



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Σύστημα τηλεμετρίας με Bluetooth για την μέτρηση
θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Σ. ΔΗΜΟΣ

Επιβλέπων: Ευάγγελος Χριστοφόρου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2019



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Σύστημα τηλεμετρίας με Bluetooth για την μέτρηση
θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Σ. ΔΗΜΟΣ

Επιβλέπων: Ευάγγελος Χριστοφόρου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 10^η Οκτωβρίου, 2019

.....
Ευάγγελος Χριστοφόρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Πάυλος-Πέτρος Σωτηριάδης
Αναπληρωτής Καθηγητής
Ε.Μ.Π.

.....
Παναγιώτης Τσαραμπάρης
Επίκουρος Καθηγητής
Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2019

.....
Κωνσταντίνος Σ. Δήμος
Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Κωνσταντίνος Σ. Δήμος, 2019.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. **All rights reserved.**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Ο αντικειμενικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η κατανόηση και η εμβάθυνση σε εφαρμογές βιομηχανικών και οικιακών αυτοματισμών με την χρήση ασύρματων τεχνολογιών δικτύωσης. Οι εφαρμογές τέτοιου τύπου εντάσσονται σε έναν γενικότερο τεχνολογικό τομέα που ονομάζεται Internet of Things (IoT). Η έννοια του IoT έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια και η ιδέα που προτείνει είναι η σύνδεση «αντικειμένων» στο διαδίκτυο και η αξιοποίηση και μελέτη της πληροφορίας που προέρχεται από αυτά.

Η έλευση του τομέα IoT έθεσε το ζήτημα της οικονομικής διασύνδεσης σε επίπεδο ενέργειας και κόστους. Για αυτό τον λόγο έχουν αναπτυχθεί διάφορα πρωτόκολλα ασύρματης επικοινωνίας. Κύριο γνώρισμα αυτών των πρωτόκολλων είναι η πολύ χαμηλή απαίτηση σε ισχύ, που τα καθιστά κατάλληλα για εφαρμογές που δεν υπάρχουν υποδομές τροφοδοσίας ή χαρακτηρίζονται από συνεχώς μεταβαλλόμενη θέση (mobility).

Στα πλαίσια της πρακτικής εφαρμογής του IoT, δημιουργήθηκε μια κατασκευή η οποία ελέγχει απομακρυσμένα συγκεκριμένες συνθήκες του περιβάλλοντος της μέσω συγκεκριμένων αισθητήρων. Επίσης έχει προγραμματιστεί μια εφαρμογή – διεπαφή για κινητά τηλέφωνα, η οποία βρίσκεται σε αμφίδρομη επικοινωνία με την παρακάτω κατασκευή μέσω Bluetooth τεχνολογίας, ώστε ο κάθε χρήστης να έχει άμεση πρόσβαση στις μετρήσεις της κατασκευής.

Στόχος της συγκεκριμένης πρακτικής εφαρμογής είναι να δημιουργηθεί μια ανταγωνιστική λύση για απομακρυσμένη παρατήρηση συνθηκών του περιβάλλοντος η οποία καταφέρνει να είναι αξιόπιστη, να έχει πληθώρα εφαρμογών, να πετυχαίνει χαμηλή κατανάλωση ισχύος και κυρίως να είναι αρκετά οικονομικότερη σε σχέση με τις ήδη υπάρχουσες λύσεις.

Λέξεις Κλειδιά: lot, Internet of Things, Bluetooth, DHT11, nodeMCU esp8266, Java, Android, αισθητήρες, μικροελεγκτής, Arduino, C.

Abstract

The objective of this thesis is to understand and deepening into industrial and home automation applications using wireless networking technologies. Applications of this type fall into a more general technology field called Internet of Things (IoT). The concept of IoT has emerged in recent years and the idea he proposes is to connect "objects" to the Internet and to exploit and study the information derived from them.

The advent of the IoT sector has raised the issue of economic interconnection at energy and cost levels. For this reason, many wireless protocols have been. The main feature of these protocols is the very low power requirement, which makes them suitable for applications that do not have power supply infrastructure or are characterized by constantly changing mobility.

As part of the practical application of IoT, a structure has been created that remotely controls specific environmental conditions through specific sensors. A mobile application-interface is also planned, which is in two-way communication with the following manufacturing via Bluetooth technology so that every user can have instant access to the manufacturing measurements.

The purpose of this practical application is to create a competitive solution for remote monitoring of environmental conditions that manages to be reliable, have a variety of applications, achieve low power consumption and above all be significantly more cost-effective than existing solutions.

Key words: lot , Internet of Things , Bluetooth. DHT11, nodeMCU esp8266, Java, Android, sensors, microcontroller, Arduino, C .

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον Επιβλέποντα Καθηγητή Ε. Χριστοφόρου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσης Διπλωματικής εργασίας καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του. Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή Π. Τσαραμπάρη για την πολύτιμη συνεισφορά του. Ευγνώμων είμαι επίσης στον Καθηγητή Π.Π. Σωτηριάδη για την καθοδήγηση και το ενδιαφέρον του. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλα τα άτομα που απαρτίζουν την ομάδα του Εργαστηρίου, για την φιλικότητα και την προθυμία τους να βοηθήσουν. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα την οικογένεια μου, για την αγάπη και την υποστήριξη, που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια.

