το σύστημα ενεργό σε περίπτωση που υπάρχουν προβλήματα με το hardware.
- File Storage: Το MongoDB μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα file system με load balancing και data replication για την αποθήκευση των αρχείων. Η λειτουργία αυτή ονομάζεται Grid File System και εμπεριέχεται μαζί με το MongoDB. Το σύστημα αυτό διαιρεί το αρχείο σε κομμάτια ή chunks και αποθηκεύει κάθε ένα από αυτά τα chunks σαν διαφορετικό document.

3.2.3 AngularJS

Το AngularJS είναι ένα ανοικτού πηγαίου κώδικα web application framework το οποίο έχει δημιουργηθεί από την Google το 2010 και είναι γραμμένο σε JavaScript. Ο σκοπός του είναι να αντιμετωπίσει πολλές από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι προγραμματιστές οι οποίοι αναπτύσσουν single page applications.

Figure 13
AngularJS



Source: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/4/45/MongoDB-Logo.svg>

Σχήμα 3.6: Λογότυπο του AngularJS

Με την βοήθεια λοιπόν επιπλέον JavaScript components όπως είναι το Apache Cordova μπορείς επίσης να δημιουργήσεις cross-platform mobile εφαρμογές. Επίσης σκοπεύει στο να κάνει πιο εύκολη τη δημιουργία και τον έλεγχο τέτοιων εφαρμογών παρέχοντας ένα framework για client-side model-view-controller (MVC) και model-view-view-model (MVVM) αρχιτεκτονικών.

Ο τρόπος που λειτουργεί το AngularJS framework είναι ότι πρώτα διαβάζει τις σελίδες HTML, οι οποίες περιέχουν ενσωματωμένα custom tags χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια, ο διερμηνέας του AngularJS διερμηνεύει αυτά τα χαρακτηριστικά σαν directives για να δεσμεύσει το input ή το output της σελίδας σε ένα μοντέλο το οποίο αντιπροσωπεύεται από μια μεταβλητή JavaScript. Οι τιμές της μεταβλητής αυτής μπορούν να αλλάξουν μέσα από τον κώδικα ή να παραληφθούν από δυναμικά ή στατικά JSON δεδομένα.

Κεφάλαιο 4

Σχεδιασμός και Υλοποίηση

4.1 Προδιαγραφές Συστημάτων	30
4.1.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	30
4.1.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	31
4.2 Προσέγγιση	31

4.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	32
4.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	34
4.3 Υλοποίηση	36
4.3.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	36
4.3.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	53

4.1 Προδιαγραφές Συστημάτων

Η υλοποίηση των δύο συστημάτων σε αυτή την εργασία είναι βασισμένη πάνω σε κάποιες προδιαγραφές οι οποίες τέθηκαν με την ανάληψη του θέματος και δεν αφορούν μόνο τεχνικά κομμάτια. Λόγω του ότι η εργασία αυτή έχει δύο κομμάτια η ανάλυση των προδιαγραφών θα γίνει σε δύο υποκατηγορίες.

4.1.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού

Οι προδιαγραφές οι οποίες τέθηκαν για την λύση αυτού το προβλήματος και οι οποίες έχουν ληφθεί υπόψιν κατά την υλοποίηση είναι οι ακόλουθες:

- Χαμηλό κόστος: Μία από τις πιο σημαντικές προδιαγραφές για αυτό το σύστημα είναι να έχει χαμηλό κόστος έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα όλων των οικονομικών ομάδων χωρίς να επιβαρύνονται αρκετά.
- Επεκτασιμότητα: Το σύστημα αυτό πρέπει να μπορεί να είναι επεκτάσιμο έτσι ώστε να προθέτονται καινούρια πράγματα με ευκολία χωρίς μεγάλες αλλαγές.
- Ευελιξία: Είναι απαραίτητο το σύστημα μας να είναι ευέλικτο έτσι ώστε να μπορεί να υποστηρίζει διάφορα είδη αισθητήρων και να μπορούμε εύκολα να τους διαχειριζόμαστε.
- Ευχρηστία: Ακόμη μία βασική προϋπόθεση για αυτό το σύστημα είναι η ευχρηστία. Δηλαδή πρέπει να είναι υλοποιημένο με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις να μπορεί να το χρησιμοποιήσει για να κάνει την ζωή του ευκολότερη.

4.1.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου

- Ευχρηστία: Μια βασική προϋπόθεση για αυτό το σύστημα είναι η ευχρηστία. Δηλαδή πρέπει να είναι υλοποιημένο με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις να μπορεί να το χρησιμοποιήσει. Επίσης θα πρέπει να

παρέχει την κατάλληλη διεπαφή για να μπορεί ο χρήστης να διαχειρίζεται τα άτομα τα οποία έχουν πρόσβαση στο σύστημα.

- Μικρό σφάλμα: Ακόμη μια σημαντική προδιαγραφή είναι το σφάλμα. Το σύστημα αυτό πρέπει να έχει μικρό σφάλμα για το λόγο ότι δεν θέλουμε να επιτρέπει την είσοδο σε άτομα τα οποία δεν είναι εξουσιοδοτημένα. Για αυτό το λόγο όπως θα δούμε στην προσέγγιση έγινε μια καλύτερη επιλογή για τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα αυτό θα κάνει την αναγνώριση του προσώπου και θα επιτρέπει ή όχι την είσοδο στο σπίτι.
- Επεκτασιμότητα: Το σύστημα αυτό πρέπει να μπορεί να είναι επεκτάσιμο έτσι ώστε να προθέτονται καινούρια πράγματα με ευκολία χωρίς μεγάλες αλλαγές.

4.2 Προσέγγιση

Αφού έχουμε αναλύσει τις προδιαγραφές των συστημάτων τώρα θα γίνει μια περιγραφή για την προσέγγιση προς την υλοποίηση του project αυτού καθώς επίσης τα προβλήματα τα οποία έχουν προκύψει και τον τρόπο που επέλεξα για να λύσω τα προβλήματα αυτά. Μέσα από αυτές τις προσεγγίσεις έγινε προσπάθεια έτσι ώστε να τηρούνται οι προδιαγραφές των δύο συστημάτων όσο γίνεται περισσότερο. Για το λόγο ότι η πτυχιακή εργασία είχε δύο κομμάτια θα κάνω την προσέγγιση σε δύο υποκατηγορίες. Δηλαδή μια υποκατηγορία για το σύστημα του Έξυπνου Σπιτιού και μια για το σύστημα ελέγχου εισόδου με την αναγνώριση προσώπου.

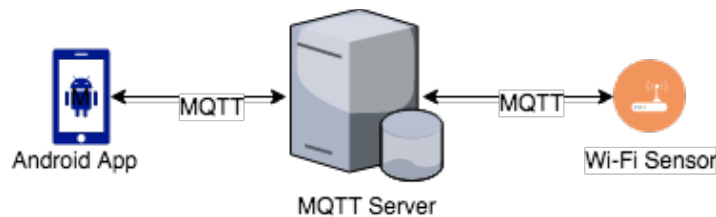
4.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού

Αρχικά αφού γνώριζα τι ήθελα να κάνω και ποιοι ήταν οι στόχοι αυτής της εργασίας έπρεπε να βρω τι τεχνολογίες να χρησιμοποιήσω. Μετά από αρκετές μέρες έρευνας κατάφερα να καταλήξω στις τεχνολογίες και στο υλικό που έχω περιγράψει στο προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. Κεφάλαιο 3). Στη συνέχεια, έκανα ένα σχέδιο του συστήματος το οποίο θα ήθελα να δημιουργήσω μαζί με τους κόμβους που θα το αποτελούσαν (βλ. Σχήμα 4.1). Από το Σχήμα 4.1 βλέπουμε ότι υπάρχουν 3 συστατικά για αυτό το σύστημα, υπάρχει η εφαρμογή η οποία θα έχει τον έλεγχο και την επίβλεψη του συστήματος, τον ασύρματο αισθητήρα ο οποίος θα αποστέλλει τα δεδομένα στην εφαρμογή και τέλος τον MQTT Server ο οποίος είναι ο μεσολαβητής μεταξύ της εφαρμογής και του αισθητήρα.

Έτσι λοιπόν άρχισα την υλοποίηση του συστήματος. Πρώτα ανάλαβα τον προγραμματισμό του ESP το οποίο είναι υπεύθυνο για να αποστέλλει τα δεδομένα των αισθητήρων μέσα από Wi-Fi προς την εφαρμογή με την χρήση MQTT. Για να συνδεθεί λοιπόν το module με το Wi-Fi πρέπει με κάποιο τρόπο να βάζεις το SSID και τον κωδικό του Wi-Fi Access Point κάτι το οποίο θα ήταν αρκετά δύσκολο γιατί ο χρήστης χρειάζεται κάτι που θα του ευκολύνει την ζωή και όχι το αντίθετο.

Figure 14

Σχέδιο Συστήματος



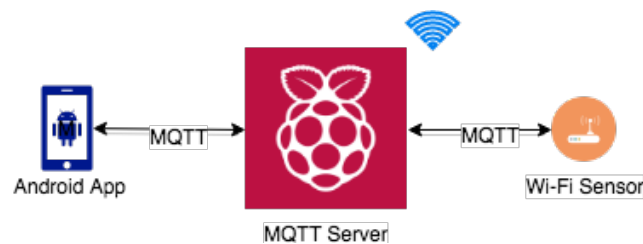
Source: <https://www.draw.io/>

Σχήμα 4.1: Πρώτη Προσέγγιση

Η λύση σε αυτό το πρόβλημα έρχεται με την δεύτερη προσέγγιση (βλ. Σχήμα 4.2) κατά την οποία έχουμε το Raspberry Pi να έχει διπλό ρόλο. Λειτουργεί σαν MQTT Server και σαν Wi-Fi Access Point για τους αισθητήρες. Με αυτό τον τρόπο οι αισθητήρες θα είναι προγραμματισμένοι έτσι ώστε να έχουν το SSID και τον κωδικό με βάση την ρύθμιση του Raspberry Pi και η οποία δεν θα αλλάζει.

Figure 15

Σχέδιο Συστήματος



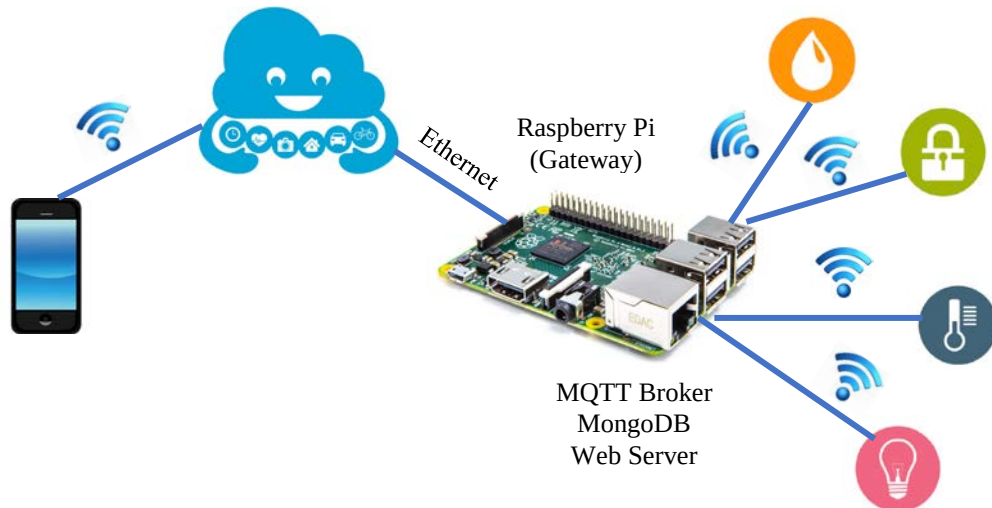
Source: <https://www.draw.io/>

Σχήμα 4.2: Δεύτερη Προσέγγιση

Τώρα το πρόβλημα με τους αισθητήρες και το Wi-Fi έχει λυθεί όμως για να μπορεί το σύστημα να είναι ευέλικτο και να μπορεί να υποστηρίξει αρκετούς χρήστες αν ο κάθε ένας έχει το δικό του σύστημα θα πρέπει με κάποιο τρόπο να υπάρχει δυνατότητα για

δημιουργία χρηστών. Επίσης θα πρέπει ο κάθε χρήστης να μπορεί να βλέπει τα δεδομένα από τους δικούς του αισθητήρες και όχι οποιουσδήποτε άλλους και να μπορεί να προσθέτει αισθητήρες όταν το επιθυμεί. Συνεπώς για την επίλυση των προβλημάτων αυτών προέκυψε η τρίτη προσέγγιση η οποία αποτελεί και την αρχιτεκτονική του συστήματος αυτού(βλ. Σχήμα 4.3).

Figure 16
Smart Home Architecture



Source: <http://projectknightsec.com/wp-content/uploads/2016/03/smart-home.jpg>, <http://www.soserasmus.com/wp-content/uploads/2016/09/logo-internet-sem-fio1.png>, <http://www.iottechworld.com/content/dam/iottechworld/2014/07/cloud computing and iot.jpg>

Σχήμα 4.3: Τρίτη Προσέγγιση (Αρχιτεκτονική Smart Home)

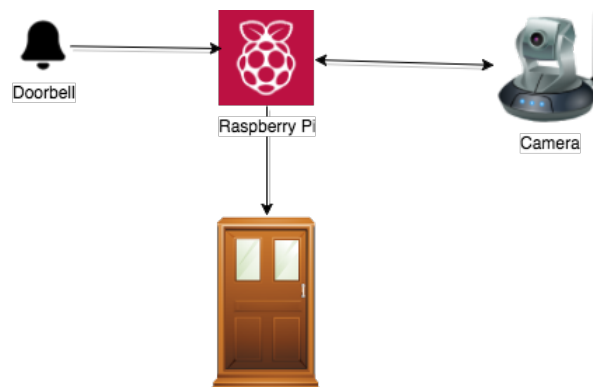
Χρησιμοποιώντας αυτή την προσέγγιση ως την αρχιτεκτονική του συστήματος για αυτή την εργασία καταφέρνουμε με την δημιουργία Web Server στο Raspberry Pi και την τοποθέτηση βάσης δεδομένων για την αποθήκευση των δεδομένων να έχουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα το οποίο θα μπορεί να υποστηρίξει διάφορους χρήστες. Ο λόγος είναι ότι με τη χρήση της αρχιτεκτονικής REST δημιουργήθηκε ένα API το οποίο θα βοηθήσει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους, να μπορούν να ελέγχουν μόνο τους αισθητήρες που διαθέτουν και όχι των υπολοίπων και να κάνουν ταυτοποίηση με τα στοιχεία τους έτσι ώστε να υπάρχει κάποιο είδος ασφάλειας. Την ακριβή υλοποίηση του συστήματος καθώς και το πως μπορεί ο χρήστης να το χρησιμοποιήσει θα τα δούμε στην συνέχεια σε αυτό το κεφάλαιο.

4.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου

Αυτό το σύστημα είναι υπεύθυνο να ανοίγει την πόρτα στα άτομα τα οποία ο ίδιος ο ιδιοκτήτης έχει δώσει πρόσβαση. Για να γίνει αυτό χρειάζεται να γίνεται κάποια αναγνώριση προσώπου και αν το πρόσωπο αυτό είναι στην λίστα με τα άτομα τα οποία έχουν πρόσβαση τότε θα του ανοίγει την πόρτα για να περάσει αλλιώς δεν θα του επιτρέπεται η είσοδος. Αρχικά έπρεπε να βρω με ποιον τρόπο θα γίνεται η αναγνώριση προσώπου για να γνωρίζει το σύστημα πότε να ανοίγει η πόρτα και πότε όχι. Μετά από αρκετή έρευνα βρήκα κάποιες βιβλιοθήκες στην Python και το OpenCV οι οποίες βοηθούν στο να γίνεται κάποια επεξεργασία στην εικόνα. Έτσι προέκυψε η πρώτη προσέγγιση (βλ. Σχήμα 4.4) κατά την οποία ο επισκέπτης πατώντας το κουμπί για το κουδούνι της πόρτας ενεργοποιεί την Camera μέσω του Raspberry Pi και βγάζει μια φωτογραφία. Ακολούθως αυτή η φωτογραφία επεξεργάζεται στο Raspberry Pi και αν το πρόσωπο το οποίο παρουσιάζεται στην φωτογραφία έχει πρόσβαση τότε το Raspberry Pi δίνει εντολή στην πόρτα για να ξεκλειδώσει. Για να γίνει η αναγνώριση του προσώπου ο χρήστης θα πρέπει προηγουμένως να εισάγει στο σύστημα κάποιες φωτογραφίες των προσώπων τα οποία θα τους επιτρέπετε η πρόσβαση από το σύστημα. Αυτή η προσέγγιση μετά από αρκετές δοκιμές είχε κάποια σοβαρά προβλήματα. Ένα από αυτά ήταν ο μεγάλος αριθμός σφάλματος στην αναγνώριση προσώπου και αρκετές φορές επέτρεπε την είσοδο σε άτομα τα οποία δεν τους επιτρεπόταν να περάσουν. Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα ήταν η δυσκολία στην αναγνώριση του σωστού προσώπου, δηλαδή παρουσίαζε ένα πρόσωπο που είχε πρόσβαση σαν ένα άλλο πρόσωπο που είχε πρόσβαση.