| | |
|---|-----------|
| Περιεχόμενα | 8 |
| 1 Εισαγωγή..... | 12 |
| 1.1 Εισαγωγή στο Internet of Things..... | 12 |
| 1.2 Το μέλλον του Internet of Things | 13 |
| 1.3 Συλλαμβάνοντας την ιδέα του Internet of Things | 16 |
| 1.4 Διαλειτουργικότητα μέσω στάνταρ πρωτόκολλων | 18 |
| 1.5 Πετυχαίνοντας χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος..... | 19 |
| 1.6 Σημασία λογισμικού και σχεδιασμού εφαρμογών..... | 19 |
| 1.7 Εφαρμογές του Internet of Things | 21 |
| 1.7.1 Εφαρμογή στη Γεωργία..... | 21 |
| 1.7.2 Εφαρμογές στην καθημερινότητα | 21 |
| 1.7.3 Εφαρμογή στην υγειονομική περίθαλψη | 21 |
| 1.7.4 Εφαρμογή στην Ασφάλιση | 22 |
| 1.7.5 Εφαρμογές στην μεταφορά..... | 22 |
| 1.7.6 Εφαρμογές στην παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών | 23 |
| 1.8 Σκοπός παρούσας διπλωματικής | 23 |
| 2 Ασύρματες τεχνολογίες δικτύωσης..... | 25 |
| 2.1 Μοντέλο OSI..... | 25 |
| 2.2 Wi-Fi..... | 25 |
| 2.2.1 Εμβέλεια | 26 |
| 2.2.2 Κατανάλωση | 26 |
| 2.2.3 Ασφάλεια | 26 |
| 2.2.4 Υλικό | 26 |
| 2.3 Bluetooth..... | 27 |
| 2.3.1 Λειτουργία | 27 |
| 2.3.2 Κατανάλωση | 27 |
| 2.3.3 Ρυθμός μετάδοσης | 27 |
| 2.4 GSM | 28 |
| 2.4.1 Κυψελοειδής δομή δικτύου..... | 28 |
| 2.4.2 Αρχιτεκτονική | 28 |
| 2.4.3 Πιστοποίηση και ασφάλεια | 29 |
| 2.5 IEEE 802.15.4 | 29 |
| 2.6 Σύγκριση επιλογών ασύρματης δικτύωσης | 30 |
| 3 Τεχνολογίες Αισθητήρων | 32 |
| 3.1 Ταξινόμηση Αισθητήρων | 33 |
| 3.2 Απόκλιση αισθητήρων | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3 | Είδη και εφαρμογές αισθητήρων | 35 |
| 3.3.1 | Αισθητήρας ταχύτητας..... | 35 |
| 3.3.2 | Αισθητήρας θερμοκρασίας..... | 35 |
| 3.3.3 | Αισθητήρας υπερήχων | 36 |
| 3.3.4 | Αισθητήρας Hall..... | 36 |
| 3.3.5 | Αισθητήρας ήχου..... | 36 |
| 3.3.6 | Αισθητήρας αφής | 36 |
| 3.3.7 | Αισθητήρας Flex | 37 |
| 4 | Μικροελεγκτές | 39 |
| 4.1 | Αρχιτεκτονική μικροελεγκτών | 40 |
| 4.2 | Σύστημα σε ένα Chip (SoC) | 41 |
| 4.3 | Γλώσσες προγραμματισμού μικροελεγκτών | 41 |
| 4.4 | Λειτουργικά συστήματα | 42 |
| 5 | Εφαρμογές σε κινητά τηλέφωνα..... | 45 |
| 5.1 | Η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά | 45 |
| 5.2 | Λειτουργικά συστήματα | 46 |
| 5.2.1 | Android..... | 47 |
| 5.2.2 | IOS..... | 48 |
| 5.3 | Εφαρμογές κινητών και Internet of Things..... | 48 |
| 6 | Υλικά κατασκευής..... | 51 |
| 6.1 | Μικροελεγκτής NodeMCU esp8266..... | 51 |
| 6.1.1 | Χαρακτηριστικά συσκευής..... | 51 |
| 6.1.2 | Θύρες μικροελεγκτή..... | 52 |
| 6.1.3 | Πλατφόρμες προγραμματισμού του NodeMCU esp8266 | 54 |
| 6.1.4 | Πλεονεκτήματα nodeMCU esp8266..... | 55 |
| 6.2 | HC-06 Bluetooth | 56 |
| 6.2.1 | Χαρακτηριστικά HC-06..... | 56 |
| 6.2.2 | Θύρες HC-06..... | 57 |
| 6.2.3 | Πλεονεκτήματα HC-06..... | 58 |
| 6.3 | Αισθητήρας υγρασίας-θερμοκρασίας DHT11 | 58 |
| 6.3.1 | Χαρακτηριστικά αισθητήρα DHT11 | 59 |
| 7 | Λογισμικό κατασκευής..... | 61 |
| 7.1 | Android studio..... | 61 |
| 7.1.1 | Java και Android SDK..... | 62 |
| 7.1.2 | Γραφικό περιβάλλον διεπαφής χρήστη..... | 65 |
| 7.2 | Arduino IDE..... | 67 |

| | |
|--|----|
| 8 Σύστημα Τηλεμετρίας με Bluetooth για την μέτρηση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας | 71 |
| 8.1 Συνδεσμολογία κατασκευής | 71 |
| 8.2 Λειτουργία Διάταξης | 72 |
| 8.3 Πλεονεκτήματα κατασκευής | 74 |
| 8.4 Εφαρμογές | 74 |
| 8.5 Παιρετέρω μελέτη..... | 76 |
| 9 Βιβλιογραφία | 77 |

1° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1 Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή στο Internet of Things

Το Internet of things (Διαδίκτυο των αντικειμένων) είναι μία ιδέα κατά την οποία ο εικονικός κόσμος της τεχνολογίας της πληροφορίας (Information Technology) ενσωματώνεται με τον πραγματικό κόσμο των αντικειμένων. Ο πραγματικός κόσμος γίνεται ακόμα πιο προσβάσιμος μέσω υπολογιστών και δικτυωμένων συσκευών τόσο στις επιχειρήσεις όσο και σε καθημερινές εφαρμογές. Έχοντας πρόσβαση σε κατάλληλα επεξεργασμένη πληροφορία, έχουμε την δυνατότητα να διαχειριστούμε ελεύθερα από μακροσκοπικό σε μικροσκοπικό επίπεδο, και ανάστροφα, και μπορούμε να υπολογίζουμε, να οργανώνουμε και να δρούμε αναλόγως. Ωστόσο, το Internet of Things είναι κάτι παραπάνω από ένα εργαλείο σχεδιασμένο για επιχειρήσεις, για την διαχείριση των διαδικασιών της πιο αποδοτικά και πιο αποτελεσματικά, αφού θα εισάγει μία ευκολότερη καθημερινότητα.

Η πρόσβαση σε πληροφορία πραγματικού χρόνου χρησιμοποιώντας υποδομές επικοινωνιών, οπουδήποτε οπουδήποτε όπως προτείνει η ιδέα του Internet of Things, απαιτεί ανοιχτές, επεκτάσιμες, ασφαλείς και τυποποιημένες υποδομές, οι οποίες δεν υπάρχουν ολοκληρωμένες σήμερα.



Εικόνα 1.1-1 :Το παγκόσμιο δίκτυο του Internet of Things

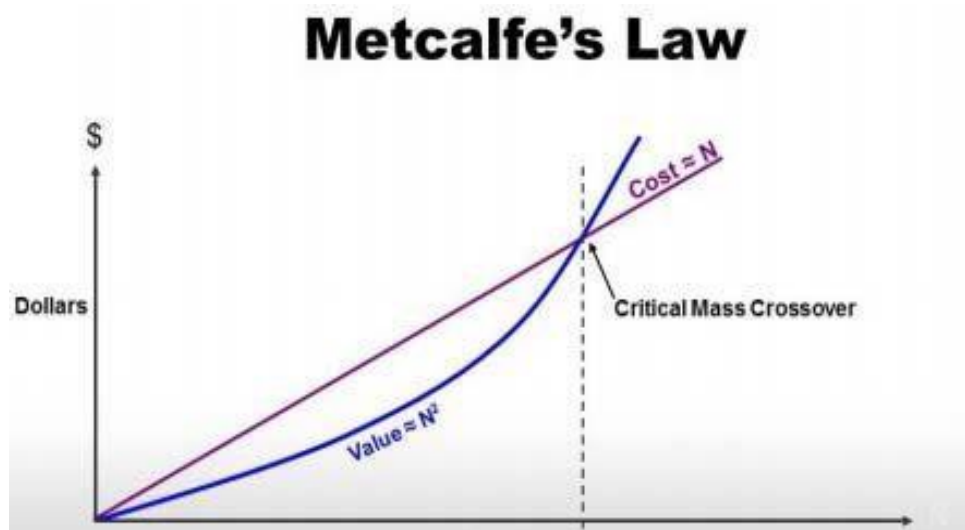
Ο όρος Internet of things δεν είναι ορισμένος με σαφήνεια. Έχει χρησιμοποιηθεί και έχει παρερμηνευθεί ως όρος εντυπωσιασμού, τόσο από την επιστημονική έρευνα όσο και από στρατηγικές πωλήσεων και μάρκετινγκ. Μέχρι και σήμερα παραμένει δύσκολο να καταλήξουμε σε ένα ξεκάθαρο ορισμό. Ένας ορισμός που έχει διατυπωθεί:

«Το Internet of Things είναι ένα ολοκληρωμένο μέρος του Future Internet και θα μπορούσε να οριστεί ως ένα δυναμικό παγκόσμιο δίκτυο με δυνατότητα αυτορρύθμισης, βασισμένο σε πρότυπα και διαλειτουργικά πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπου φυσικά και εικονικά αντικείμενα έχουν ταυτότητα, φυσικές ιδιότητες, εικονικές προσωπικότητες και χρησιμοποιούν ευφυείς διεπαφές και είναι απρόσκοπτα ενσωματωμένο στο δίκτυο της τεχνολογίας. Στο Internet of

Things, τα «αντικείμενα» (things) προβλέπεται ότι θα έχουν ενεργή συμμετοχή στις επιχειρήσεις, στην πληροφορία και στις κοινωνικές διαδικασίες, όπου θα είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν και να επικοινωνούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον ανταλλάσσοντας πληροφορίες και δεδομένα που «αισθάνονται» από το περιβάλλον τους, ενώ αντιδρούν αυτόνομα στα γεγονότα του πραγματικού κόσμου και το επηρεάζουν τρέχοντας διεργασίες που εκκινούν ενέργειες και δημιουργούν υπηρεσίες, με ή χωρίς την άμεση παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα. Διασυνδέσεις στην μορφή υπηρεσιών διευκολύνουν την αλληλεπίδραση με αυτά τα έξυπνα αντικείμενα μέσω του διαδικτύου, εξετάζοντας και αλλάζοντας την κατάσταση τους και κάθε πληροφορία που σχετίζεται με αυτά, λαμβάνοντας υπόψη θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας.

1.2 Το μέλλον του Internet of Things

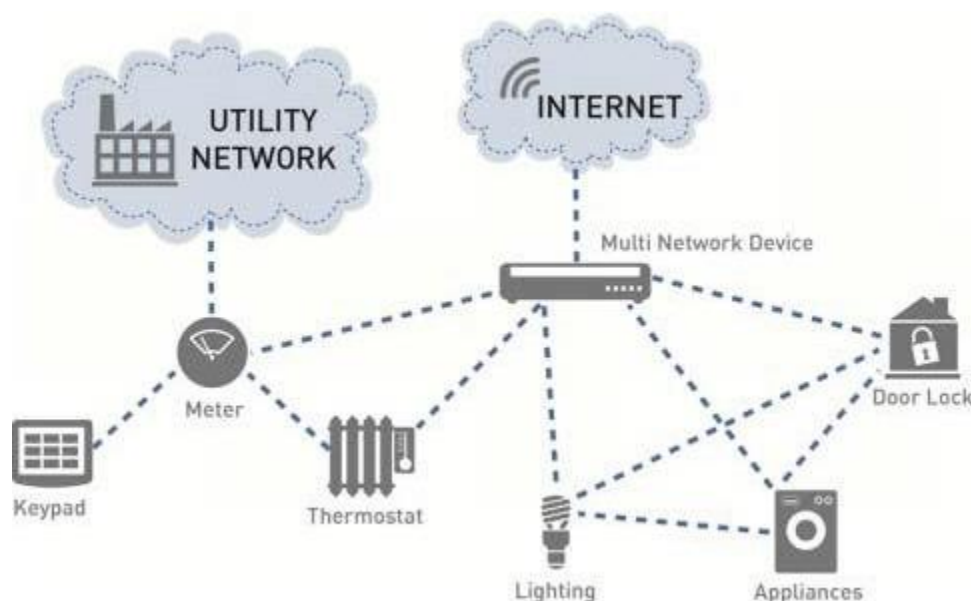
Το διαδίκτυο έχει εξελιχθεί πολύ τα τελευταία 30 χρόνια. Το παλιό IPv4 δίνει την σκυτάλη στο καινούργιο IPv6 έτσι ώστε κάθε συσκευή συνδεδεμένη στο διαδίκτυο να έχει την δικιά της IP. Η επικοινωνία μηχανής με μηχανή (M2M) βρίσκεται σε άνοδο, επιτρέποντας να ανταλλάσσουν και να δρουν πάνω σε δεδομένα χωρίς να ανθρώπινη επέμβαση. Η έκταση και η κλίμακα του διαδικτύου έχουν αλλάξει καθώς οι ηγέτες της βιομηχανίας προβλέπουν ότι ο αριθμός των διασυνδεδεμένων συσκευών θα ξεπεράσει τα 50 δις μέχρι το 2020. Η πρόκληση της βιομηχανίας ενσωματωμένων είναι να ξεκλειδώσει την αξία αυτού του αναπτυσσόμενου δικτύου διασυνδεδεμένων συσκευών, που συχνά αναφέρεται ως Internet of Things.



Εικόνα 1.2-1: Metcalfe's Law

Σύμφωνα με τον νόμο του Metcalfe, η αξία ενός δικτύου είναι ίση με το τετράγωνο του αριθμού συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε αυτό. Στα άκρα του Internet of Things είναι συσκευές και εξοπλισμός που χρησιμοποιούμε κάθε μέρα. Αυτά τα «πράγματα» είναι διασυνδεδεμένα μέσω μίας υποδομής χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό τρόπων επικοινωνίας παρέχοντας μια ισχυρή αμφίδρομη σχέση επικοινωνίας, χαμηλής καθυστέρησης για γρήγορη ανταπόκριση, χαμηλής ισχύος και επαρκή ρυθμό δεδομένων για την συγκέντρωση δεδομένων από πολλές συνδεδεμένες συσκευές. Η υποδομή αυτή χρησιμεύει επίσης ως πύλη(gateway) προς το διαδίκτυο και επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο συσκευών από άλλα δίκτυα, εταιρίες κοινής ωφέλειας και τελικούς χρήστες.

Η πλειοψηφία των συνδεδεμένων συσκευών στο Ιot είναι κόμβοι οι οποίοι βρίσκονται στα άκρα του δικτύου. Αυτοί οι κόμβοι περιέχουν μικροελεγκτές (MCU), ασύρματες συσκευές, αισθητήρες και ενεργοποιητές (actuators) τα οποία είναι για το Internet of Things το 'μυαλό', τα 'μάτια' και τα 'δάκτυλα' του. Είναι λογικό ότι οι χρήστες δεν θέλουν να παρακολουθούν 50 ή και παραπάνω αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στο σπίτι τους για να ελέγξουν αν έχουν ενεργοποιημένο τον κλιματισμό ταυτόχρονα με ανοιχτά παράθυρα. Οι πληροφορίες που συλλέγουν αυτές οι συσκευές είναι σημαντικές, όπως και η ικανότητα τους να επικοινωνούν μεταξύ τους και να παίρνουν μόνες τους αποφάσεις ώστε να μην χρειάζεται να το κάνουμε εμείς.



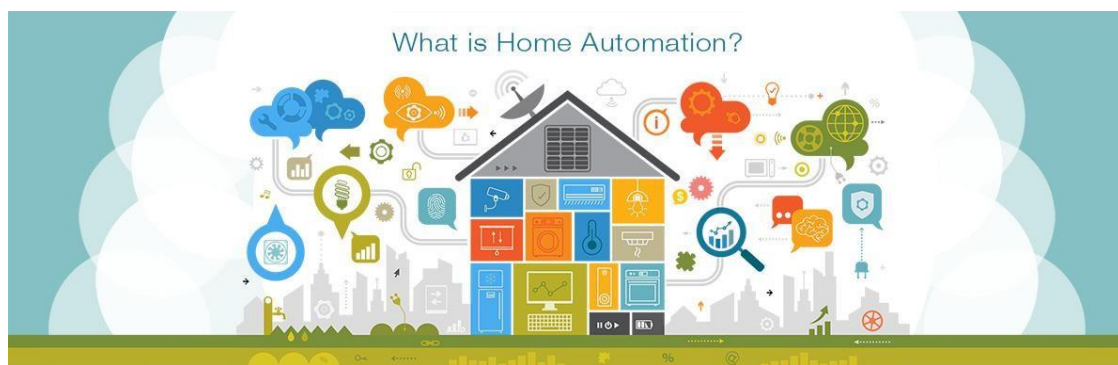
Εικόνα 1.2-2 : Οι συσκευές που συνεχώς ενσωματώνονται στο δίκτυο του Ιot

Οι προκλήσεις για την ενσωμάτωση εφαρμογών διασυνδεδεμένων συσκευών στο Internet of Things είναι αρκετά διαφορετικές από τις παραδοσιακές δικτυακές τερματικές συσκευές. Οι κατασκευαστές οικιακών συσκευών και φωτισμού, για παράδειγμα, πρέπει να βρουν νέους τρόπους δικτύωσης και ενσωματωμένο λογισμικό ώστε τα προϊόντα τους να ξεπεράσουν τις βασικές

τους ικανότητες. Αυτή τη ανάπτυξη μπορούν να την κάνουν οι εταιρίες είτε μόνες τους είτε σε συνεργασία με εταιρίες που έχουν ήδη δημιουργήσει τέτοια προϊόντα και μπορούν εύκολα να τα εισάγουν στα δικά τους συστήματα.