Figure 17

Σχέδιο Συστήματος



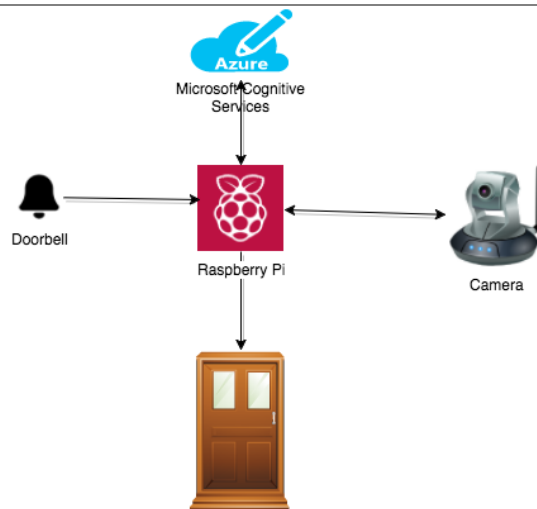
Source: <https://www.draw.io/>

Σχήμα 4.4: Πρώτη Προσέγγιση

Για την επίλυση λοιπόν των προβλημάτων αυτών έπρεπε να βρω ένα διαφορετικό τρόπο για να γίνεται η αναγνώριση προσώπου ο οποίος θα ήταν πιο ακριβής και θα είχε λιγότερο ποσοστό σφάλματος. Έτσι λοιπόν άρχισα ξανά την έρευνα για να βρω ένα εναλλακτικό τρόπο αναγνώρισης προσώπου. Μετά από αρκετό καιρό βρήκα μια cloud υπηρεσία της Microsoft η οποία προσφέρει διάφορα API τα οποία σε βοηθούν να κάνεις κάποιες αναλύσεις για εικόνες, βίντεο, ήχο και πολλά άλλα και να παράγεις κάποια δεδομένα. Η υπηρεσία αυτή ονομάζεται Microsoft Cognitive Services και το API το οποίο μας επιτρέπει την αναγνώριση προσώπων είναι το Face API. Συνεπώς, με την χρήση αυτής της υπηρεσίας προέκυψε η δεύτερη προσέγγιση η οποία αποτελεί και την αρχιτεκτονική του συστήματος αυτού.

Παρατηρώντας το Σχήμα 4.5 βλέπουμε ότι έχει τοποθετηθεί ένα νέο στοιχείο σε αυτό το σύστημα το οποίο θα μας επιτρέπει η επεξεργασία της εικόνας και η αναγνώριση του προσώπου να γίνεται με περισσότερη ακρίβεια δίνοντας μας έτσι καλύτερα αποτελέσματα. Άρα λοιπόν, ο επισκέπτης πατώντας το κουμπί για το κουδούνι ενεργοποιεί την Camera μέσω του Raspberry Pi για να βγάλει την φωτογραφία, στη συνέχεια η φωτογραφία αποστέλλεται στην υπηρεσία αυτή η οποία κάνει την αναγνώριση μέσω κάποιας λίστας με πρόσωπα τα οποία τους έχουμε δώσει πρόσβαση και αν είναι επιτυχής το Raspberry Pi στέλνει εντολή στην πόρτα να ανοίξει. Για την διαχείριση των προσώπων τα οποία δίνεται πρόσβαση για είσοδο στο σύστημα έχει δημιουργηθεί ένα Interface μέσα από το οποίο ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί τα πρόσωπα τα οποία έχουν πρόσβαση. Την ακριβή υλοποίηση του συστήματος καθώς και το πως μπορεί ο χρήστης να το χρησιμοποιήσει θα τα δούμε στην συνέχεια σε αυτό το κεφάλαιο.

Figure 18
Σχέδιο Συστήματος



Source: <https://www.draw.io/>

Σχήμα 4.5: Δεύτερη Προσέγγιση (Αρχιτεκτονική Συστήματος)

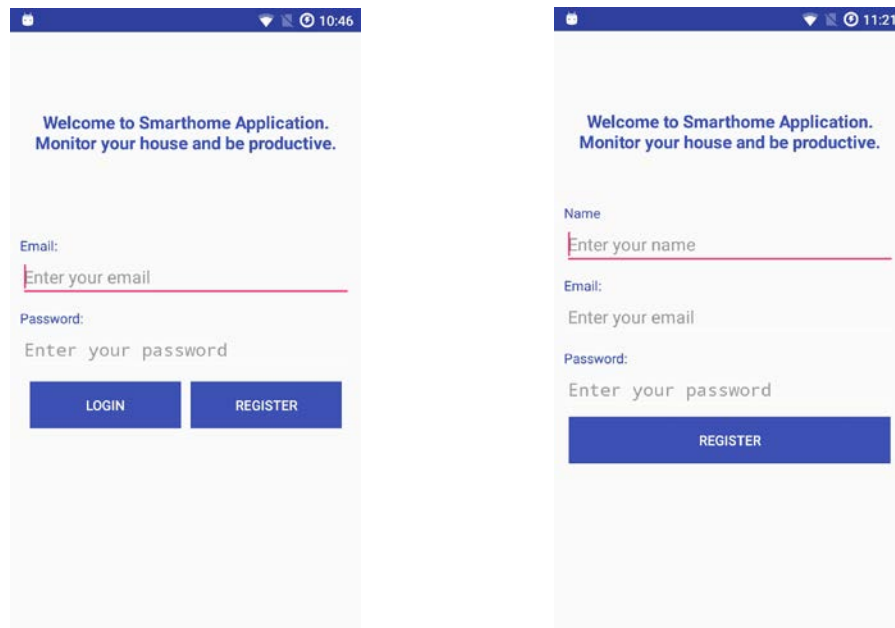
4.3 Υλοποίηση

Τώρα θα γίνει η ανάλυση για την υλοποίηση του project αυτού καθώς επίσης και παρουσίαση των εφαρμογών και του τρόπου με τους οποίους μπορεί ο χρήστης να τις χρησιμοποιήσει. Για το λόγο ότι η πτυχιακή εργασία είχε δύο κομμάτια θα κάνω την ανάλυση αυτή σε δύο υποκατηγορίες. Δηλαδή μια υποκατηγορία για το σύστημα του Έξυπνου Σπιτιού και μια για το σύστημα ελέγχου εισόδου με την αναγνώριση προσώπου.

4.3.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού

Αρχίζοντας θα αναλύσουμε την υλοποίηση και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή για το έξυπνο σπίτι. Η εφαρμογή αυτή είναι υλοποιημένη με γλώσσα Java με την βοήθεια του Android Studio IDE και εγκαθιστάτε σε έξυπνα τηλέφωνα τα οποία έχουν λειτουργικό Android το οποίο είναι ανοικτού κώδικα και διανέμεται από την Google. Η εφαρμογή αυτή για να λειτουργήσει απαιτεί την σύνδεση του χρήστη στο διαδίκτυο για να μπορεί να λαμβάνει τα δεδομένα από τις διάφορες συσκευές.

Figure 19



Source: Εφαρμογή SmartHome

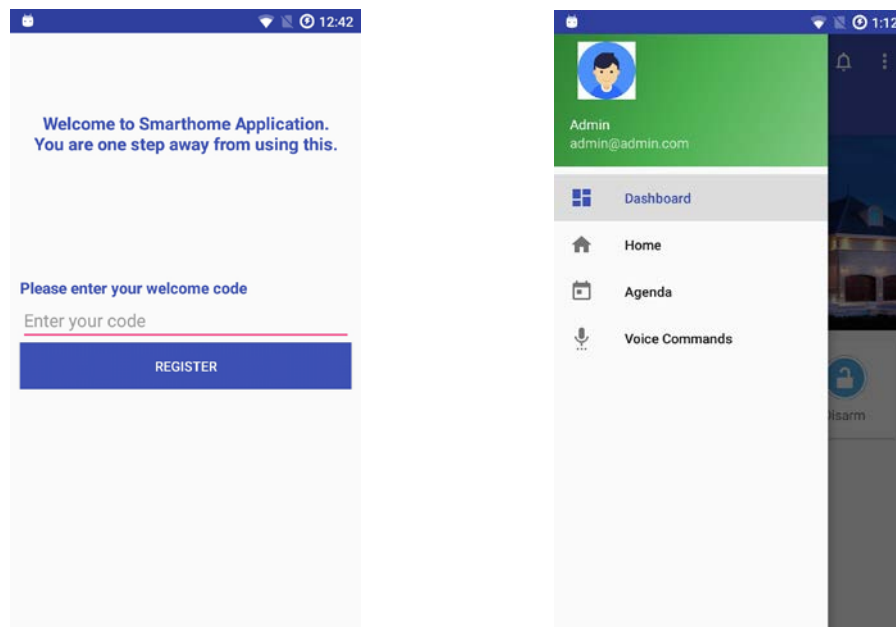
Σχήμα 4.6: Διεπαφές Εισόδου και Εγγραφής

Με το άνοιγμα της εφαρμογής από ένα καινούριο χρήστη θα εμφανιστεί στην οθόνη του η διεπαφή εισόδου (βλ. Σχήμα 4.6 αριστερή εικόνα) η οποία θα ζητά τα στοιχεία του λογαριασμού του χρήστη για να μπορεί να συνδεθεί στο σύστημα. Αν ο χρήστης δεν έχει κάποιο λογαριασμό στο σύστημα του δίνεται η επιλογή να δημιουργήσει ένα λογαριασμό (βλ. Σχήμα 4.6 δεξιά εικόνα). Η δημιουργία του λογαριασμού είναι αρκετά εύκολη και δεν ζητά από τον χρήστη πολλά στοιχεία για το λόγο ότι σκοπός μας δεν είναι να συλλέγουμε δεδομένα από τον χρήστη. Τα στοιχεία που χρειάζονται για την δημιουργία του λογαριασμού είναι το όνομα του χρήστη, το ηλεκτρονικό του ταχυδρομείο και ο κωδικός σύνδεση. Όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί σύνδεση γίνονται κάποια αιτήματα στον εξυπηρετητή του συστήματος ο οποίος θα ελέγξει την ταυτότητα του χρήστη από την βάση δεδομένων για να του επιτραπεί η πρόσβαση. Αν ο χρήστης πατήσει το κουμπί εγγραφής θα ελέγξει αν τα στοιχεία είναι ορθά και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο δεν είναι καταχωρημένο ξανά και θα δημιουργήσει καινούριο λογαριασμό στην βάση δεδομένων.

Αν ο χρήστης χρησιμοποιεί για πρώτη φορά την εφαρμογή θα τον οδηγήσει στην διεπαφή ενεργοποίησης Hub (βλ. Σχήμα 4.7 αριστερή εικόνα) κατά την οποία θα πρέπει να εισάγει τον κωδικό του Hub (Raspberry Pi) ο οποίος αναγράφεται ως «Κωδικός

Καλωσορίσματος» και έχει μήκος 8 χαρακτήρων, για να μπορεί να ενεργοποιήσει την συσκευή του. Ο κωδικός αυτός είναι μοναδικός για κάθε συσκευή και επιτρέπει στον χρήστη να μπορεί να διαχειρίζεται τους διάφορους αισθητήρες και να ελέγχει το σύστημα. Αν ο χρήστης έχει ήδη ενεργοποιήσει το Hub τότε θα τον μεταφέρει στην κυρίως διεπαφή. Όταν πατήσει στο κουμπί εγγραφή θα γίνει αίτημα προς τον εξυπηρετητή ο οποίος θα κάνει έλεγχο στην βάση δεδομένων για την εγκυρότητα αυτού του κωδικού και κατά πόσον δεν έχει ήδη ενεργοποιηθεί από άλλο άτομο και μετά θα τον οδηγήσει στην κυρίως διεπαφή.

Figure 20



Διεπαφές Εφαρμογής

Source: Εφαρμογή SmartHome

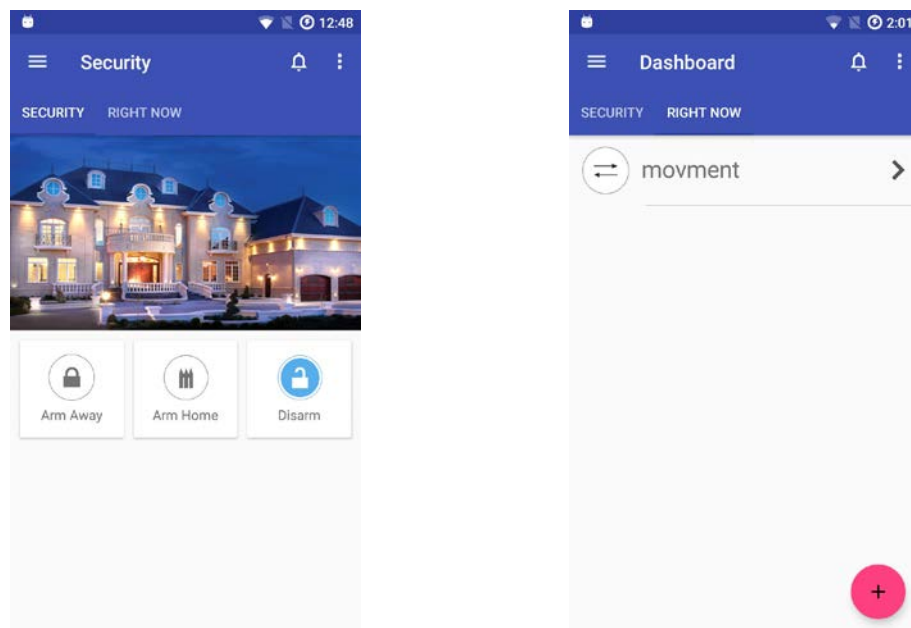
Σχήμα 4.7: Διεπαφές Ενεργοποίησης Hub και Μενού Πλοήγησης

Το μενού πλοήγησης (βλ. Σχήμα 4.7 δεξιά εικόνα) θα είναι προσβάσιμο από όλη την εφαρμογή μετά από την είσοδο μας στο σύστημα. Στο επάνω μέρος παρουσιάζετε μία φωτογραφία για το προφίλ μας. Κάτω από αυτήν εμφανίζονται τα στοιχεία μας όπως το όνομα μας και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο τα οποία εισαγάγαμε κατά τη δημιουργία του λογαριασμού μας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε υπάρχουν 4 κατηγορίες για να προηγηθούμε. Η πρώτη κατηγορία είναι το Dashboard και αφορά την γενική ασφάλεια του σπιτιού μαζί με τους αισθητήρες για την ασφάλεια. Η δεύτερη κατηγορία είναι το Home και αφορά γενικά τους χώρους του σπιτιού με τον κάθε αισθητήρα στον

χώρο του. Η τρίτη κατηγορία είναι η Agenda όπου αφορά τις διάφορες προγραμματισμένες διεργασίες που έχουμε βάλει να εκτελούνται και η τέταρτη κατηγορία είναι τα Voice Commands όπου εκεί ο χρήστης μπορεί να δώσει φωνητικές εντολές για την εκτέλεση κάποιων διεργασιών και την αλληλεπίδραση του με το σύστημα. Για όλες τις πιο πάνω κατηγορίες που αναφέρθηκαν θα γίνει περαιτέρω ανάλυση και αναφορά πιο κάτω.