1.3 Συλλαμβάνοντας την ιδέα του Internet of Things

Οι ευφυείς μετρητές (smart meters) είναι ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα μίας υψηλού-προφίλ εφαρμογής IoT. Αντί να μετρούν απλά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, οι μετρητές αυτοί επιτρέπουν στις εταιρίες κοινής ωφέλειας (πχ ΔΕΗ) να επικοινωνούν με τους καταναλωτές σχεδόν σε πραγματικό χρόνο ώστε να απενεργοποιήσουν τις συσκευές υψηλού φορτίου, όπως οι συσκευές κλιματισμού, κατά την αιχμή της ζήτησης. Το αποτέλεσμα είναι χαμηλότερος λογαριασμός για τους καταναλωτές, καθώς και μια μετατόπιση του υψηλού φορτίου με αποτέλεσμα οι εταιρίες παροχής ηλεκτρισμού να μην χρειάζεται να επενδύσουν για εγκατάσταση παραπάνω φορτίων για να ανταπεξέλθουν στην ζήτηση μόλις λίγων ημερών, που η ζήτηση τείνει να ξεπεράσει την παραγωγή. Οι ευφυείς μετρητές είναι μόνο μία πτυχή του επερχόμενου έξυπνου σπιτιού (smart home). Εκτός από την κοινή χρήση αρχείων και περιεχόμενου πολυμέσων, τα οικιακά δίκτυα επιτρέπουν ένα πιο μεγάλο εύρος εφαρμογών ασφαλείας, παρακολούθησης και αυτοματοποίησης που περιλαμβάνουν έξυπνο φωτισμό και συσκευές. Η ύπαρξη ακόμα και μικρού αριθμού αισθητήρων (πχ κίνησης, υγρασίας, θερμοκρασίας, θραύση γυαλιού) δημιουργεί ένα ισχυρό δίκτυο πλέγμα (mesh network) το οποίο επεκτείνει τις δυνατότητες όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε αυτό. Το IoT για την ακρίβεια μπορεί να προσφέρει σημαντικό όφελος στον βιομηχανικό αυτοματισμό, έλεγχο φωτισμού, οικιακό/κτιριακό αυτοματισμό, ασφάλεια και παρακολούθηση, υγεία και γυμναστική. Ο όρος appcessory (εφαρμογή-αξεσουάρ) έχει ήδη επινοηθεί για να περιγράψει εφαρμογές έξυπνων κινητών που μπορούν να επικοινωνήσουν και να ελέγξουν αισθητήρες και φώτα στο σπίτι ή στην επιχείρηση.



Εικόνα 1.3-1: Ο αυτοματισμός σπιτιού με το Internet of Things

Μία εφαρμογή του νόμου του Metcalfe περιλαμβάνει συσκευές που δεν είναι χρήσιμες όταν εγκαθίστανται μόνες τους, αλλά μπορούν να προσθέσουν τεράστια αξία όταν μπορούν να αξιοποιήσουν τις υπάρχουσες υποδομές. Σκεφτείτε την μείωση της ενέργειας αναμονής, της ενέργειας δηλαδή που

καταναλώνουν συσκευές που δεν χρησιμοποιούνται όπως τηλεοράσεις και υποσυστήματα. Εκτιμάται ότι αυτή η ισχύς είναι μεταξύ του 7-15% της συνολικής οικιακής ηλεκτρικής ισχύς. Η εγκατάσταση ενός αισθητήρα κίνησης για την ανίχνευση παρουσίας μέσα σε ένα δωμάτιο ώστε να ενεργοποιείται-απενεργοποιείται η ισχύς σε αυτές τις συσκευές θα ήταν ίσως απαγορευτική λόγω κόστους. Ωστόσο αν η τηλεόραση μπορεί να χρησιμοποιήσει τους αισθητήρες κίνησης που είναι ήδη εγκατεστημένοι από το σύστημα συναγερμού, τότε η ενέργεια αναμονής μπορεί να μειωθεί με έναν οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Οι αισθητήρες ενός συστήματος συναγερμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Για παράδειγμα για να ανοιγοκλείνουν τα φώτα όταν ένα άτομο εισέρχεται- εξέρχεται σε ένα δωμάτιο. Τέτοιου είδους αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών συστημάτων μπορεί να δώσει έναν μεγάλο αριθμό πλεονεκτημάτων στους χρήστες:

1) Υψηλότερη απόδοση: όταν μια συσκευή είναι συνδεδεμένη στο Internet of Things τότε μπορεί να καθορίζει την καλύτερη χρονική στιγμή για να λειτουργήσει πχ λειτουργία πλυντηρίου τις ώρες χαμηλής ζήτησης (βραδινό τιμολόγιο)

2) Προληπτική χρήση: σήμερα μπορεί ένας χρήστης να ρυθμίσει το κλιματιστικό να δουλεύει λίγο πριν γυρίσει σπίτι από την δουλειά του. Αν αργήσει όμως τότε θα λειτουργεί χωρίς λόγο. Έξυπνα οικιακά συστήματα μπορούν να ελέγχονται απομακρυσμένα ώστε να μην υπάρχουν αυτές οι απώλειες.

3) Προληπτική συντήρηση: έξυπνες συσκευές μπορούν να παρακολουθούν την λειτουργική τους 'υγεία' και να ειδοποιήσουν τους χρήστες οι τις εταιρίες κατασκευής τους για πιθανές βλάβες προτού οδηγηθεί σε παύση λειτουργίας.

4) Κοινή διεπαφή ελέγχου: δεδομένου ότι οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις δίκτες τους έξυπνες συσκευές (smartphones- tablets) για να διαχειριστούν το δίκτυο τους, υπάρχει η δυνατότητα για μία εφαρμογή ελέγχου για όλες τις συσκευές και έτσι ο χρήστης δεν χρειάζεται να μάθει ένα διαφορετικό γραφικό περιβάλλον για κάθε νέα συσκευή ή κόμβο που συνδέεται στο δίκτυο.

5) Ευκολία χρήσης: όταν οι συσκευές μπορούν να διαχειρίζονται μέσα σε ένα δίκτυο, οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να ελέγχουν το δίκτυο από οπουδήποτε επιθυμούν, χρησιμοποιώντας τις εφαρμογές που επιθυμούν. Η αντιμετώπιση προβλημάτων επίσης απλοποιείται σε μεγάλο βαθμό. Για παράδειγμα, αντί μία συσκευή όταν παρουσιάζει σφάλμα να ενεργοποιεί κάποια LED, θα μπορούσε να περιγράψει με σαφήνεια τα λειτουργικά σφάλματα και προβλήματα.

Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι πολλές από αυτές τις αλληλεπιδράσεις γίνονται μεταξύ συσκευών (M2M) και δεν απαιτούν την ανάμειξη του χρήστη. Αντί δηλαδή κάθε σύστημα να λειτουργεί ανεξάρτητα και να παίρνει αποφάσεις με περιορισμένα δεδομένα, το Internet of Things επιτρέπει τα συστήματα να μοιράζονται πληροφορίες για να επεκτείνουν σε μεγάλο βαθμό τις δυνατότητες και την αξία τους πέρα από τον αρχικό τους σχεδιασμό. Η σύγκλιση των διάφορων εφαρμογών επιτρέπει σε όλες να δουλεύουν καλύτερα. Η ισχύς του νόμου του Metcalfe σημαίνει ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις σε κάθε κλάδο. Ενώ μία εταιρία συστημάτων ασφαλείας θα μπορούσε να επεκταθεί στον χώρο του φωτισμού και των οικιακών

αυτοματισμών, θα μπορούσε αντ' αυτού να συνεργαστεί με καθιερωμένους κατασκευαστές φωτισμού ή αυτοματισμών, ώστε να δημιουργήσουν προϊόντα και υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας. Αυτή είναι η δύναμη ενός οικοσυστήματος. Το Internet of Things επιτρέπει προμηθευτές ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, προμηθευτές λογισμικού, κατασκευαστές ηλεκτρικών συσκευών και παρόχους υπηρεσιών να επικεντρωθούν στις ικανότητες τους και να αξιοποιήσουν τα πλεονεκτήματα των εταιρικών σχέσεων για την δημιουργία καινοτόμων εφαρμογών για τους καταναλωτές.[1]

1.4 Διαλειτουργικότητα μέσω στάνταρ πρωτόκολλων

Για να λειτουργήσει το Internet of Things πρέπει όλες οι συσκευές να συνδέονται χωρίς διακοπή. Ωστόσο δεν υπάρχει μόνο μία ασύρματη ή ενσύρματη τεχνολογία που να μπορεί να εξυπηρετήσει αποτελεσματικά ένα ολόκληρο δίκτυο. Για την ανάπτυξη οικονομικά αποδοτικών προϊόντων, οι μηχανικοί πρέπει να είναι σε θέση να επιλέξουν τον βέλτιστο τρόπο και πρωτόκολλο επικοινωνίας για την εφαρμογή τους. Ως αποτέλεσμα το Internet of Things στηρίζεται σε μια ποικιλία διαφορετικών διασυνδέσεων.

Για να μπορούν οι συσκευές να επικοινωνήσουν με το διαδίκτυο πρέπει σε κάποιο σημείο του καναλιού επικοινωνίας να υποστηρίζει πρωτόκολλο IP. Στα άκρα του δικτύου ωστόσο, το πρωτόκολλο IP μπορεί να είναι πολύ πλήρες πρωτόκολλο με μεγάλη επιβάρυνση σε δεδομένα αλλά και σε κόστος. Ομοίως αν και το Wi-Fi έχει πολύ καλή συνδεσιμότητα, καταναλώνει μεγάλη ισχύ, την στιγμή που πολλές συσκευές είναι περιορισμένες στην χρήση μπαταρίας ή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι συνδεδεμένες συσκευές πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν πρωτόκολλα όπως το ZigBee και το 6LoWPAN που είναι 'ελαφριά' και ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων αντανάκλα τις απαιτήσεις τους. Συσκευές που συνδέονται στο Internet of Things μέσω ενός κεντρικού ελεγκτή μπορούν να χρησιμοποιήσουν IP πρωτόκολλο, δεδομένου ότι τα δεδομένα συγκεντρώνονται και μετατρέπονται πριν περάσουν στο διαδίκτυο μέσω μιας συσκευής πύλης (gateway). Ο ιδανικός συνδυασμός ασύρματων τεχνολογιών και πρωτοκόλλων εξαρτάται από τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής. Σήμερα, το Wi-Fi αποτελεί την κατάλληλη τεχνολογία όταν χρειαζόμαστε υψηλή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, όπως κατά την μεταφορά βίντεο. Για εφαρμογές με χαμηλό εύρος ζώνης, που δεν χρειάζονται άμεση αλληλεπίδραση με τον χρήστη, το 2.4 GHz ZigBee και τεχνολογίες που δουλεύουν κάτω από το 1 GHz παρουσιάζουν πολύ χαμηλότερη κατανάλωση για την δημιουργία ασύρματης σύνδεσης, ιδιότητα η οποία τις καθιστά ιδανικές για ενσωματωμένα συστήματα.

Για απλές εφαρμογές, όπως το άνοιγμα μιας γκαραζόπορτας ή γενικά συστήματα που απαιτούν μεγάλες αποστάσεις συνδεσιμότητας, πχ συστήματα άρδευσης, η βέλτιστη προσέγγιση είναι τεχνολογίες κάτω από GHz (sub-GHz). Αν η εφαρμογή μας χρειάζεται αμφίδρομη επικοινωνία, ασφάλεια ή/και ένα μεγάλο αριθμό κόμβων που πρέπει να συνδεθούν στο δίκτυο πλέγμα (mesh), τότε είναι καταλληλότερη λύση το ZigBee ή αντίστοιχες τεχνολογίες. Υιοθετώντας τοπολογία πλέγματος (mesh topology) είναι ιδανική για πολλές

εφαρμογές Internet of Things. Θεωρείστε ένα οικιακό σύστημα φωτισμού που ο αριθμός των κόμβων μπορεί εύκολα να υπερβεί 30 φώτα και αισθητήρες. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα Wi-Fi router μπορεί να μην είναι σε θέση να παρέχει κάλυψη σε ολόκληρο το σπίτι, ένα δίκτυο πλέγματος επιτρέπει κάλυψη σε κάθε θέση του σπιτιού με το χαμηλότερο κόστος ανά κόμβο. Επιπλέον, πλεγματικά δίκτυα, μπορούν αυτόματα να ρυθμίζουν νέες συσκευές, έτσι ώστε να αξιοποιήσουν πρότυπα χρήσης που το σύστημα ήδη γνωρίζει. Η επεκτασιμότητα είναι επίσης ένας κρίσιμος παράγοντας. Το Bluetooth για παράδειγμα περιορίζεται στις 7 συσκευές ανά δίκτυο και το Wi-Fi στις 32. Δίκτυα πλέγματος είναι σε θέση να ενσωματώσουν πολλές περισσότερες συσκευές.