Figure 21

Διεπαφές Εφαρμογής



Source: Εφαρμογή SmartHome

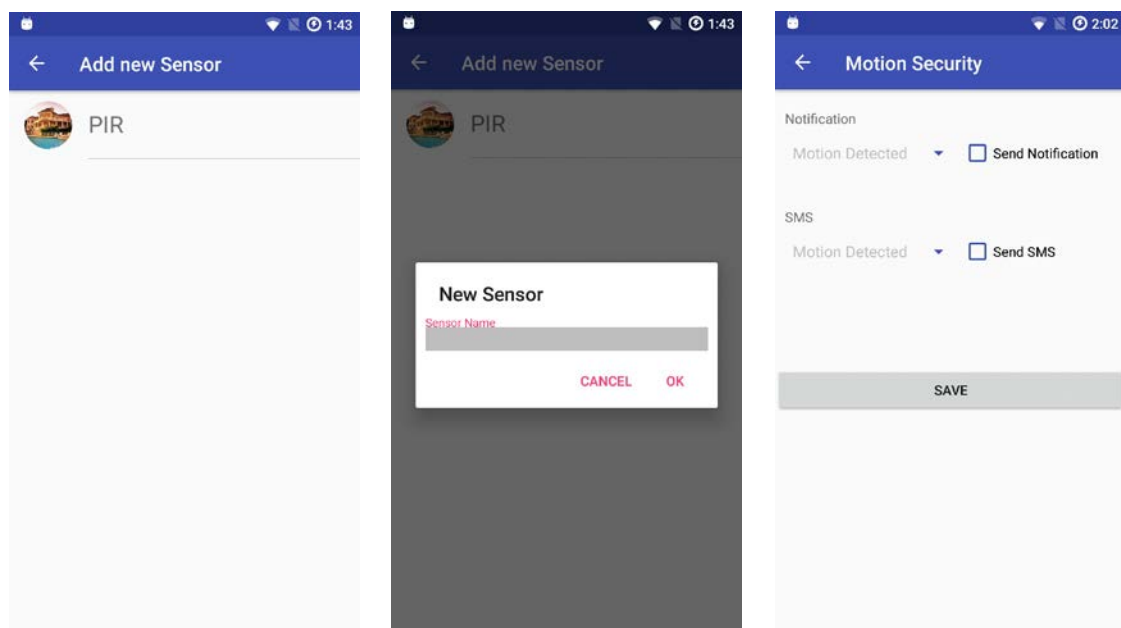
Σχήμα 4.8: Διεπαφές κατηγορίας Dashboard

Στην κατηγορία Dashboard υπάρχουν δύο κύριες διεπαφές (βλ. Σχήμα 4.8) η πρώτη διεπαφή (αριστερή εικόνα) αφορά τον έλεγχο των αισθητήρων που είναι υπεύθυνοι για την ασφάλεια του σπιτιού. Υπάρχουν 3 επιλογές σε αυτήν την κατηγορία. Η πρώτη επιλογή είναι το Arm Away. Ενεργοποιώντας αυτή την επιλογή όλοι οι αισθητήρες που αφορούν την ασφάλεια είναι σε λειτουργία και μπορούν να ανιχνεύουν παραβιάσεις στον χώρο του σπιτιού. Η δεύτερη επιλογή είναι το Arm Home και αυτό μπορεί να ενεργοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου ο ιδιοκτήτης βρίσκεται στο σπίτι. Με την ενεργοποίηση της επιλογής αυτής κάποιοι από τους αισθητήρες οι οποίοι βρίσκονται στο μέσα στο σπίτι σταματούν να ανταποκρίνονται στις διάφορες εναλλαγές. Η τρίτη και τελευταία επιλογή είναι η Disarm η οποία όταν ενεργοποιηθεί αποτρέπει τους

αισθητήρες από το να ανταποκρίνονται στις διάφορες εναλλαγές που ανιχνεύουν. Όταν επιλεγθεί μια από τις τρεις επιλογές αποστέλλεται αίτημα στον εξυπηρετητή ο οποίος αλλάζει την κατάσταση στην βάση δεδομένων για τον εκάστοτε χρήστη. Σε περίπτωση που ένας αισθητήρας εντοπίσει δεχθεί κάποια εναλλαγή ελέγχει την κατάσταση και ανάλογα ενημερώνει ή όχι για την αλλαγή.

Η δεύτερη διεπαφή (δεξιά εικόνα) μας δείχνει την τρέχουσα κατάσταση για τον κάθε αισθητήρα ο οποίος ανήκει στους αισθητήρες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την ασφάλεια. Και στις δύο διεπαφές υπάρχει ένα εικονίδιο στο πάνω μέρος το οποίο όταν πατηθεί οδηγεί στην διεπαφή των ειδοποιήσεων. Όταν υπάρχει καινούρια ειδοποίηση γίνεται πορτοκαλί. Την διεπαφή των ειδοποιήσεων θα την δούμε στη συνέχεια. Όταν πατήσεις το βελάκι που βρίσκεται στην δεξιά μεριά του αισθητήρα τότε ανοίγει η διεπαφή η οποία επιτρέπει να ρυθμίσουμε την ενέργεια την οποία μπορεί να κάνει ο αισθητήρας όταν βρεθεί σε κάποια κατάσταση (βλ. Σχήμα 4.9 δεξιά εικόνα). Επίσης υπάρχει και ένα κυκλικό κουμπί στο κάτω μέρος της διεπαφή το οποίο μας οδηγεί στην διεπαφή στην οποία μπορούμε να προσθέσουμε καινούριο αισθητήρα (βλ. Σχήμα 4.9 αριστερή και μεσαία εικόνα).

Figure 22
Διεπαφές Εφαρμογής



Source: Εφαρμογή SmartHome

Σχήμα 4.9: Διεπαφές για εισαγωγή και λειτουργίες αισθητήρων

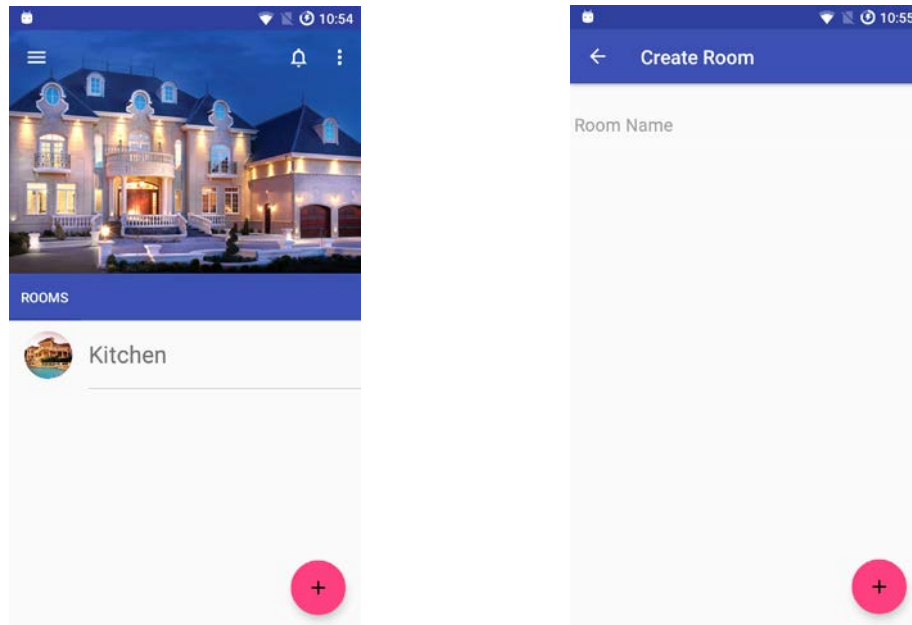
Για την εισαγωγή καινούριου αισθητήρα, τοποθετούμε τις μπαταρίες και ανάβει. Με το που ανάβει ο αισθητήρας στέλνει ένα μήνυμα με το id του και τον τύπο του στον εξυπηρετητή. Αν ο αισθητήρας δεν είναι καινούριος, ο εξυπηρετητής του αποστέλλει μήνυμα ότι μπορεί να αρχίσει την αποστολή δεδομένων διαφορετικά περιμένει από τον χρήστη να τον εισάξει στο σύστημα. Στη συνέχεια ανοίγουμε την διεπαφή προσθήκης καινούριου αισθητήρα η οποία θα αποστείλει αίτημα στον χρήστη για να τις δώσει τα στοιχεία των αισθητήρων οι οποίοι μπορούν να υποστηρίξουν το σύστημα ασφαλείας και δεν είναι ήδη σε χρήση και τους εμφανίζει στην οθόνη (αριστερή εικόνα). Πατώντας πάνω στον αισθητήρα για να τον κάνουμε εισαγωγή μας εμφανίζει ένα παράθυρο στο οποίο πρέπει να δώσουμε όνομα στον αισθητήρα για να γνωρίζουμε ποιος είναι (μεσαία εικόνα) και πατάμε το «OK» για να γίνει η καταχώρηση στον εξυπηρετητή.

Η διεπαφή η οποία μας επιτρέπει να βάλουμε κάποιες ενέργειες στον αισθητήρα σε περίπτωση που γίνει κάποια εναλλαγή στην κατάσταση του (δεξιά εικόνα) έχει δύο επιλογές. Υπάρχει η επιλογή για αποστολή κάποιας ιδιοποίησης σε περίπτωση που ο συγκεκριμένος αισθητήρας (π.χ. ανίχνευσης κίνησης) ανιχνεύσει ή σταματήσει να ανιχνεύει κίνηση. Επίσης μας δίνεται και η δυνατότητα να επιλέξουμε εκτός από την ιδιοποίηση να λάβουμε και κάποιο μήνυμα στο τηλέφωνό μας. Αν επιλέξουμε κάποια λειτουργία από αυτές αποστέλλετε στον εξυπηρετητή ένα αίτημα το οποίο καταγράφει τι πρέπει να γίνει αν κάποιος από αυτούς τους αισθητήρες υποστεί κάποια εναλλαγή στην κατάστασή του. Αν γίνει κάποια εναλλαγή τότε θα ζητήσει από τον εξυπηρετητή να του πει αν πρέπει να πάρει κάποια απόφαση και αν ναι θα την κάνει.

Η επόμενη κατηγορία είναι το Home (βλ. Σχήμα 4.10). Μέσα σε αυτή την κατηγορία ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει διάφορα δωμάτια (βλ. Σχήμα 4.10 αριστερή εικόνα) για να μπορεί να τοποθετήσει τους αισθητήρες του. Με αυτόν τον τρόπο θα είναι πιο οργανωμένοι οι αισθητήρες και θα μπορεί εύκολα να τους διαχειριστεί. Παρατηρώντας την διεπαφή στην αριστερή εικόνα υπάρχει ένα εικονίδιο στο πάνω μέρος το οποίο όταν πατηθεί οδηγεί στην διεπαφή των ειδοποιήσεων. Όταν υπάρχει καινούρια ειδοποίηση γίνεται πορτοκαλί. Την διεπαφή των ειδοποιήσεων θα την δούμε στη συνέχεια. Επίσης υπάρχει και ένα κυκλικό κουμπί στο κάτω μέρος της διεπαφή το οποίο μας οδηγεί στην

διεπαφή στην οποία μπορούμε να προσθέσουμε καινούριο αισθητήρα (βλ. Σχήμα 4.10 δεξιά εικόνα). Για την εισαγωγή καινούριου δωματίου το μόνο που χρειάζεται είναι να δώσουμε ένα όνομα και μετά να πατήσουμε το κουμπί που βρίσκεται κάτω αριστερά στην διεπαφή. Έτσι θα γίνει αίτημα στον εξυπηρετητή για να δημιουργηθεί το δωμάτιο στο προφίλ του χρήστη.

Figure 23



Διεπαφές Εφαρμογής

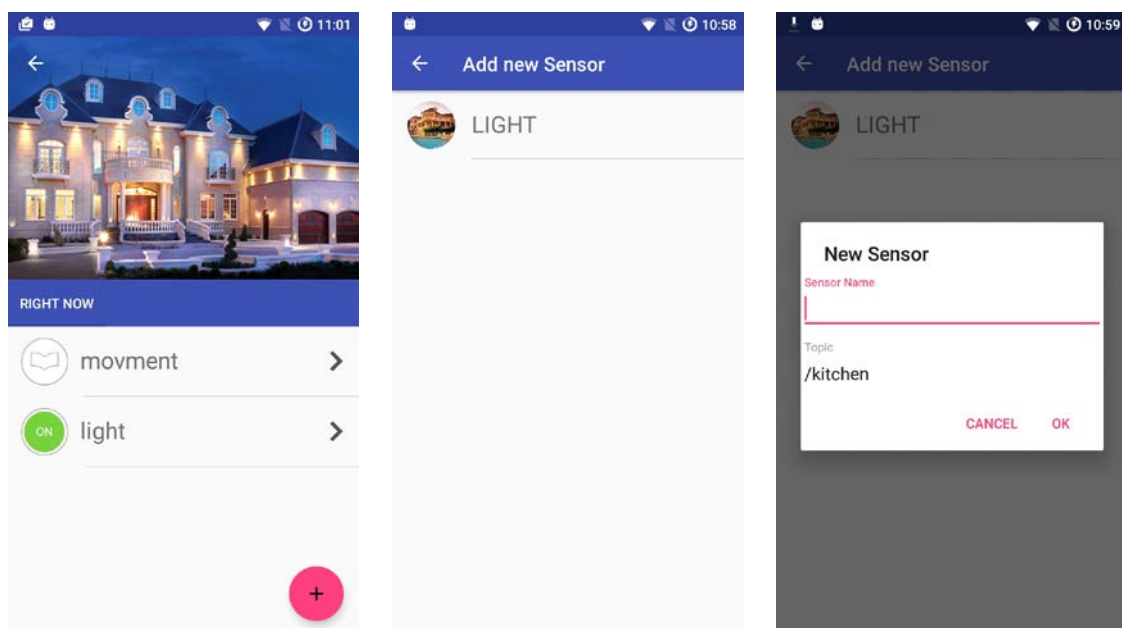
Source: Εφαρμογή SmartHome

Σχήμα 4.10: Διεπαφές κατηγορίας Home

Πατώντας πάνω στο όνομα του δωματίου από την διεπαφή (βλ. Σχήμα 4.10 αριστερή εικόνα) θα μεταφερθούμε στη διεπαφή μέσα από την οποία μπορούμε να αλληλεπιδρούμε με τους αισθητήρες (βλ. Σχήμα 4.11). Στην αριστερή εικόνα μπορούμε να δούμε τους αισθητήρες τους οποίους έχουμε στο δωμάτιο καθώς και την τρέχουσα κατάστασή τους. Σε κάποιους αισθητήρες όπως είναι αυτός που ανάβει και σβήνει το φως μπορούμε να πατήσουμε πάνω στο εικονίδιο με την τρέχουσα κατάσταση για να την αλλάξουμε. Πατώντας το εικονίδιο στέλνεται ένα μήνυμα με MQTT στον αισθητήρα και αυτός αλλάζει την κατάσταση του. Αν η αλλαγή είναι επιτυχής τότε αποστέλλει την καινούρια του κατάσταση και αλλάζει το εικονίδιο στην εφαρμογή. Η επικοινωνία αυτή γίνεται σε πραγματικό χρόνο.

Για την εισαγωγή καινούριου αισθητήρα, τοποθετούμε τις μπαταρίες και ανάβει. Με το που ανάβει ο αισθητήρας στέλνει ένα μήνυμα με το id του και τον τύπο του στον εξυπηρετητή. Αν ο αισθητήρας δεν είναι καινούριος, ο εξυπηρετητής του αποστέλλει μήνυμα ότι μπορεί να αρχίσει την αποστολή δεδομένων διαφορετικά περιμένει από τον χρήστη να τον εισάξει στο σύστημα. Στη συνέχεια ανοίγουμε την διεπαφή προσθήκης καινούριου αισθητήρα η οποία θα αποστείλει αίτημα στον χρήστη για να τις δώσει τα στοιχεία των αισθητήρων οι οποίοι μπορούν να υποστηρίξουν το σύστημα ασφαλείας και δεν είναι ήδη σε χρήση και τους εμφανίζει στην οθόνη (μεσαία εικόνα). Πατώντας πάνω στον αισθητήρα για να τον κάνουμε εισαγωγή μας εμφανίζει ένα παράθυρο στο οποίο πρέπει να δώσουμε όνομα στον αισθητήρα για να γνωρίζουμε ποιος είναι (δεξιά εικόνα), καθώς επίσης σε πια κατηγορία θα κάνουν subscribe οι αισθητήρες για να αποστέλλουν τα δεδομένα (συνιστάτε να αφήνεται την προεπιλεγμένη) και τέλος πατάμε το «OK» για να γίνει η καταχώρηση στον εξυπηρετητή.