1.5 Πετυχαίνοντας χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος

Επειδή οι συσκευές στα άκρα του δικτύου συνήθως εκτελούν πολύ περιορισμένες εργασίες, τείνουν να έχουν αρκετά απλή αρχιτεκτονική που επικεντρώνεται στην συλλογή, την επεξεργασία απλών δεδομένων και την λειτουργία συνδεσιμότητας. Αν μια τέτοια συσκευή χρειάζεται ένα μικροελεγκτή 8-bit ή 32-bit εξαρτάται κυρίως από τους τύπους των υπολογισμών που πρέπει να εκτελέσει. Ο μεγαλύτερος δίαυλος επικοινωνίας, και τα προηγμένα περιφερειακά ενός μικροελεγκτή 32-bit επιτρέπουν σημαντικά ταχύτερη μεταφορά δεδομένων και επεξεργαστική ισχύ από ένα 8-bit μικροελεγκτή, έτσι ώστε οι συσκευές να μπορούν να επιστρέψουν γρηγορότερα σε αδρανοποίηση (sleep mode) για καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Για πολλές συσκευές στα άκρα του δικτύου, όπως αισθητήρες φωτός και κίνησης που τοποθετούνται σε όλο το σπίτι, το κόστος εγκατάσταση καινούργιας καλωδίωσης για να τροφοδοτηθούν αυτές οι συσκευές είναι απαγορευτικό σε σύγκριση με το ίδιο το κόστος της συσκευής και την λειτουργία που θα εκτελέσει. Κατά συνέπεια αυτές οι συσκευές πρέπει να προσφέρουν υψηλότερη αποδοτικότητα ισχύος, ώστε να μπορούν να λειτουργούν με την χρήση μπαταρίας ή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον αυτές οι συσκευές πρέπει να είναι εύκολες στην εγκατάσταση, ακόμα και σε δύσκολα προστασία σημεία και πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργούν μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να απαιτείται αντικατάσταση της μπαταρίας τους. Οι μικροεπεξεργαστές που χρησιμοποιούν οι συσκευές στα άκρα του δικτύου, ιδανικά στηρίζουν πολλές λειτουργίες ενέργειας, επιτρέποντας στα περιφερειακά να λειτουργούν αυτόνομα σε διαφορετικές συχνότητες όταν ο επεξεργαστής αδρανοποιείται. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεση πρόσβαση στην μνήμη (DMA) για συλλογή δεδομένων του αισθητήρα και ο επεξεργαστής να ενεργοποιείται μόνο όταν η προσωρινή μνήμη (buffer) έχει γεμίσει με δεδομένα προς επεξεργασία. Αυτές οι αρχιτεκτονικές είναι επίσης πολύ εξειδικευμένες για την μετάβαση από και προς την κατάσταση αναμονής γρηγορότερα, με στόχο την χαμηλότερη κατανάλωση κατά την ενεργοποίηση του επεξεργαστή.

1.6 Σημασία λογισμικού και σχεδιασμού εφαρμογών

Το λογισμικό διαδραματίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων που χρειάζονται για να οικοδομηθεί το Internet of Things. Μπορεί το υλικό (hardware) να είναι το θεμέλιο για συνδεσιμότητα, το λογισμικό όμως επιτρέπει να πραγματοποιούνται οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συσκευών (M2M) που εξασφαλίζουν ότι οι συσκευές λειτουργούν με έναν αξιόπιστο και συνεπή τρόπο ανεξάρτητα από το περιβάλλον λειτουργίας τους. Αρκεί να σκεφτούμε πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η ποιότητα μίας ασύρματης σύνδεσης στο περιβάλλον λειτουργίας της, πχ κάθε χρήστης κινητού, έχει νιώσει την ανάγκη να μετακινηθεί μέσα στο σπίτι του για να έχει καλύτερο σήμα. Συσκευές όπως ένας θερμοστάτης δεν πρόκειται να μετακινηθούν μετά την εγκατάστασή τους για να έχουν καλύτερο σήμα. Η καθυστέρηση (latency) έχει επίσης σημασία, μετά από 100ms χωρίς ανταπόκριση, οι περισσότεροι χρήστες έχουν την τάση να ξαναπατήσουν ένα κουμπί. Το λογισμικό είναι αυτό που κάνει τα ασύρματα δίκτυα ισχυρά. Διασφαλίζει ότι τα μηνύματα έχουν ληφθεί και αξιοποιούνται, όπως πχ το ότι ένα φως όντως άναψε.

Το λογισμικό είναι αυτό που επιτρέπει στους προγραμματιστές να εφαρμόσουν μεγαλύτερη ευφυΐα και ευελιξία σε συσκευές, ώστε να μπορούν να εντοπίζουν προβλήματα, να δημιουργούν εξαιρέσεις και ενδεχομένως να λύνουν προβλήματα χωρίς να χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση. Οι προγραμματιστές μπορούν επίσης να εφαρμόσουν προηγμένες λειτουργίες μέσω του λογισμικού. Για παράδειγμα, είναι χρήσιμο να μπορεί κάποιος να ενεργοποιήσει ένα φως απομακρυσμένα, αλλά είναι ακόμα πιο χρήσιμο να μπορεί να ενημερώσει τον χρήστη ότι χρειάζεται αντικατάσταση. Το λογισμικό είναι αυτό που επεκτείνει το δυνατό εύρος του αυτόνομου ελέγχου με στόχο την περαιτέρω βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ευκολίας. Σκεφτείτε ότι ένα έξυπνο δίκτυο αισθητήρων θα μπορούσε να καθορίσει αν δεν είναι κανείς στο σπίτι και να απενεργοποιήσει όλες τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας λειτουργίας, αν πολλαπλασιαστεί επί εκατοντάδες εκατομμύρια νοικοκυριά, είναι σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Το λογισμικό χρησιμεύει επίσης ως γέφυρα μεταξύ δικτύων και ελεγκτών. Για παράδειγμα, ορισμένοι χρήστες θα προτιμούσαν να ελέγχουν τις συσκευές τους από το κινητό τους και άλλοι από τον υπολογιστή τους. Ευέλικτο, εύκολο στην χρήση λογισμικό, είναι ένα τρόπος για τις κατασκευάστριες εταιρίες να ξεχωρίζουν τα προϊόντα τους από τους ανταγωνιστές τους. Η πραγματικότητα είναι ότι οδηγούμαστε σε έναν κόσμο βασισμένο στις εφαρμογές. Μικροελεγκτές, αισθητήρες και ασύρματες συνδέσεις μπορεί να αποτελούν το θεμέλιο του Internet of Things, αλλά η πραγματική καινοτομία θα συμβεί στον χώρο του λογισμικού. Έτσι και αλλιώς, τι αξία θα είχαν τα δεδομένα από αισθητήρες αν δεν ξέραμε πώς να τα επεξεργαστούμε. Το κλειδί σε αυτό είναι η διαλειτουργικότητα και τα ανοιχτά πρότυπα, που επιτρέπουν σε ένα μεγάλο εύρος συσκευών να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Αυτή η δυνατότητα επικοινωνίας συσκευή με συσκευή αυξάνει την αξία του δικτύου και αφού έχει δημιουργηθεί το δίκτυο, περισσότερη πληροφορία και ευφυΐα μπορούν να αποκομισθούν με ένα αμελητέο πρόσθετο κόστος. Για να επιτευχθεί αυτό το επίπεδο πολυπλοκότητας, το λογισμικό πρέπει να παρέχει στις συσκευές ένα κοινό επίπεδο εφαρμογής το οποίο να μοιράζονται οι

συσκευές και οι εφαρμογές. Με αυτό τον τρόπο η υποβόσκουσα τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την μεταφορά δεδομένων, ελευθερώνει τον προγραμματιστή να καινοτομήσει γύρω από μία εφαρμογή IoT.[2]

1.7 Εφαρμογές του Internet of Things

Το Internet of Things είναι γεγονός και έχει υιοθετηθεί από ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών. Η ευελιξία του IoT το καθιστά μια ελκυστική επιλογή για επιχειρήσεις, οργανισμούς και κυβερνητικά καταστήματα και δεν πρέπει να το αγνοήσουμε. Στη συνέχεια παρατείθονται παραδείγματα της χρήσης του από διάφορες βιομηχανίες και πώς το IoT μπορεί να εφαρμοστεί καλύτερα.

1.7.1 Εφαρμογή στη Γεωργία

Το IoT κάνει την παρακολούθηση και τη διαχείριση των μικροκλιματικών συνθηκών πραγματικότητα, γεγονός που με τη σειρά του αυξάνει την παραγωγή. Για εξωτερική φύτευση, οι συσκευές που χρησιμοποιούν τεχνολογία IoT μπορούν να ανιχνεύσουν την υγρασία και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, σε συνδυασμό με τα δεδομένα καιρού, να ελέγξουν καλύτερα τα έξυπνα συστήματα άρδευσης και τα λιπάσματα. Εάν τα συστήματα καταιωνιστήρων διανέμουν νερό μόνο όταν αυτό απαιτείται, για παράδειγμα, αυτό αποτρέπει την σπατάλη ενός πολύτιμου πόρου.

1.7.2 Εφαρμογές στην καθημερινότητα

Για τον πολίτη, οι συσκευές IoT με τη μορφή φορητών και έξυπνων σπιτιών κάνουν τη ζωή ευκολότερη. Τα είδη ένδυσης καλύπτουν αξεσουάρ όπως το Fitbit, τα smartphones, τα ρολόγια της Apple, οι οθόνες υγείας, για να αναφέρουμε μερικά. Αυτές οι συσκευές βελτιώνουν την ψυχαγωγία, τη συνδεσιμότητα δικτύου, την υγεία και την ικανότητα.

Τα έξυπνα σπίτια φροντίζουν πράγματα όπως η ενεργοποίηση των περιβαλλοντικών ελέγχων, έτσι ώστε το σπίτι σας να βρίσκεται σε μέγιστη άνεση όταν επιστρέψετε στο σπίτι. Το δείπνο που απαιτεί είτε ένα φούρνο μπορεί να ξεκινήσει από απόσταση, έτσι ώστε το φαγητό είναι έτοιμο όταν φτάσετε. Η ασφάλεια γίνεται πιο προσβάσιμη, καθώς ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να ελέγχει εξ αποστάσεως συσκευές και φώτα, καθώς και την ενεργοποίηση μιας έξυπνης κλειδαριάς για να επιτρέψει στους κατάλληλους ανθρώπους να εισέλθουν στο σπίτι ακόμα κι αν δεν διαθέτουν κάποιο κλειδί.

1.7.3 Εφαρμογή στην υγειονομική περίθαλψη

Πρώτα απ' όλα, οι φορητές συσκευές IoT επιτρέπουν στα νοσοκομεία να παρακολουθούν την υγεία των ασθενών τους στο σπίτι, μειώνοντας έτσι τη διαμονή σε νοσοκομείο παρέχοντας παράλληλα τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο που μπορούν να σώσουν ζωές. Στα νοσοκομεία, τα έξυπνα κρεβάτια διατηρούν το προσωπικό ενήμερο για τη διαθεσιμότητα, μειώνοντας έτσι το χρόνο αναμονής για ελεύθερο χώρο. Η τοποθέτηση αισθητήρων IoT στον κρίσιμο εξοπλισμό σημαίνει λιγότερες καταστροφές και αυξημένη αξιοπιστία, πράγμα που μπορεί να σημαίνει τη διαφορά μεταξύ ζωής και θανάτου.

Η φροντίδα των ηλικιωμένων γίνεται πολύ πιο άνετη με το IoT. Εκτός από την προαναφερθείσα παρακολούθηση κατοικίας σε πραγματικό χρόνο, οι αισθητήρες μπορούν επίσης να καθορίσουν εάν ένας ασθενής έχει πέσει ή υποφέρει από καρδιακή προσβολή.

1.7.4 Εφαρμογή στην Ασφάλιση

Ακόμη και ο ασφαλιστικός κλάδος μπορεί να επωφεληθεί. Οι ασφαλιστικές εταιρείες μπορούν να προσφέρουν στους αντισυμβαλλόμενους τους εκπτώσεις για τα «φορεματάκια» του IoT όπως το Fitbit. Χρησιμοποιώντας την κατανόηση της φυσικής κατάστασης, ο ασφαλιστής μπορεί να προσφέρει προσαρμοσμένες πολιτικές και να ενθαρρύνει υγιεινές συνήθειες, οι οποίες μακροπρόθεσμα ωφελούν τον καθένα, τον ασφαλιστή και τον πελάτη.

1.7.5 Εφαρμογές στην μεταφορά

Μέχρι αυτή την περίοδο, οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν ακούσει για την πρόοδο που έχει σημειωθεί με την αυτο-οδήγηση αυτοκινήτων. Αλλά αυτό είναι μόνο ένα κομμάτι των τεράστιων δυνατοτήτων στον τομέα των μεταφορών. Το GPS, το οποίο είναι ένα άλλο παράδειγμα του IoT που χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τις εταιρείες μεταφορών να σχεδιάσουν ταχύτερες και αποδοτικότερες διαδρομές για φορητά που μεταφέρουν φορτία, επιταχύνοντας έτσι τους χρόνους παράδοσης. Επίσης, οι πολεοδόμοι μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν αυτά τα δεδομένα για να βοηθήσουν στον προσδιορισμό των μοντέλων κυκλοφορίας, της ζήτησης χώρου στάθμευσης και της κατασκευής και συντήρησης οδών.

1.7.6 Εφαρμογές στην παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών

Οι αισθητήρες IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών όπως η υγρασία, η θερμοκρασία και ο φωτισμός. Οι πληροφορίες που παρέχονται από τους αισθητήρες IoT μπορούν να βοηθήσουν στη δημιουργία αλγορίθμων που ρυθμίζουν τη χρήση ενέργειας και κάνουν τις κατάλληλες προσαρμογές, εξαλείφοντας την ανθρώπινη εξίσωση

Με τον περιβαλλοντικό έλεγχο που βασίζεται στο IoT, οι επιχειρήσεις και οι ιδιωτικές κατοικίες μπορούν να βιώσουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία μακροπρόθεσμα ωφελεί όλους, συμπεριλαμβανομένου του περιβάλλοντος.

Σε μεγαλύτερη κλίμακα, τα δεδομένα που συλλέγονται από το Ίντερνετ των πραγμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν στην αποτελεσματικότερη λειτουργία των δημοτικών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας, αναλύοντας παράγοντες όπως η χρήση. Επιπλέον, οι αισθητήρες μπορούν να βοηθήσουν στην ταχύτερη εντοπισμό των διακοπών, αυξάνοντας έτσι τον χρόνο απόκρισης των πληρωμάτων επισκευής και μειώνοντας τους χρόνους συσσώρευσης. [3]

2° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ

2 Ασύρματες τεχνολογίες δικτύωσης

2.1 Μοντέλο OSI

Το μοντέλο αναφοράς Ανοικτής Διασύνδεσης Συστημάτων, ή μοντέλο αναφοράς OSI (αγγλ. OSI reference model) είναι μια διαστρωματωμένη, αφηρημένη περιγραφή για τη σχεδίαση τηλεπικοινωνιακών και δικτυακών πρωτοκόλλων η οποία καθορίστηκε από την πρωτοβουλία Ανοικτή Διασύνδεση Συστημάτων – OSI. Είναι γνωστό και ως μοντέλο των επτά επιπέδων. Το μοντέλο OSI υποδιαιρεί τις λειτουργίες ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου σε μια «κατακόρυφη» στοίβα από επίπεδα, για το καθένα από τα οποία μπορεί να οριστεί κάποιο πρωτόκολλο σε μία συγκεκριμένη υλοποίηση. Κάθε επίπεδο αξιοποιεί τις λειτουργίες του κατώτερου του στη στοίβα επιπέδου, ενώ στόχος του είναι να παρέχει λειτουργικότητα στο αμέσως ανώτερο επίπεδό του. Μία συγκεκριμένη υλοποίηση του μοντέλου, με καθορισμένα πρωτόκολλα για κάθε επίπεδο, ονομάζεται στοίβα πρωτοκόλλων ή απλά στοίβα. Το κάθε πρωτόκολλο υλοποιείται είτε σε υλικό είτε σε λογισμικό. Συνήθως τα κατώτερα επίπεδα υλοποιούνται στο υλικό ενώ τα ανώτερα σε λογισμικό.

2.2 Wi-Fi

Το IEEE 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet) στην ασύρματη περιοχή. Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως «WiFi» επειδή η WiFi Alliance, ένας οργανισμός ανεξάρτητος της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που υπακούν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων.