Figure 24



Διεπαφές Εφαρμογής

Source: Εφαρμογή SmartHome

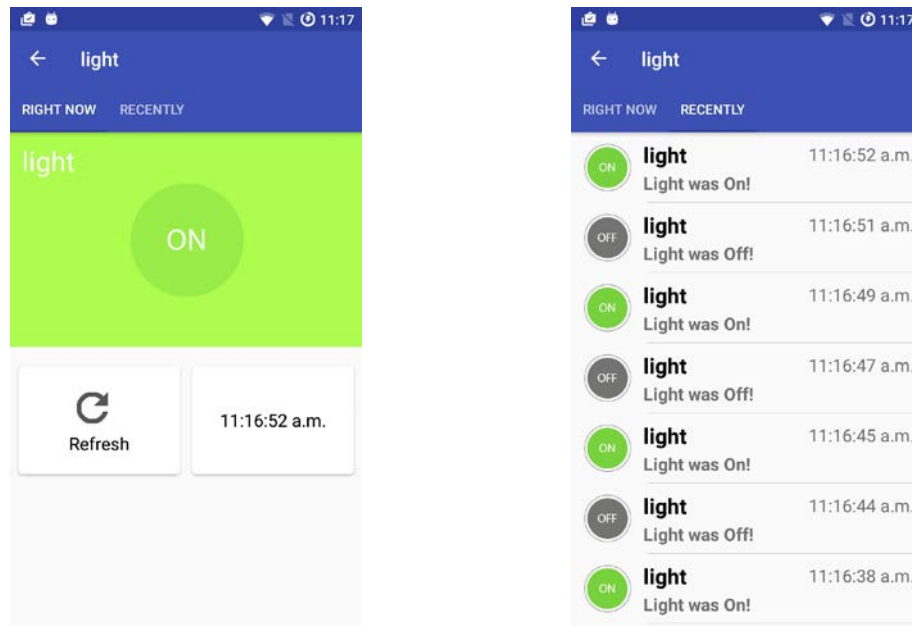
Σχήμα 4.11: Διεπαφές αλληλεπίδρασης αισθητήρων

Πατώντας πάνω στο βελάκι που υπάρχει στην λίστα με τους αισθητήρες τότε θα μεταφερθούμε σε μία νέα κατηγορία (βλ. Σχήμα 4.12) η οποία αποτελείται από δύο διεπαφές και από τις οποίες μπορείς να δεις περισσότερες πληροφορίες για τον κάθε

αισθητήρα. Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο από τους αισθητήρες και αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων. Από εκεί συλλέγονται και εμφανίζονται στην διεπαφή. Αν έχουμε σύνδεση με το δίκτυο τα δεδομένα αυτά θα συλλέγονται άμεσα από τους αισθητήρες χωρίς να χρειάζεται να γίνει αίτημα προς τον εξυπηρετητή.

Figure 25

Διεπαφές Εφαρμογής



Source: Εφαρμογή SmartHome

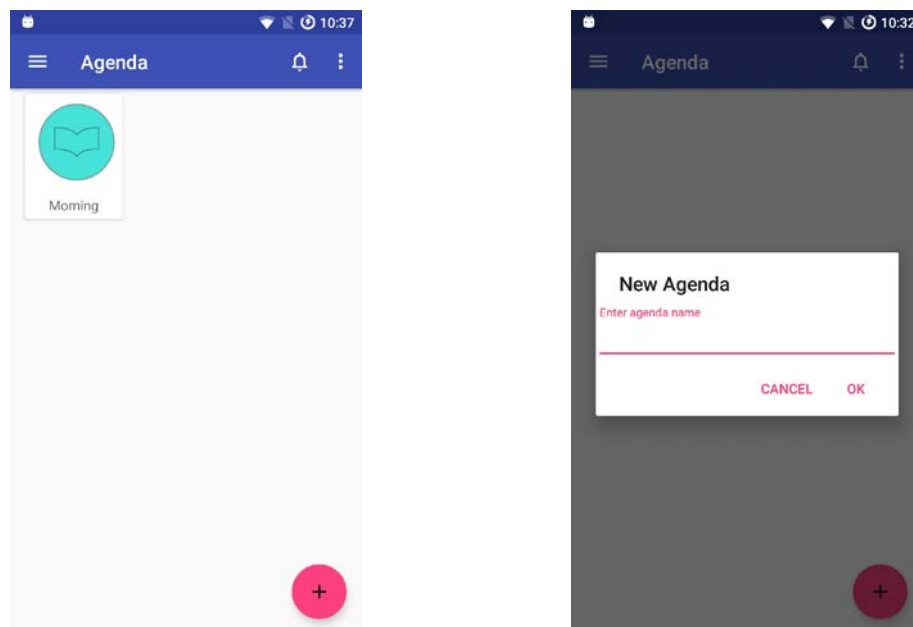
Σχήμα 4.12: Διεπαφές πληροφοριών αισθητήρων

Στην υποκατηγορία “Right Now” (βλ. Σχήμα 4.12 αριστερή εικόνα) μπορούμε να δούμε την τρέχουσα κατάσταση του αισθητήρα καθώς και την ώρα που έχει στείλει την τελευταία ενημέρωση. Επίσης υπάρχει και ένα κουμπί με το όνομα “Refresh” το οποίο αν το πατήσουμε θα σταλεί ένα MQTT μήνυμα προς τον αισθητήρα ζητώντας του να μας δώσει την τρέχουσα κατάσταση του. Και έτσι θα γίνει η επαλήθευση της τρέχουσας κατάστασης. Στην υποκατηγορία “Recently” (βλ. Σχήμα 4.12 δεξιά εικόνα) έχουμε μια λίστα με τα μηνύματα τα οποία αποστέλλει ο αισθητήρας με τις αλλαγές στην κατάσταση του καθώς και την ώρα στην οποία έχει γίνει η αλλαγή.

Η τρίτη κατηγορία είναι η Agenda (βλ. Σχήμα 4.13). Μέσα σε αυτή την κατηγορία ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει διάφορες κατηγορίες (βλ. Σχήμα 4.13 αριστερή εικόνα) για να μπορεί να οργανώσει τις λειτουργίες που θα κάνουν οι αισθητήρες με βάση την ώρα. Με αυτόν τον τρόπο θα είναι πιο οργανωμένοι οι αισθητήρες και θα

μπορεί εύκολα να τους διαχειριστεί. Παρατηρώντας την διεπαφή στην αριστερή εικόνα υπάρχει ένα εικονίδιο στο πάνω μέρος το οποίο όταν πατηθεί οδηγεί στην διεπαφή των ειδοποιήσεων. Όταν υπάρχει καινούρια ειδοποίηση γίνεται πορτοκαλί. Την διεπαφή των ειδοποιήσεων θα την δούμε στη συνέχεια. Επίσης υπάρχει και ένα κυκλικό κουμπί στο κάτω μέρος της διεπαφής το οποίο μας οδηγεί στην διεπαφή στην οποία μπορούμε να δημιουργήσουμε καινούρια ομάδα για να μπορούμε να τοποθετήσουμε τις λειτουργίες των αισθητήρων (βλ. Σχήμα 4.13 δεξιά εικόνα). Πατώντας πάνω στο κουμπί αυτό μας εμφανίζει ένα παράθυρο στο οποίο πρέπει να δώσουμε όνομα στην ομάδα για να γνωρίζουμε ποια είναι (δεξιά εικόνα) και τέλος πατάμε το «OK» για να γίνει η καταχώρηση στον εξυπηρετητή.

Figure 26



Διεπαφές Εφαρμογής

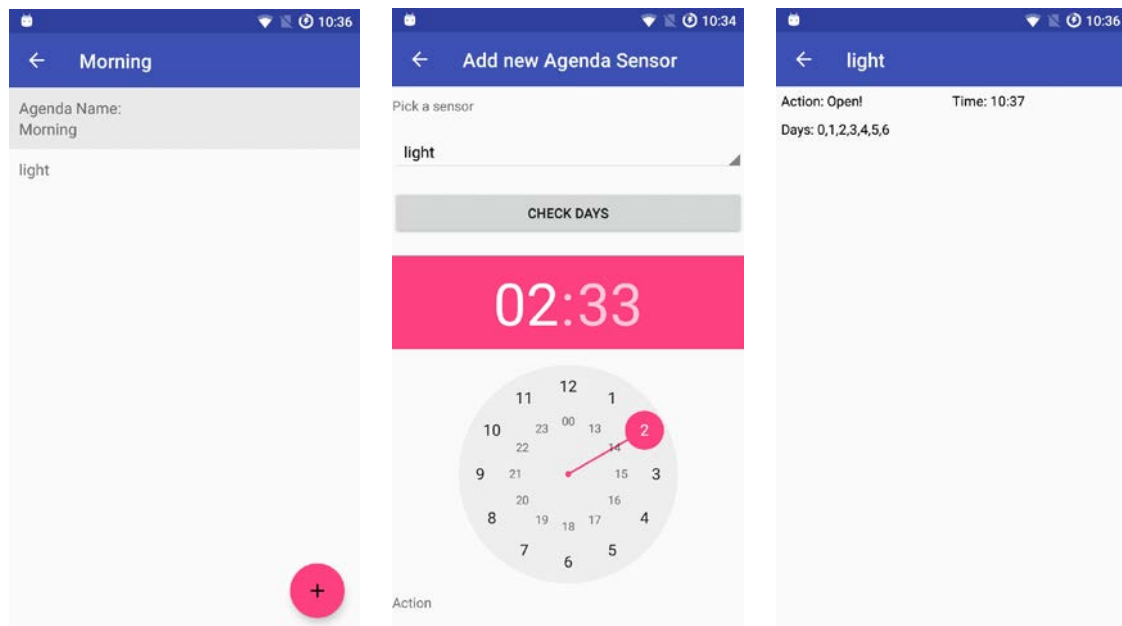
Source: Εφαρμογή SmartHome

Σχήμα 4.13: Διεπαφές κατηγορίας Agenda

Αφού δημιουργήσουμε την καινούρια ομάδα και αυτή εμφανιστεί στην οθόνη (βλ. Σχήμα 4.13 αριστερή εικόνα) πατάμε πάνω στην ομάδα για να εμφανιστεί η διεπαφή η οποία μας επιτρέπει να διαχειριστούμε τις λειτουργίες οι οποίες θα εκτελούνται με την ώρα (βλ. Σχήμα 4.14). Στην αριστερή εικόνα έχουμε την ομάδα μαζί με όλους τους αισθητήρες οι οποίοι είναι ρυθμισμένοι για αυτή την ομάδα. Κάθε αισθητήρας μπορεί να ανήκει στην ίδια ομάδα περισσότερες από μία φορές γιατί μπορεί να κάνει

διαφορετικές λειτουργίες σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Επίσης, κάθε αισθητήρας μπορεί να ανήκει και σε περισσότερες από δύο ομάδες. Στο κάτω μέρος της διεπαφής αυτής έχει ένα κυκλικό κουμπί το οποίο όταν το πατήσουμε μας οδηγεί στην διεπαφή από την οποία μπορούμε να εισάγουμε καινούρια λειτουργία για κάποιο αισθητήρα σε αυτή την ομάδα (βλ. Σχήμα 4.14 μεσαία εικόνα).

Figure 27



Διεπαφές Εφαρμογής

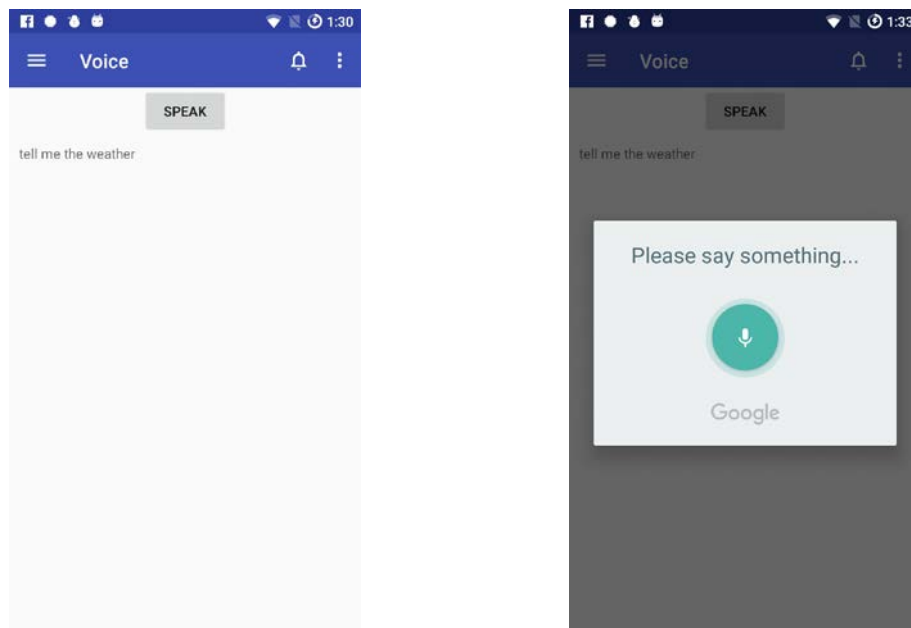
Source: Εφαρμογή SmartHome

Σχήμα 4.15: Διεπαφές διαχείρισης αισθητήρων Agenda's

Στην μεσαία εικόνα έχουμε την διεπαφή από την οποία κάνουμε εισαγωγή καινούριας λειτουργίας για κάποιο αισθητήρα μέσα στην ομάδα στην οποία βρισκόμαστε. Για να γίνει εφικτό αυτό πρώτα επιλέγουμε τον αισθητήρα που θέλουμε να ρυθμίσουμε, στη συνέχεια επιλέγουμε πιας μέρες τις εβδομάδας θέλουμε να επαναλαμβάνεται αυτή η λειτουργία, ακολούθως επιλέγουμε την ώρα που θα γίνεται η λειτουργία αυτή και τέλος επιλέγουμε τι λειτουργία θα κάνει αυτός ο αισθητήρας. Για παράδειγμα σε ένα αισθητήρα φωτός μπορούμε να τον ρυθμίσουμε έτσι ώστε να ανάβει κάθε μέρα το φως στις 7 το πρωί και να το σβήνει στις 07:10. Πατώντας πάνω στο όνομα του αισθητήρα που βρίσκεται στην πρώτη διεπαφή θα μας πάρει στην διεπαφή στην οποία μπορούμε να δούμε λεπτομέρειες για την λειτουργία που έχουμε ρυθμίσει στον αισθητήρα.

Η τέταρτη και τελευταία κατηγορία είναι το Voice Commands (βλ. Σχήμα 4.13). Μέσα από αυτή την κατηγορία ο χρήστης θα μπορεί να δώσει κάποιες φωνητικές εντολές προς το σύστημα κάνοντας έτσι ακόμη πιο εύκολη την ζωή του και την αλληλεπίδραση με το όλο σύστημα. Πατώντας πάνω στο κουμπί Speak θα εμφανιστεί στην οθόνη του ένα παράθυρο (βλ. Σχήμα 4.16 δεξιά εικόνα) εκεί θα πρέπει ο χρήστης να δώσει την εντολή του στο σύστημα μέσω της φωνής του.

Figure 28
Διεπαφές Εφαρμογής



Source: Εφαρμογή SmartHome

Σχήμα 4.16: Διεπαφές διαχείρισης αισθητήρων Agenda's

Οι φωνητικές εντολές οι οποίες υποστηρίζονται από αυτό το σύστημα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Οι πρώτες τρεις εντολές αφορούν την ώρα, τον καιρό και την θερμοκρασία. Η τρίτη εντολή είναι για να εκτελεί κάποια ενέργεια ο αισθητήρας (π.χ. Open Bedroom Lights), χρειάζεται να πούμε την ενέργεια (Open or Close) το δωμάτιο που βρίσκεται ο αισθητήρας (Bedroom) και το όνομα του αισθητήρα (Lights).

Table 1
Φωνητικές εντολές

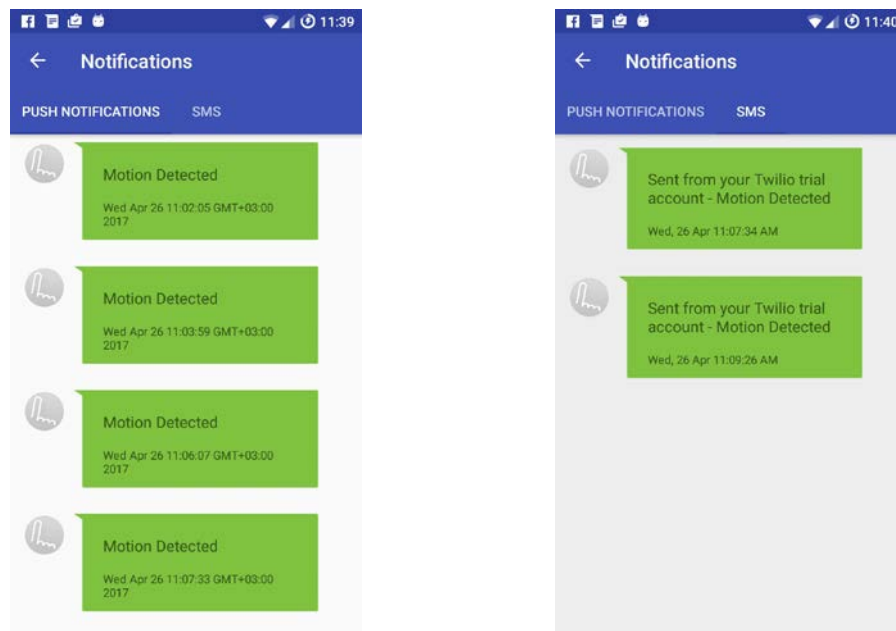
Εντολή	Επεξήγηση
What time is it? or Can you tell me the time?	Εντολή για να σε ενημερώνει το σύστημα με την τρέχουσα ώρα.

Can you tell me the weather?	Εντολή για να σε ενημερώνει το σύστημα με τον καιρό.
Can you tell me the temperature?	Εντολή για να σε ενημερώνει το σύστημα με την θερμοκρασία.
[Open or Close] [room name] [sensor name]	Εντολή για να κάνει μία ενέργεια σε κάποιο αισθητήρα ο οποίος βρίσκεται σε ένα δωμάτιο.

Πίνακας 4.1: Φωνητικές Εντολές

Προηγουμένως είχαμε αναφερθεί ότι με το εικονίδιο που βρίσκεται στο πάνω μέρος των διεπαφών στις κατηγορίες Dashboard, Home, Agenda και Voice μεταφέρεσαι στις διεπαφές για τις ειδοποιήσεις. Οι ειδοποιήσεις (βλ. Σχήμα 4.17) αποτελούνται από δύο διεπαφές για το λόγο ότι το σύστημα υποστηρίζει δύο είδη ειδοποιήσεων και μπορούν να ρυθμιστούν με τον τρόπο που είχαμε δει στην διεπαφή ρύθμισης ενέργειας του αισθητήρα (βλ. Σχήμα 4.9 δεξιά εικόνα) . Το πρώτο είδος ειδοποιήσεων είναι τα γνωστά σε όλους μας Push Notifications τα οποία επιτρέπουν σε μια εφαρμογή να στέλνει κάποιες ειδοποιήσεις στον χρήστη. Για να μπορεί να γίνει αυτό κατά την εγγραφή του χρήστη ή κατά την είσοδο του στο σύστημα μέσω των διάφορων API της Google γίνεται ένα αίτημα κατά το οποίο δημιουργείται ένα GCM ID το οποίο στη συνέχεια αποθηκεύεται στο προφίλ του χρήστη. Όταν λοιπόν ένας αισθητήρας αλλάζει κατάσταση ελέγχει αν είναι ρυθμισμένος να κάνει κάποια ενέργεια για να ειδοποιήσει τον χρήστη, αν πρέπει να κάνει τότε κάνει αίτημα στον εξυπηρετητή για να λάβει το GCM ID του χρήστη και με την χρήση αυτού μέσω των υπηρεσιών Cloud της Google αποστέλλεται στον χρήστη η ειδοποίηση και αυτή εμφανίζεται στο smartphone του. Οι ειδοποιήσεις από τα Push Notifications εμφανίζονται στην διεπαφή των ειδοποιήσεων στην κατηγορία με το όνομα τους (βλ. Σχήμα 4.17 αριστερή εικόνα).

Figure 29



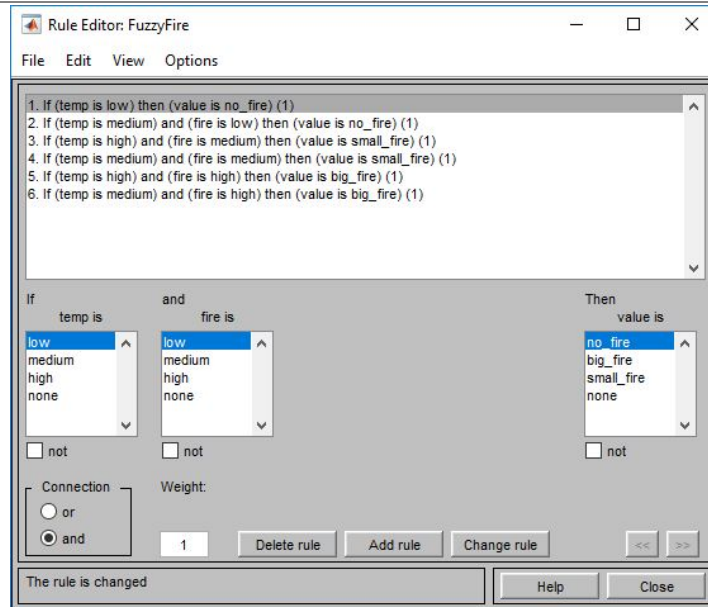
Source: Εφαρμογή SmartHome

Σχήμα 4.17: Διεπαφές ειδοποιήσεων

Το δεύτερο είδος ειδοποιήσεων είναι τα μηνύματα SMS. Η διαδικασία για την αποστολή των μηνυμάτων που ακολουθείται είναι η ίδια με αυτήν των Push Notifications με μόνη εξαίρεση το γεγονός ότι δεν χρειάζεται κάποιο συγκεκριμένο ID όπως το GCM ID των Push Notifications αλλά θα πρέπει ο χρήστης να δώσει πρόσβαση στην εφαρμογή να διαβάζει τα μηνύματα είτε κατά την εγκατάσταση (Android 5 και κάτω), είτε κατά το άνοιγμα της εφαρμογής (Android 6 και πάνω). Οι ειδοποιήσεις από τα μηνύματα SMS εμφανίζονται στην διεπαφή των ειδοποιήσεων στην κατηγορία με το όνομα τους (βλ. Σχήμα 4.17 δεξιά εικόνα).

Ακόμη μία λειτουργία του συστήματος η οποία υλοποιείται στο πίσω μέρος του συστήματος αλλά δεν παρέχεται κάποια διεπαφή για να μπορούμε να την ρυθμίσουμε αφορά την πρωτοβουλία του συστήματος να κάνει κάποιες λειτουργίες με τις μετρήσεις που λαμβάνει από τους αισθητήρες χρησιμοποιώντας Fuzzy Logic. Το σύστημα υλοποιεί τρεις μηχανισμούς τους οποίους θα αναλύσουμε και οι οποίοι μπορούν από μόνοι τους να κάνουν κάποια λειτουργία.

Figure 30
Κανόνες Fuzzy Logic

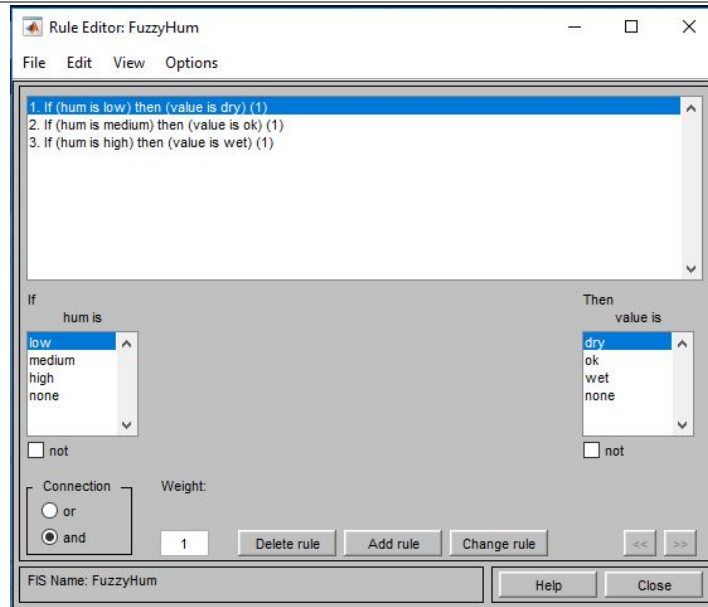


Source: Matlab

Σχήμα 4.18: Κανόνες Fuzzy Logic για ανίχνευση φωτιάς

Ο πρώτος μηχανισμός (βλ. Σχήμα 4.18) αφορά την ανίχνευση φωτιάς και την ενεργοποίηση του συστήματος κατάσβεσης της. Το σύστημα αυτό αναλύει τα δεδομένα από τον αισθητήρα της θερμοκρασίας και από τον αισθητήρα φωτιάς και ανάλογα με τις τιμές μας δίνει κάποιο αποτέλεσμα. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε μπορεί να μας δώσει τρία αποτελέσματα (no_fire, small_fire, big_fire). Χρησιμοποιώντας αυτά τα αποτελέσματα το σύστημα μας μπορεί να λάβει κάποιες αποφάσεις όπως για παράδειγμα όταν ανιχνεύσει μικρή εστία φωτιάς να ενεργοποιήσει το σύστημα πυρόσβεσης και να ειδοποιήσει τον ιδιοκτήτη για το συμβάν. Σε περίπτωση που η φωτιά δεν σβήσει και έχει επεκταθεί τότε θα ανιχνεύσει μεγάλη φωτιά και το σύστημα θα μπορεί να στείλει κάποια ειδοποίηση στην πυροσβεστική υπηρεσία.

Figure 31
Κανόνες Fuzzy Logic

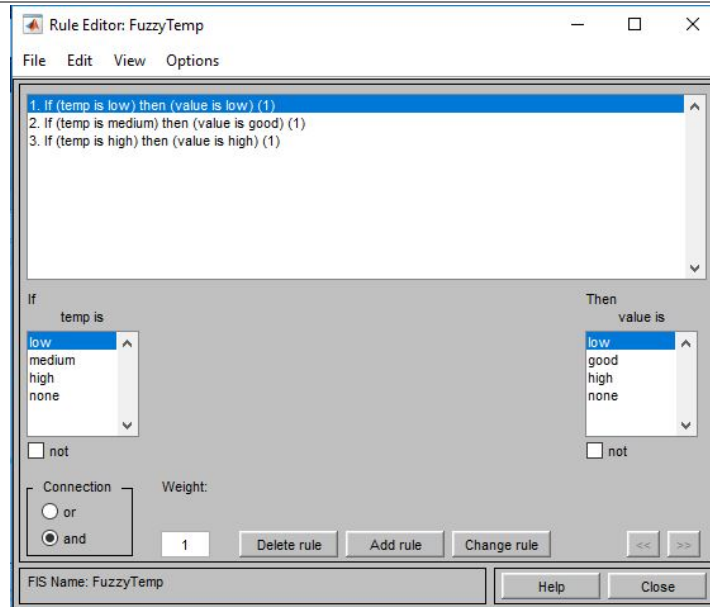


Source: Matlab

Σχήμα 4.19: Κανόνες Fuzzy Logic για σύστημα άρδευσης κήπου

Ο δεύτερος μηχανισμός (βλ. Σχήμα 4.19) είναι υπεύθυνος για την άρδευση του κήπου μας. Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα της υγρασίας μπορεί να μετρά από το έδαφος την υγρασία και να μας δίνει κάποια αποτελέσματα με βάση τις τιμές αυτές. Με τα αποτελέσματα που μπορεί να δώσει (dry, ok, wet) ανάλογα με τις τιμές του αισθητήρα μπορεί να ενεργοποιεί ή να απενεργοποιεί το σύστημα άρδευσης. Αν το έδαφος είναι στεγνό (dry) μπορεί να ενεργοποιήσει το σύστημα άρδευσης και όταν το έδαφος θα είναι σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο (ok ή wet) τότε θα το απενεργοποιεί.

Figure 32
Κανόνες Fuzzy Logic



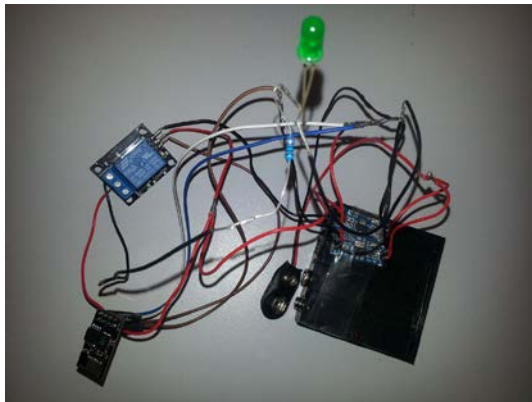
Source: Matlab

Σχήμα 4.20: Κανόνες Fuzzy Logic για σύστημα κλιματισμού και θέρμανσης

Ο τρίτος και τελευταίος μηχανισμός (βλ. Σχήμα 4.20) αφορά τον κλιματισμό και τη θέρμανση του σπιτιού. Ο μηχανισμός αυτός χρησιμοποιεί τις τιμές από τον αισθητήρα μέτρησης της θερμοκρασίας του σπιτιού. Ανάλογα με τις τιμές που μετρά ο αισθητήρας ο μηχανισμός όπως μπορούμε να δούμε και από τους κανόνες στο σχήμα μας δίνει κάποια αποτελέσματα (low, good, high). Αν το αποτέλεσμα που δίνει είναι low μπορεί ο μηχανισμός αυτός να ενεργοποιεί το σύστημα θέρμανσης μέχρι το αποτέλεσμα του μηχανισμού να φτάσει στο good. Αν από την άλλη είναι high τότε ο μηχανισμός μπορεί να ενεργοποιεί το σύστημα κλιματισμού μέχρι το αποτέλεσμα του μηχανισμού να φτάσει στο good.

Αν και το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί μόνο αυτούς του μηχανισμούς αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορούν να υλοποιηθούν περισσότεροι. Αυτοί οι μηχανισμοί έχουν σκοπό να μας δείξουν ότι χρησιμοποιώντας τους μπορούμε να κάνουμε την ζωή μας πιο εύκολη και χωρίς να χρειάζεται να παρεμβαίνουμε σε όλα αφού με τις κατάλληλες ρυθμίσεις μπορούν να κάνουν πράγματα για εμάς με σκοπό να μας κερδίζουν χρόνο στην καθημερινότητα μας.

Figure 33



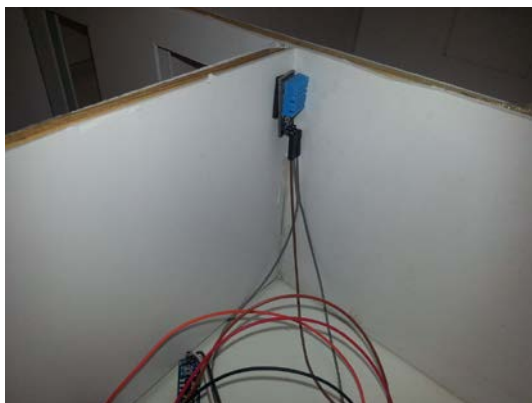
Αισθητήρες

Source: SmartHome Sensors

Σχήμα 4.21: Εικόνες Συστήματος

Στο Σχήμα 4.21 (αριστερή εικόνα) βλέπουμε πως είναι η σύνδεση για τον κάθε αισθητήρα που χρησιμοποιείται στο σύστημα. Αποτελείται από μπαταρίες, το ESP8266-Wi-Fi Module και κάποια άλλα υλικά που αλλάζουν ανάλογα με το είδος του αισθητήρα. Στις υπόλοιπες εικόνες στα Σχήματα 4.21 και 4.22 βλέπουμε τους αισθητήρες (φωτός, θερμοκρασίας – υγρασίας και κίνησης) εφαρμοσμένους σε μια προσομοίωση ενός σπιτιού.

Figure 34



Αισθητήρες

Source: SmartHome Sensors

Σχήμα 4.22: Εικόνες Συστήματος

Τέλος στο Σχήμα 4.23 βλέπουμε ένα τελικό μοντέλο με την κάτοψη ενός σπιτιού καθώς και τους διάφορους αισθητήρες τοποθετημένους σε αυτό στα διάφορα δωμάτια του.

Figure 35



Home Model

Source: SmartHome System

Σχήμα 4.23: Κάτοψη μοντέλου σπιτιού με τους αισθητήρες

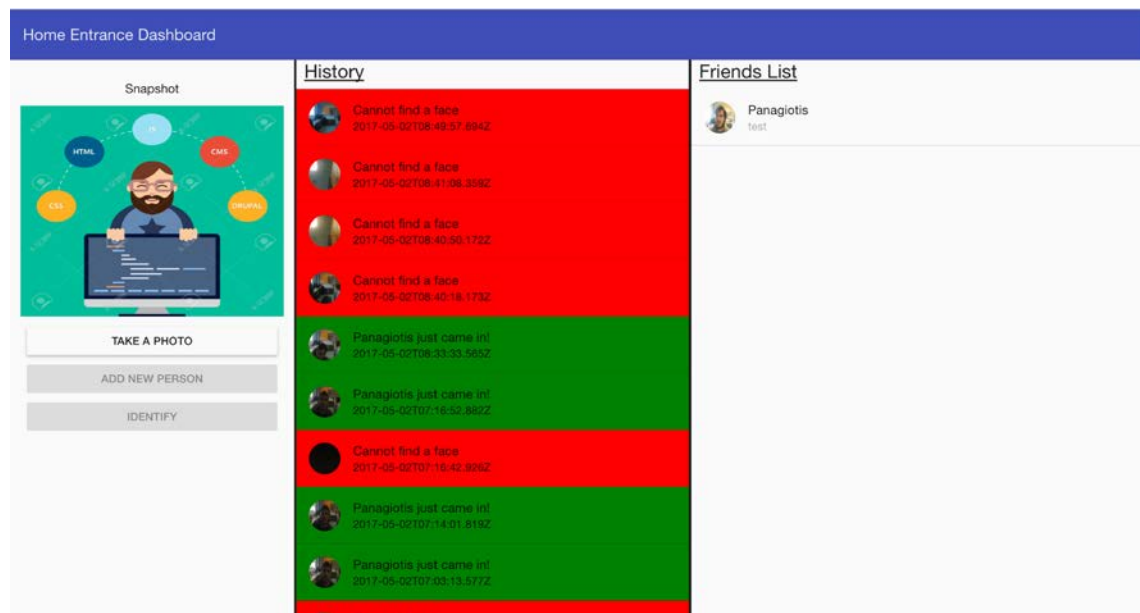
4.3.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου

Τώρα θα αναλύσουμε την υλοποίηση του δεύτερου μέρους σε αυτή την εργασία το οποίο είναι ένα σύστημα το οποίο ελέγχει τον επισκέπτη στην πόρτα και αν έχει πρόσβαση τον αφήνει να περάσει. Η εφαρμογή αυτή είναι υλοποιημένη με Javascript, HTML, AngularJS για την σελίδα διαχείρισης του συστήματος και με Node.js ο εξυπηρετητής ο οποίος μας βοηθά στο να γίνονται τα αιτήματα μας στο FaceAPI της Microsoft το οποίο είναι υπεύθυνο για την αναγνώριση των προσώπων. Η εφαρμογή αυτή για να λειτουργήσει απαιτεί την σύνδεση του χρήστη στο διαδίκτυο για να μπορεί να στέλνει τις φωτογραφίες στο API της Microsoft για την αναγνώριση.

Για να μπορέσει να λειτουργήσει το σύστημα θα πρέπει ο ιδιοκτήτης του συστήματος να μεταβεί με τον πλοηγό του στην σελίδα διαχείρισης του συστήματος (βλ. Σχήμα 4.24) και να εισάγει τους φίλους του. Η σελίδα αυτή διαχωρίζεται σε τρία μέρη όπως μπορούμε να διακρίνουμε από την εικόνα. Στο αριστερό μέρος υπάρχει το Snapshot

όπου εκεί θα εμφανίζεται η φωτογραφία του χρήστη που θέλουμε να εντάξουμε στο σύστημα ως φίλο μας καθώς και 3 κουμπιά. Το πρώτο κουμπί «Take a Photo» βγάζει μια φωτογραφία από την camera που είναι συνδεδεμένη πάνω στο Raspberry Pi και την εμφανίζει στο Snapshot. Το δεύτερο κουμπί «Add new Person» κάνει αίτημα στον εξυπηρετητή ο οποίος με την σειρά του καλεί το API της Microsoft αποστέλλοντας του την φωτογραφία για να βρει το πρόσωπο στην φωτογραφία και να το αποθηκεύσει στο σύστημα. Ακολούθως εκπαιδεύει το δίκτυο για να μπορεί να κάνει την αναγνώριση την επόμενη φορά. Τέλος το τρίτο κουμπί «Identify» μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς ελέγχου του συστήματος για να βλέπουμε κατά πόσο γίνεται ορθά η αναγνώριση.

Figure 36
Home Entrance Site



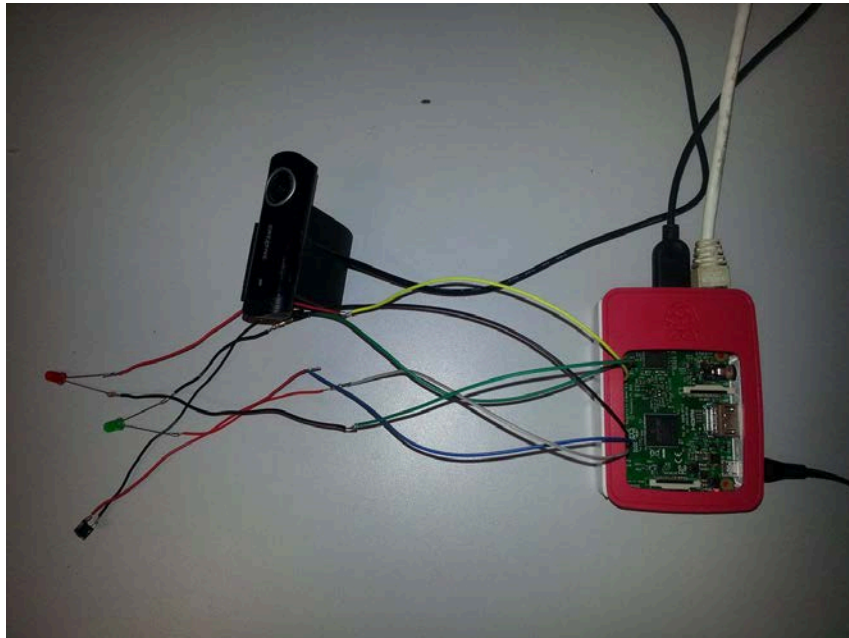
Source: Home Entrance Site

Σχήμα 4.24: Ιστοσελίδα διαχείρισης του συστήματος

Στο μεσαίο μέρος της σελίδας βλέπουμε μια λίστα με κάποιο ιστορικό με τα άτομα που προσπάθησε το σύστημα να αναγνωρίσει. Μπορούμε να παρατηρήσουμε δύο χρώματα όπου το πράσινο συμβολίζει επιτυχία στην αναγνώριση του προσώπου και άρα του επιτράπηκε η είσοδος στο σπίτι και το κόκκινο συμβολίζει μια ανεπιτυχής προσπάθεια για είσοδο στο σπίτι. Τέλος στο δεξιά μέρος της σελίδας είναι η λίστα με τους φίλους

όπου μπορούμε να δούμε όλους τους φίλους μας οι οποίοι έχουν πρόσβαση για είσοδο στο σπίτι από το σύστημα αναγνώρισης.

Figure 37
Home Entrance System



Source: Home Entrance System

Σχήμα 4.25: Σύστημα εισόδου σπιτιού

Το τελικό σύστημα εισόδου (βλ. Σχήμα 4.25) αποτελείται από το Raspberry Pi το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο του συστήματος και στο οποίο τρέχει ο εξυπηρετητής, δύο λαμπτήρες led μία πράσινη για να μας ενημερώνει ότι η πρόσβαση είναι επιτυχής και μία κόκκινη για αποτυχία, ένα κουμπί το οποίο θα βρίσκεται στην είσοδο και θα το πιέζει ο επισκέπτης για να μπορεί να μπει μέσα στο σπίτι αν έχει πρόσβαση και τέλος η camera όπου με το πάτημα του κουμπιού θα βγάζει φωτογραφία τον επισκέπτη και αυτή θα στέλνεται μέσω του Face API στην Microsoft για αναγνώριση.

Τον κώδικα για την πτυχιακή εργασία μπορείτε να τον βρείτε από:

<https://github.com/panagorn/Smarthome>

<https://github.com/panagorn/MQTTHelper>

<https://github.com/panagorn/MQTTServer>

Κεφάλαιο 5

Αξιολόγηση

5.1 Εισαγωγή	56
5.2 Αξιολόγηση	57
5.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	57
5.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	62

5.1 Εισαγωγή

Για το λόγο ότι οι εφαρμογές αυτές θα χρησιμοποιούνται από χρήστες για να μπορέσουμε να τις αξιολογήσουμε και να δούμε πια είναι η εμπειρία του χρήστη με τα συστήματα κλήθηκαν κάποια άτομα για να χρησιμοποιήσουν τα συστήματα και να μας πουν τις απόψεις τους. Λόγω των περιορισμών στο hardware κλήθηκαν κάποια άτομα να έρθουν στο εργαστήριο για να χρησιμοποιήσουν τα συστήματα καθώς και κάποια συγγενικά πρόσωπα στο σπίτι έτσι ώστε να καταγράψουμε τυχόν εισηγήσεις για βελτιώσεις τους. Για να γίνει η αξιολόγηση των συστημάτων με το πέρας της αλληλεπίδρασης τους με τα συστήματα κλήθηκαν να απαντήσουν σε κάποιο ερωτηματολόγιο το οποίο ήταν ανώνυμο.

Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:

- Στην πρώτη κατηγορία «Γενικά» υπάρχουν δύο ερωτήσεις που αφορούν το φύλο και την ηλικία.
- Η δεύτερη κατηγορία περιέχει ερωτήσεις για το «Σύστημα του Έξυπνου Σπιτιού». Οι ερωτήσεις αυτές αφορούν την πλοήγηση του χρήστη μέσα στην εφαρμογή, το πόσο φιλικό είναι το περιβάλλον της εφαρμογής για τον χρήστη καθώς επίσης και το χρόνο απόκρισης της εφαρμογής. Υπάρχει επίσης ερώτηση για το πόσο βοηθητικές είναι οι ιδιοποιήσεις SMS και Push Notifications προς τον χρήστη. Επιπλέον κάποιες ερωτήσεις αφορούν την λειτουργία των φωνητικών μηνυμάτων μέσα από τα οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει

με το σύστημα, την δυνατότητα να ρυθμίζουμε τους αισθητήρες να λειτουργούν σε κάποια χρονικά διαστήματα και μία ερώτηση για την αυτοματοποίηση του συστήματος δηλαδή να μπορεί να λαμβάνει από μόνο του κάποιες αποφάσεις για κάποια συμβάντα που θα γίνονται από τις μετρήσεις των αισθητήρων. Τέλος υπάρχει και μια γενική ερώτηση για τυχόν εισηγήσεις και βελτιώσεις για το σύστημα αυτό.

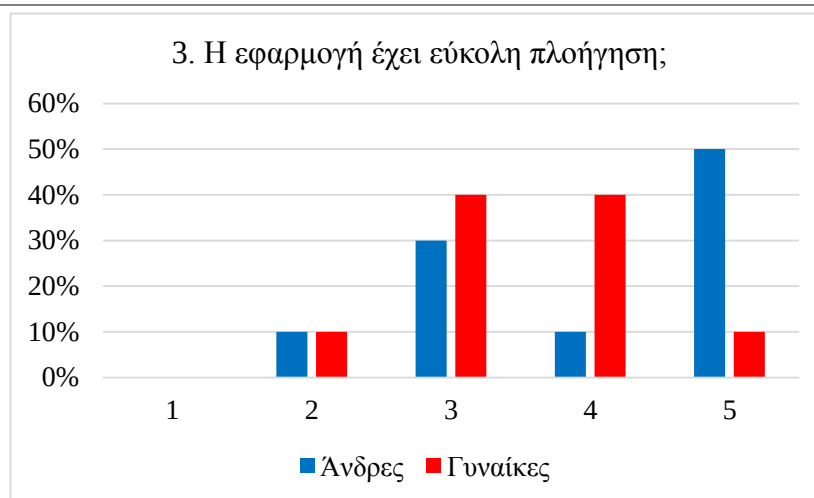
- Η τρίτη και τελευταία κατηγορία αφορά το «Σύστημα ελέγχου εισόδου». Σε αυτή την κατηγορία υπάρχουν ερωτήσεις που αφορούν την πλοήγηση του χρήστη καθώς και το πόσο φιλικό είναι το περιβάλλον της ιστοσελίδα. Επιπρόσθετα υπάρχουν ερωτήσεις για τον χρόνο απόκρισης του συστήματος και την ακρίβεια της αναγνώρισης του προσώπου.

5.2 Αξιολόγηση

Στην αξιολόγηση που έχει γίνει συμμετείχαν συνολικά 20 άτομα, 10 άνδρες και 10 γυναίκες από διάφορες ηλικίες. Σκοπός μας ήταν να ελέγξουμε την εμπειρία των χρηστών για τα συστήματα και να εντοπίσουμε πράγματα τα οποία μπορούμε να βελτιώσουμε ή και ακόμα να προσθέσουμε. Τώρα θα δούμε τα αποτελέσματα για τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου για το τι έχουν απαντήσει οι χρήστες για τα δύο αυτά συστήματα.

5.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού

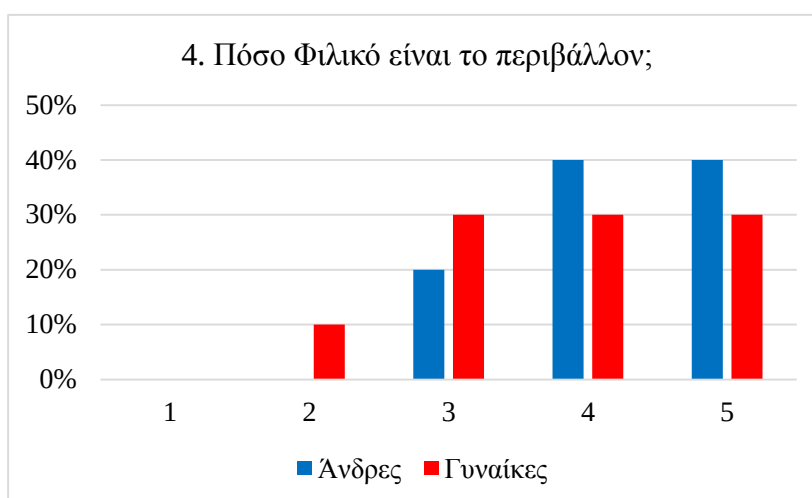
Figure 38
Evaluation Graphs



Σχήμα 5.1: Αποτελέσματα 3^{ης} Ερώτησης

Τα αποτελέσματα που πείρα για την Ερώτηση 3 (βλ. Σχήμα 5.1) η οποία αφορούσε κατά πόσο η εφαρμογή έχει εύκολη πλοήγηση δείχνουν ότι και για τα δύο φύλα η εφαρμογή μπορούσε εύκολα να εξερευνηθεί χωρίς κανένα πρόβλημα πράγμα το οποίο κάνει την εφαρμογή ευκολόχρηστη. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το 40% των γυναικών και το 30% ανδρών δεν διαφωνούσαν ότι έχει εύκολη πλοήγηση αλλά ούτε και συμφωνούσαν ενώ το 50% των γυναικών και το 60% των ανδρών συμφωνούσαν ότι υπάρχει εύκολη πλοήγηση. Επίσης ένα μικρό ποσοστό 10% και για τα δύο φύλα διαφωνούσαν ότι εφαρμογή είναι εύκολη στην πλοήγηση.

Figure 39



Evaluation Graphs

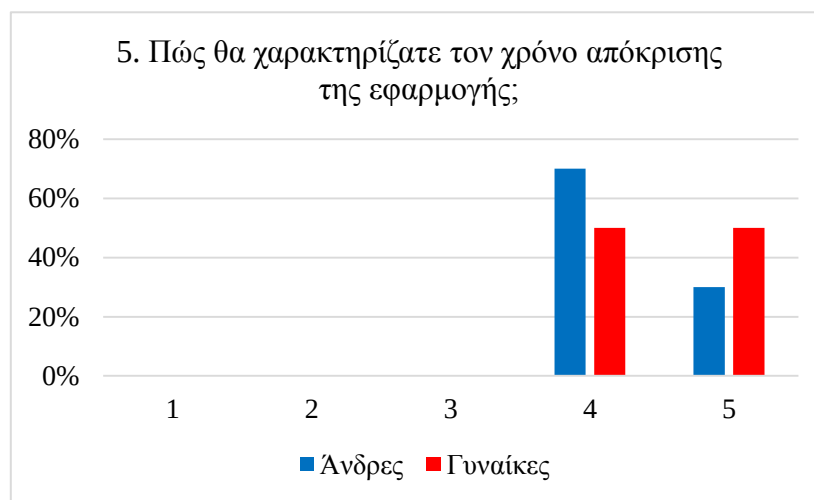
Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.2: Αποτελέσματα 4^{ης} Ερώτησης

Η ερώτηση 4 αφορούσε το περιβάλλον κατά πόσο ήταν φιλικό προς τους χρήστες ή όχι. Τα αποτελέσματα (βλ. Σχήμα 5.2) δείχνουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό και στα δύο φύλα 60% των γυναικών και 80% των ανδρών υποστηρίζουν ότι η εφαρμογή προσφέρει στους χρήστες ένα φιλικό περιβάλλον κάνοντας τους έτσι να θέλουν να την χρησιμοποιούν. Επίσης 40% των γυναικών και 20% των ανδρών πιστεύουν ότι το περιβάλλον της εφαρμογής ήταν μέτρια φιλικό ως λίγο φιλικό.

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον έδειξαν τα αποτελέσματα (βλ. Σχήμα 5.3) της 5^{ης} ερώτησης η οποία αφορούσε τον χρόνο απόκρισης της εφαρμογής. Παρατηρούμαι ότι και τα δύο φύλα υποστηρίζουν ότι η εφαρμογή έχει αρκετά γρήγορο χρόνο απόκρισης και αυτό μας δείχνει ότι δουλεύει σε πραγματικό χρόνο για να μπορεί να λαμβάνει δεδομένα από τους αισθητήρες καθώς επίσης και να αλληλεπιδράς μαζί τους. Αξιοσημείωτο είναι επίσης πως κανένας από τους χρήστες δεν παρατήρησε κάποιο πρόβλημα κατά την αλληλεπίδραση του με το σύστημα και όλα ανταποκρίνονταν αρκετά γρήγορα.

Figure 40
Evaluation Graphs



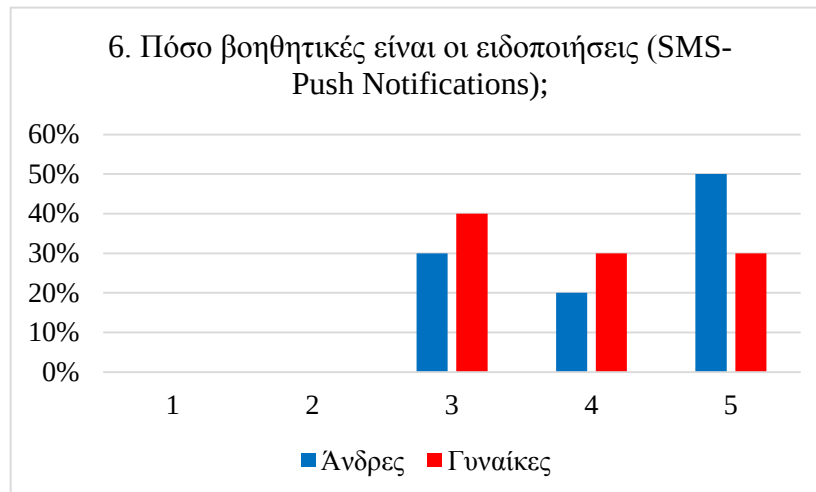
Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.3: Αποτελέσματα 5^{ης} Ερώτησης

Η 6^η ερώτηση αφορούσε τις ιδιοποιήσεις που μπορεί να ρυθμίσει ο χρήστης για να λαμβάνει σε περίπτωση που εντοπιστεί κάποια αλλαγή στην κατάσταση των αισθητήρων κατά πόσο είναι βοηθητικές προς τον χρήστη. Από τα αποτελέσματα (βλ. Σχήμα 5.4) μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό χρηστών και των δύο φύλων υποστηρίζει πως οι ιδιοποιήσεις αυτές είναι βοηθητικές καθώς μπορούν να σε ενημερώσουν για κάποιες συγκεκριμένες καταστάσεις οι οποίες αν χρειάζονται παρέμβαση από τον ίδιο τον χρήστη μπορούν να φανούν χρήσιμες για την ασφάλεια του ίδιου του σπιτιού. Ένα ποσοστό 60% για τις γυναίκες και 70% για τους άντρες είχε αυτήν την άποψη για τις ιδιοποιήσεις ενώ από την άλλη 40% των γυναικών και 30% των ανδρών πίστευε πως δεν είναι ούτε βοηθητικές ούτε άχρηστες καθώς μπορεί να αποστέλλονται αρκετές ιδιοποιήσεις με αποτέλεσμα να γίνεται βαρετό το σύστημα αλλά αυτό όπως έχουμε εξηγήσει και στην υλοποίηση μπορεί να ρυθμιστεί από τον ίδιο

τον χρήστη έτσι ώστε να επιλέγει ο ίδιος για το τι να λαμβάνει καθώς και σε πια αλλαγή στην κατάσταση του κάθε αισθητήρα να το λαμβάνει.

Figure 41
Evaluation Graphs

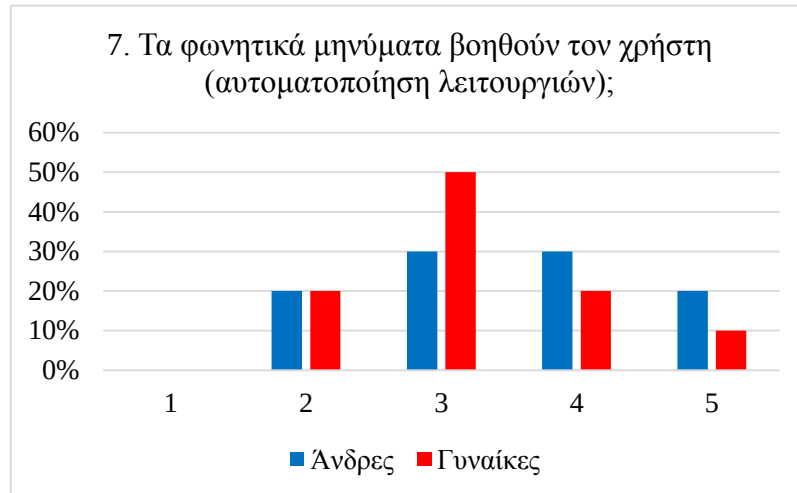


Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.4: Αποτελέσματα 6^{ης} Ερώτησης

Η 7^η ερώτηση αφορούσε το φωνητικό έλεγχο του συστήματος όπου το σύστημα μπορεί να ελέγχει τους αισθητήρες μέσω φωνητικών μηνυμάτων. Από τα αποτελέσματα (βλ. Σχήμα 5.5) μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι χρήστε δεν νοιώθουν την ανάγκη να χρησιμοποιούν το σύστημα του φωνητικού ελέγχου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μπορεί να υπάρχουν προβλήματα με την αναγνώριση φωνής λόγω προφοράς και πολλές φορές μπορεί να ερμηνεύει λανθασμένα αυτά που του λες.

Figure 42



Evaluation Graphs

Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.5: Αποτελέσματα 7^{ης} Ερώτησης

Μια λειτουργία η οποία παρέχεται από την εφαρμογή στους χρήστες είναι η δυνατότητα να ρυθμίζουν τους αισθητήρες να εκτελούν κάποιες εργασίες ανάλογα με την ώρα και την μέρα καθώς επίσης και να επαναλαμβάνονται κάθε εβδομάδα ή κάθε μέρα. Τα αποτελέσματα (βλ. Σχήμα 5.6) για την 8^η ερώτηση αφορά το πόσο χρήσιμη βρίσκουν οι χρήστες αυτήν τη δυνατότητα. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι και τα δύο φύλα βρίσκουν χρήσιμη ως και πολύ χρήσιμη αυτή την λειτουργία γιατί με αυτόν τον τρόπο μπορούν να εξοικονομούν ενέργεια αφού οι συσκευές τους θα λειτουργούν σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Figure 43



Evaluation Graphs

Σχήμα 5.6: Αποτελέσματα 8^{ης} Ερώτησης

Ακόμα μία δυνατότητα που έχει το σύστημα αυτό είναι η δυνατότητα να λαμβάνει κάποιες αποφάσεις ανάλογα με τις τιμές από τους αισθητήρες. Η δυνατότητα αυτή παρέχει τρεις μηχανισμούς τους οποίους έχουμε δει πιο πάνω στην υλοποίηση. Η 9^η ερώτηση αφορά την χρησιμότητα της ύπαρξης τέτοιων μηχανισμών οι οποίοι θα λαμβάνουν κάποιες αποφάσεις από μόνοι τους χωρίς να χρειάζεται η παρέμβαση του χρήστη. Τα αποτελέσματα αυτής της ερώτησης (βλ. Σχήμα 5.7) αποτελούν μεγάλη έκπληξη καθώς ένα μεγάλο ποσοστό των ατόμων που έχουν απαντήσει το ερωτηματολόγιο δήλωσαν ότι ήταν λίγο χρήσιμο ή δήλωσαν μια άγνοια για την λειτουργία αυτή. Ο λόγος αυτός είναι ότι δεν εμπιστεύονται το σύστημα να λάβει τόσο σοβαρές αποφάσεις (π.χ. φωτιά) και θα προτιμούσαν σε τέτοιες περιπτώσεις να έπαιρναν οι ίδιοι τον λόγο. Από την άλλη σε περιπτώσεις όπως το αυτόματο πότισμα όταν η υγρασία του εδάφους ήταν χαμηλή θα τους ήταν αρκετά χρήσιμο.

Figure 44



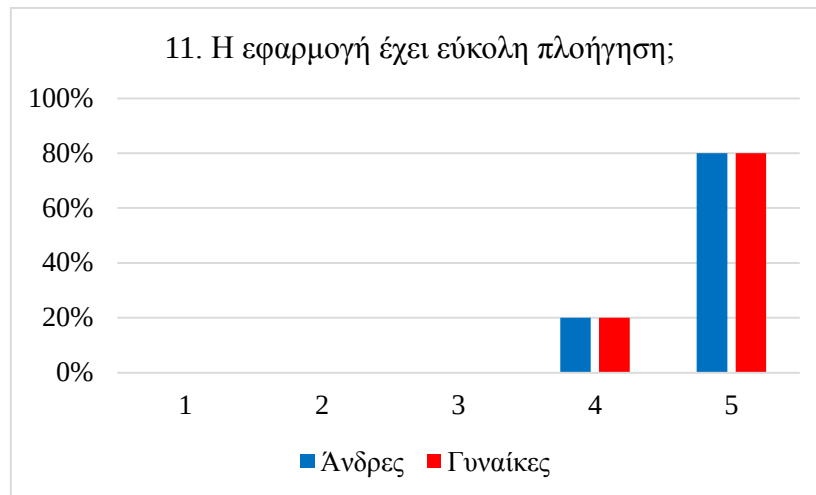
Evaluation Graphs

Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.7: Αποτελέσματα 9^{ης} Ερώτησης

5.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου

Figure 45

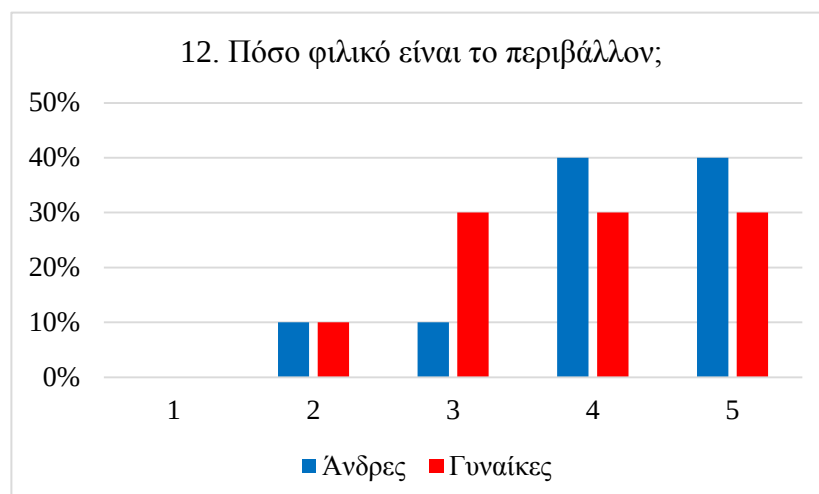


Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.8: Αποτελέσματα 11^{ης} Ερώτησης

Περνώντας στο δεύτερο σύστημα και στην 11^η ερώτηση η οποία αφορούσε αν οι χρήστες συμφωνούσαν ότι η εφαρμογή έχει εύκολη πλοήγηση, τα αποτελέσματα που έχουμε και για τα δύο φύλα (βλ. Σχήμα 5.8) ήταν κάπως αναμενόμενα για το λόγο ότι η ιστοσελίδα μέσα από την οποία ο ιδιοκτήτης του συστήματος θα μπορεί να το διαχειριστεί αποτελείται από μια μόνο σελίδα με τρία κουμπιά. Κάνοντας έτσι την πλοήγηση πολύ εύκολη.

Figure 46
Evaluation Graphs



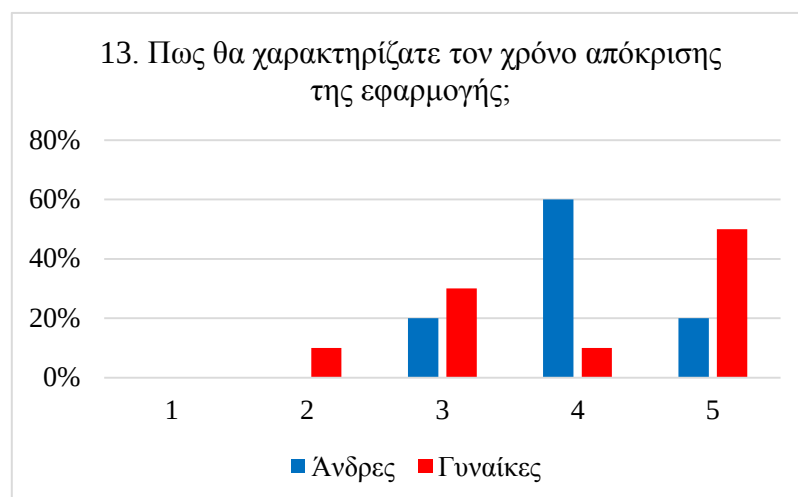
Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.9: Αποτελέσματα 12^{ης} Ερώτησης

Η 12^η ερώτηση αφορούσε το πόσο το περιβάλλον της ιστοσελίδας είναι φιλικό προς διαχειριστή. Από τα αποτελέσματα (βλ. Σχήμα 5.9) που πήραμε μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι και στα δύο φύλα είχαμε ψηλά ποσοστά τα οποία έλεγαν ότι το περιβάλλον αυτό είναι από φιλικό ως πολύ φιλικό. Οι γυναίκες με 60% και οι άντρες με 80% υποστήριξαν αυτή την άποψη ενώ το υπόλοιπο ποσοστό ανδρών και γυναικών υποστήριξαν ότι ήταν λίγο φιλικό μέχρι και ένα μέσο επίπεδο φιλικότητας.

Η 13^η ερώτηση αφορούσε ένα πολύ σημαντικό παράγοντα της εφαρμογής και αυτό δεν είναι άλλο από τον χρόνο απόκρισης. Και σε αυτή την ερώτηση τα αποτελέσματα που πήρα (βλ. Σχήμα 5.10) είναι πολύ ικανοποιητικά λόγω του ότι και άνδρες και γυναίκες υποστηρίζουν πως το σύστημα αυτό ανταποκρίνεται αρκετά γρήγορα στα αιτήματα αναγνώρισης προσώπου.

Figure 47
Evaluation Graphs

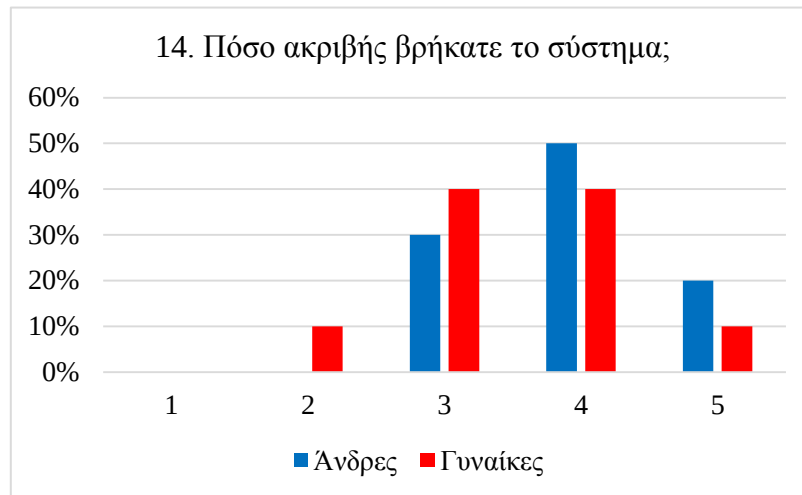


Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.10: Αποτελέσματα 13^{ης} Ερώτησης

Τέλος η 14^η ερώτηση αφορούσε την ακρίβεια του συστήματος για την αναγνώριση προσώπου. Και σε αυτήν την ερώτηση οι χρήστες απάντησαν ότι ήταν ευχαριστημένοι με την ακρίβεια του συστήματος και ότι μπορούσε εύκολα να τους αναγνωρίσει. Αυτό φαίνεται μέσα από τα αποτελέσματα μας (βλ. Σχήμα 5.11) τα οποία μας το επιβεβαιώνουν.

Figure 48



Source: Evaluation Results

Σχήμα 5.11: Αποτελέσματα 14^{ης} Ερώτησης

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα	65
6.1.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	65
6.1.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	66
6.2 Μελλοντικά Σχέδια	67
6.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού	68
6.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου	69

6.1 Συμπεράσματα

Σε αυτήν την διπλωματική εργασία έχουν δημιουργηθεί δύο συστήματα (Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού και Σύστημα ελέγχου εισόδου) τα οποία έχουν σκοπό να βοηθήσουν τον άνθρωπο όσο γίνεται περισσότερο με τις καθημερινές του ενέργειες.

6.1.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού

Το IoT αναμφίβολα έχει αρχίσει να γίνεται ολοένα και πιο γνωστό καθώς αρκετές από τις μεγάλες εταιρείες στον χώρο της τεχνολογίας έχουν κατασκευάσει το δικό τους σύστημα αυτοματοποίησης έξυπνου σπιτιού. Η χρήση του IoT δεν περιορίζεται μόνο στην κατηγορία των έξυπνων σπιτιών αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρκετούς άλλους τομείς όπως είναι ο τομέας της γεωργίας, της ιατρικής, ακόμη και για την δημιουργία έξυπνων πόλεων και έξυπνων χώρων στάθμευσης.

Αυτό που απασχολεί τους ανθρώπους με τέτοια συστήματα τα οποία είναι πολύ ευαίσθητα με τα δεδομένα τα οποία συλλέγουν είναι η ασφάλεια τους. Αρκετά από τα συστήματα που υπάρχουν στην αγορά τα δεδομένα που συλλέγουν τα αποθηκεύουν σε δικούς τους χώρους αποθήκευσης, αυτό λοιπόν από την μεριά του χρήστη είναι ανησυχητικό γιατί δεν γνωρίζει τι μπορεί να κάνουν οι εταιρείες με τα δεδομένα αυτά. Από την μεριά του συστήματος μας δεν συλλέγουμε κάποιες πληροφορίες και όλες παραμένουν στον αποθηκευτικό χώρο του κεντρικού συστήματος ελέγχου έτσι ο χρήστης δεν χρειάζεται να ανησυχεί για τα δεδομένα τα οποία είναι ευαίσθητα και αφορούν την ασφάλειά του.

Με την δημιουργία αυτού του συστήματος έχουμε καλύψει όλες τις προδιαγραφές τις οποίες είχαμε ορίσει:

- Χαμηλό κόστος: Αυτή ήταν μια από τις πιο σημαντικές προδιαγραφές για το λόγο ότι θέλαμε το σύστημα μας να μπορεί να χρησιμοποιηθεί όσο γίνεται από άτομα όλων των οικονομικών ομάδων χωρίς να χρειάζεται να επιβαρυνθούν αρκετά. Σε αυτό το σύστημα έχει γίνει μια προσεκτική επιλογή υλικών τα οποία έχουν χαμηλό κόστος και ταυτόχρονα είναι και αξιόπιστα κρατώντας έτσι χαμηλά το κόστος του συστήματος.
- Επεκτασιμότητα: Η προδιαγραφή αυτή δεν είναι κάτι το εμφανές το οποίο μπορεί να παρατηρήσει κάποιος στο σύστημα αλλά πιστεύω ότι με την αρχιτεκτονική την οποία έχει το σύστημα και με τον τρόπο που είναι υλοποιημένο μπορεί εύκολα να επεκταθεί χωρίς μεγάλες αλλαγές.
- Ευελιξία: Η υλοποίηση του συστήματος έχει γίνει με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε ο χρήστης όταν έχει στην κατοχή του καινούριους αισθητήρες να μπορεί πολύ εύκολα να τους εισάγει στο σύστημα. Υπάρχουν αρκετά είδη αισθητήρων τα

οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με το σύστημα καθώς όλα από πίσω μοιράζονται την ίδια λογική.

- Ευχρηστία: Ακόμη μια βασική προϋπόθεση την οποία μέσα από τα αποτελέσματα που πήραμε από τις απαντήσεις των χρηστών στο ερωτηματολόγιο φαίνεται πως την πληρούμε και αυτό μας δείχνει ότι το σύστημα αυτό έχει υλοποιηθεί έτσι ώστε να είναι φιλικό προς τον χρήστη και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα χωρίς να χρειάζεται περεταίρω γνώσεις.

6.1.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου

Το σύστημα αυτό έχει ως στόχο να βοηθήσει τον χρήστη στην καθημερινή του ζωή προσφέροντας του κάποιες ευκολίες. Η δυνατότητα του συστήματος να μπορεί να αναγνωρίζει πρόσωπα μπορεί να προσφέρει ασφάλεια στους χρήστες καθώς και μια άνεση σε περιπτώσεις που κάνουμε κάτι άλλο και μας είναι δύσκολο να ανοίξουμε την πόρτα. Με αυτό τον τρόπο αν κάποιος επισκέπτης ανήκει στους φίλους του ιδιοκτήτη τότε μπορεί ελεύθερα να του επιτραπεί η είσοδος στην οικία διαφορετικά όχι.

Με την δημιουργία αυτού του συστήματος έχουμε καλύψει όλες τις προδιαγραφές τις οποίες είχαμε ορίσει:

- Ευχρηστία: Μια βασική προϋπόθεση την οποία μέσα από τα αποτελέσματα που πήραμε από τις απαντήσεις των χρηστών στο ερωτηματολόγιο φαίνεται πως την πληρούμε και αυτό μας δείχνει ότι το σύστημα αυτό έχει υλοποιηθεί έτσι ώστε να είναι φιλικό προς τον χρήστη και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα χωρίς να χρειάζεται περεταίρω γνώσεις.
- Μικρό σφάλμα: Ακόμη μια σημαντική προδιαγραφή είναι το σφάλμα. Το σύστημα αυτό για να μπορέσει να μας προσφέρει αποτελέσματα με μεγαλύτερη ακρίβεια και μικρό αριθμό σφάλματος χρειάστηκε όπως έχουμε αναλύσει και σε προηγούμενο κεφάλαιο να ακολουθήσει διάφορες προσεγγίσεις μέχρι να επιτευχθεί το αποτέλεσμα αυτό. Μέσα από τις απαντήσεις το ερωτηματολογίου οι χρήστες απάντησαν ότι το σύστημα ήταν αρκετά ακριβές στις αναγνωρίσεις προσώπου και αυτό μας δείχνει ότι η τελική προσέγγιση είναι αρκετά καλή
- Επεκτασιμότητα: Η προδιαγραφή αυτή δεν είναι κάτι το εμφανές το οποίο μπορεί να παρατηρήσει κάποιος στο σύστημα αλλά πιστεύω ότι με την

αρχιτεκτονική την οποία έχει το σύστημα και με τον τρόπο που είναι υλοποιημένο μπορεί εύκολα να επεκταθεί χωρίς μεγάλες αλλαγές.

6.2 Μελλοντικά Σχέδια

Μέσα από την εργασία αυτή καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου που έχω αφιερώσει μου έχει προσφέρει αρκετές γνώσεις. Έχω μάθει για πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιούνται από αισθητήρες για αποστολή δεδομένων, να δημιουργώ εφαρμογή για έξυπνα τηλέφωνα καθώς επίσης και ένα εξυπηρετητή ο οποίος σερβίρει τα δεδομένα. Κάτι σημαντικό το οποίο έχω μάθει είναι πως υπάρχουν αρκετά είδη τεχνολογικών προϊόντων στην αγορά αλλά χρειάζεται αρκετή έρευνα για να μπορείς να αποφασίσεις τι θα χρησιμοποιήσεις.

Η εργασία αυτή για εμένα δεν έχει τελειώσει εδώ αλλά θα συνεχίσω να την επεκτείνω καθώς υπάρχουν πάρα πολλά πράγματα τα οποία μπορούν να προστεθούν ακόμη λόγω του ότι το θέμα είναι αρκετά επίκαιρο και το IoT έχει μπει για τα καλά στην ζωή μας.

6.2.1 Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού

Το σύστημα αυτό αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης για έξυπνα σπίτια το οποίο χρησιμοποιεί διάφορες τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται από διάφορα συστήματα εκεί έξω. Για αυτό το σύστημα υπάρχουν διάφορα πράγματα τα οποία μπορούν να υλοποιηθούν και κάποια από αυτά είναι εισηγήσεις από τα ερωτηματολόγια που έχουν απαντήσει διάφοροι χρήστες. Τώρα θα γίνει ανάλυση κάποιων από τα μελλοντικά σχέδια για αυτό το σύστημα:

- Γλώσσα: Αρκετοί χρήστες είναι αυτοί που έχουν γράψει για την γλώσσα της εφαρμογής η οποία αφορά το σύστημα και είναι η αγγλική. Επομένως, η εφαρμογή αυτή θα πρέπει να υποστηρίζει διάφορες γλώσσες για να μπορεί ο χρήστης ή να επιλέγει την γλώσσα που επιθυμεί ή να αλλάζει μόνη της με βάση την γλώσσα που έχει ρυθμισμένη ο χρήστης για το έξυπνο τηλέφωνό του.
- Συμβατότητα: Μία άλλη εισήγηση η οποία έχει γίνει από άτομα τα οποία έχουν απαντήσει στο ερωτηματολόγιο είναι η συμβατότητα της εφαρμογής με άλλα λειτουργικά συστήματα έξυπνων τηλεφώνων. Η συγκεκριμένη εφαρμογή τρέχει σε έξυπνα τηλέφωνα με λειτουργικό Android αλλά θα μπορεί επίσης να υλοποιηθεί εκ νέου και για έξυπνα τηλέφωνα με λειτουργικό iOS.

- Πρωτόκολλα – Τεχνολογίες: Το παρόν σύστημα για την αποστολή δεδομένων από τους αισθητήρες χρησιμοποιεί MQTT και για την επικοινωνία των αισθητήρων με το σύστημα το Wi-Fi. Κάτι το οποίο μπορεί να υλοποιηθεί στο σύστημα για να μπορεί να υποστηρίξει περισσότερους αισθητήρες είναι να χρησιμοποιηθούν περισσότερα πρωτόκολλα και τεχνολογίες όπως Bluetooth, Zig-bee, AMQP, Websocket και διάφορα άλλα.
- Αισθητήρες: Λόγω περιορισμού στο υλικό το σύστημα έχει περιορισμένο αριθμό αισθητήρων. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να προστεθούν περισσότεροι αισθητήρες έτσι ώστε να μπορεί να ελεγχθεί το σύστημα πως θα συμπεριφέρεται. Αρκετοί είναι οι χρήστες οι οποίοι έχουν γράψει ότι χρειάζονται περισσότερους αισθητήρες για να έχουν καλύτερη εικόνα του τι συμβαίνει μέσα στο σπίτι.
- Διεπαφή ρυθμίσεων αυτόματων λειτουργιών: Μια πολύ ωραία λειτουργία που παρέχει το σύστημα είναι η δυνατότητα να λαμβάνει αποφάσεις από μόνο του. Στο σύστημα υπάρχουν υλοποιημένοι τρεις μηχανισμοί τους οποίους έχουμε δει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι μηχανισμοί αυτοί δεν μπορούν να ρυθμιστούν από τον χρήστη και λειτουργούν σαν ένα κουτί. Αυτό που μπορεί να γίνει είναι να υλοποιηθεί μία διεπαφή μέσα από την οποία θα μπορούν οι χρήστες να ρυθμίζουν τους μηχανισμούς αυτούς.
- Φωνητικές εντολές: Ακόμη μία λειτουργία του συστήματος είναι η δυνατότητα χρήσης φωνητικών εντολών για αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα. Μπορούν να προστεθούν περισσότερες λειτουργίες οι οποίες θα μπορούν να ελεγχθούν με φωνητικές εντολές.

6.2.2 Σύστημα ελέγχου εισόδου

Το σύστημα αυτό αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά για την ασφάλεια του σπιτιού καθώς θα μπορεί να επιτρέπει την είσοδο στην οικία σε άτομα τα οποία έχουν πρόσβαση από τον ιδιοκτήτη. Για αυτό το λόγο για την αναγνώριση προσώπου μετά από δοκιμές καταλήξαμε στην χρήση των υπηρεσιών της Microsoft για να έχουμε πιο ακριβής αποτελέσματα. Τώρα θα γίνει ανάλυση κάποιων από τα μελλοντικά σχέδια για αυτό το σύστημα:

- Γλώσσα: Αρκετοί χρήστες είναι αυτοί που έχουν γράψει για την γλώσσα της ιστοσελίδας η οποία αφορά το σύστημα και είναι η αγγλική. Επομένως, η

ιστοσελίδα αυτή θα πρέπει να υποστηρίζει διάφορες γλώσσες για να μπορεί ο χρήστης ή να επιλέγει την γλώσσα που επιθυμεί για να μπορεί να διαχειριστεί το σύστημα.

- Μεγαλύτερη ασφάλεια: Μπορούμε ακόμη για να βελτιώσουμε την ασφάλεια του συστήματος και να το κάνουμε περισσότερο ακριβές μπορούμε να προσθέσουμε εκτός από την αναγνώριση προσώπου και την αναγνώριση της φωνής. Ακόμη πολύ πιθανόν θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια camera η οποία θα μπορεί να ανιχνεύσει τρισδιάστατα αντικείμενα για να αναγνωρίζει αν το πρόσωπο είναι πραγματικό.
- Ανίχνευση στο σκοτάδι: Το φως έχει ένα αρκετά μεγάλο παράγοντα στην αναγνώριση προσώπου. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει καθόλου φως τότε το σύστημα δεν θα μπορέσει να λειτουργήσει σωστά. Θα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε night-vision camera η οποία θα λειτουργεί μόνο όταν το φως είναι αρκετά μειωμένο με σκοπό την αναγνώριση και το βράδυ.

Βιβλιογραφία

- [1] John Romkey, “The Toast of the IoT, The 1990 interop Internet toaster”, IEEE Consumer Electronics Magazine, vol. 6, pp. 116-119, 2017.
- [2] Dhakad Kunal, Dhake Tushar, Undegaonkar Pooja, Zope Vaibhav, Vinay Lodha, “Smart Home Automation using IOT”, IJARCCCE, vol. 5, Issue 2, pp. 576-578, 2016
- [3] Satish Palaniappan, Naveen Hariharan, Naren T Kesh, Vidhyalakshimi S, Angel Deborah S, “Home Automation Systems – A Study”, IJCA, vol. 116, pp. 11-18, 2015

- [4] Pooja N. Pawar, Shruti Ramachandram, Misha P. Singh, Varsha V. Wagh, “A Home Automation System using Internet of Things”, IJIRCCE, vol. 4, Issue 4, pp. 6555-6563, 2016

- [5] Er. Vikram Puri, Anand Nayyar, “Real Time Smart Home Automation based on PIC Microcotroller, Bluetooth and Android Technology”, IEEE, pp. 1478-1484, 2016

- [6] Ullas B S, Anush S, Roopa J, Govinda Raju M, “Machine to Machine Communication for Smart Systems using MQTT”, IJAREEIE, vol. 3, Issue 3, pp. 8242-8248, 2014

Παράρτημα Α

Σε αυτό το παράρτημα παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο μαζί με τις ερωτήσεις που έχουν δοθεί στα άτομα τα οποία κλήθηκαν για να αξιολογήσουν τα συστήματα που έχουν υλοποιηθεί σε αυτή την διπλωματική εργασία.

Αξιολόγηση Συστημάτων

Γενικά:

1. Φύλο:

Ανδρας

Γυναίκα

2. Ηλικία:

18-30

31-50

>50

Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού:

3. Η εφαρμογή έχει εύκολη πλοήγηση:

1

2

3

4

5

Διαφωνώ
Πλήρως

☐☐☐☐☐

Συμφωνώ
Πλήρως

4. Πόσο φιλικό είναι το περιβάλλον;

1

2

3

4

5

Καθόλου
Φιλικό

☐☐☐☐☐

Πολύ
Φιλικό

5. Πως θα χαρακτηρίζατε τον χρόνο απόκρισης της εφαρμογής;

	1	2	3	4	5	
Αργό	☐	☐	☐	☐	☐	Γρήγορο

6. Πόσο βοηθητικές είναι οι ιδιοποιήσεις (SMS-Push Notifications);

	1	2	3	4	5	
Καθόλου Βοηθητικές	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ Βοηθητικές

7. Τα φωνητικά μηνύματα βοηθούν τον χρήστη (αυτοματοποίηση λειτουργιών);

	1	2	3	4	5	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	Απόλυτα

8. Βρίσκεται χρήσιμη την δυνατότητα των αισθητήρων να λειτουργούν σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα;

	1	2	3	4	5	
Καθόλου Χρήσιμη	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ Χρήσιμη

9. Πόσο χρήσιμο θα ήταν το σύστημα να μπορεί να λαμβάνει μόνο του αποφάσεις για κάποια συμβάντα; (π.χ Να ειδοποιήσει την πυροσβεστική σε περίπτωση φωτιάς)

	1	2	3	4	5	
Καθόλου Χρήσιμο	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ Χρήσιμο

10. Εισηγήσεις – Βελτιώσεις:

.....
.....
.....

Σύστημα ελέγχου εισόδου:

11. Η εφαρμογή έχει εύκολη πλοήγηση:

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ Πλήρως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ Πλήρως

12. Πόσο φιλικό είναι το περιβάλλον;

	1	2	3	4	5	
Καθόλου Φιλικό	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ Φιλικό

13. Πως θα χαρακτηρίζατε τον χρόνο απόκρισης της εφαρμογής;

	1	2	3	4	5	
Αργό	☐	☐	☐	☐	☐	Γρήγορο

14. Πόσο ακριβής βρήκατε το σύστημα;

	1	2	3	4	5	
Καθόλου Ακριβής	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ Ακριβής

15. Εισηγήσεις – Βελτιώσεις:

.....
.....
.....

Σας ευχαριστώ για το χρόνο σας!!!