2.2.1 Εμβέλεια

Τα δίκτυα Wi-Fi έχουν περιορισμένη εμβέλεια. Ένα τυπικό ασύρματο σημείο πρόσβασης (AP) που χρησιμοποιεί 802.11b ή 802.11g με εργοστασιακή κεραία έχει εμβέλεια μέχρι 35 m σε εσωτερικό χώρο και 100 m σε εξωτερικό. Το πρωτόκολλο IEEE 802.11n, ωστόσο, μπορεί να υπερδιπλασιάσει την εμβέλεια. Η εμβέλεια ποικίλλει επίσης με τη ζώνη συχνοτήτων. Wi-Fi στο εύρος συχνοτήτων 2,4 GHz έχει ελαφρώς καλύτερη εμβέλεια από Wi-Fi στο εύρος συχνοτήτων των 5 GHz που χρησιμοποιείται από 802.11a και προαιρετικά με 802.11n. Στις ασύρματους δρομολογητές (routers) με αποσπώμενη κεραία, είναι δυνατόν να βελτιωθεί η εμβέλεια με την εγκατάσταση αναβαθμισμένων κεραιών οι οποίες έχουν υψηλότερο κέρδος σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις. Η εμβέλεια σε εξωτερικούς χώρους μπορεί να φτάσει σε πολλά χιλιόμετρα μέσω της χρήσης υψηλού κέρδους κατευθυντικές κεραιές στο δρομολογητή και στις απομακρυσμένες συσκευές.

| | 802.11n | 802.11g | 802.11b | 802.11a |
|--------------------------|---------------|---------|---------|---------|
| FREQUENCY | 2.4 and 5 Ghz | 2.4 Ghz | 2.4 Ghz | 5Ghz |
| N. antenna | at least 2 | 1 | 1 | 1 |
| Max. Data rate | 300Mbps | 54Mbps | 11Mbps | 54Mbps |
| Non-Overlapping Channels | 9-12 | 12 | 3-Jan | 12 |
| Cost of AP | +++ | ++ | + | +++ |

Πίνακας 2-1 : Χαρακτηριστικά 802.11

2.2.2 Κατανάλωση

Λόγω των αποστάσεων που μπορεί να φθάσει το Wi-Fi έχει σχετικά υψηλή κατανάλωση ισχύος. Η υψηλός ρυθμός μεταφοράς δεδομένων συμβάλλει επίσης αρνητικά στην κατανάλωση ισχύος. Μία τυπική κατανάλωση για δρομολογητή είναι 8-10 w.

2.2.3 Ασφάλεια

Το πιο κοινό πρωτόκολλο ασύρματης κρυπτογράφησης είναι το WEP (Wireless Equivalent), το οποίο έχει αποδειχθεί ότι παραβιάζεται πολύ εύκολα ακόμα και όταν είναι σωστά ρυθμισμένο. Η κρυπτογράφηση WPA και WPA2 (Wi-Fi Protected Access) έγινε διαθέσιμο το 2003 με σκοπό να επιλύσει αυτό το πρόβλημα.

2.2.4 Υλικό

Ένα σημείο ασύρματης πρόσβασης (WAP) συνδέει μία ομάδα ασύρματων συσκευών σε ένα παρακείμενο ενσύρματο δίκτυο LAN. Ένα σημείο πρόσβασης αντιπροσωπεύει έναν κόμβο του δικτύου, ο οποίος μεταφέρει δεδομένα μεταξύ των συνδεδεμένων συσκευών σε αυτό, και συνήθως είναι συνδεδεμένο με κάποια ενσύρματη συσκευή (πχ Ethernet switch ή ADSL modem) επιτρέποντας στις ασύρματες συσκευές να επικοινωνούν με άλλες ενσύρματες συσκευές και δίκτυα.

2.3 Bluetooth

Το Bluetooth είναι ένα ασύρματο πρότυπο για την μεταφορά δεδομένων σε μικρές αποστάσεις χρησιμοποιείται από σταθερές και φορητές συσκευές για την δημιουργία προσωπικών δικτύων (PAN). Εφευρέθηκε από την Ericsson το 1994, και αρχικά είχε σχεδιαστεί ως μία ασύρματη εναλλακτική για τα καλώδια δεδομένων RS-232. Μπορεί να συνδέσει διάφορες συσκευές, ξεπερνώντας τα προβλήματα συγχρονισμού.

2.3.1 Λειτουργία

Το Bluetooth λειτουργεί στην περιοχή εύρους 2.4-2.4835 GHz. Το Bluetooth χρησιμοποιεί ασύρματη τεχνολογία FHSS. Τα προς μεταφορά δεδομένα χωρίζονται σε πακέτα και κάθε πακέτο μεταδίδεται σε ένα από 79 κανάλια, εύρους 1MHz το καθένα. Το Bluetooth 4.0 έχει εύρος 2Mhz και χρησιμοποιεί 40 κανάλια.

Ο τρόπος σύνδεσης συσκευών Bluetooth είναι master-slave. Ένας κόμβος μπορεί να είναι ανά πάσα στιγμή master και μπορεί να συνδεθεί ταυτόχρονα μέχρι και 7 συσκευές, αν και δεν έχουν όλες οι συσκευές αυτή την δυνατότητα. Οι συσκευές μπορούν να αλλάξουν ρόλους, με κοινή συμφωνία και ένα slave να γίνει master.

2.3.2 Κατανάλωση

Όπως προαναφέρθηκε, το Bluetooth χρησιμοποιείται για δημιουργία δικτύων μικρής απόστασης. Η κατανάλωση κάθε συσκευής εξαρτάται από την απόσταση λειτουργίας, οποία την κατατάσσει ανάλογα σε μια κλάση. Χαρακτηριστικές καταναλώσεις φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΚΛΑΣΗ | ΜΕΓ. ΙΣΧΥΣ mW) | ΕΜΒΕΛΕΙΑ(μ) |
|-------|----------------|-------------|
| 1 | 100 | 100 |
| 2 | 2,5 | 10 |
| 3 | 1 | 1 |

Πίνακας 2-2 : Κλάσεις Bluetooth

Οι πλειοψηφία των συσκευών που τροφοδοτούνται με μπαταρία είναι κλάσης 2. Ακόμα και αν επικοινωνούν με κάποια συσκευή κλάσης 1, είναι προφανές ότι η εμβέλεια της σύνδεσης ορίζεται από την συσκευή μικρότερης εμβέλειας.

2.3.3 Ρυθμός μετάδοσης

Ο ρυθμός μετάδοσης καθορίζεται από την έκδοση του Bluetooth. Η εμβέλεια λειτουργίας καθώς και ο ρυθμός απόδοσης εξαρτάται από τις συνθήκες διάδοσης, τα υλικά που παρεμβάλλονται, ρύθμιση των κεραιών καθώς και η κατάσταση της μπαταρίας. Ο ρυθμός μετάδοσης (data rate) βάσει της έκδοσης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

| ΕΚΔΟΣΗ | ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ (Mbit/s) |
|---------|---------------------------|
| 1.2 | 1 |
| 2.0+EDR | 3 |
| 3.0+HS | 24 |
| 4.0 | 24 |

Πίνακας 2-3 : Ρυθμοί μετάδοσης Bluetooth

2.4 GSM

Το GSM (παγκόσμιο σύστημα κινητών επικοινωνιών) είναι ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε από το ευρωπαϊκό ινστιτούτο τηλεπικοινωνιών (ETSI) και περιγράφει πρωτόκολλα δεύτερης γενιάς (2G) κυψελοειδών δικτύων κινητής τηλεφωνίας.

2.4.1 Κυψελοειδής δομή δικτύου

Η εμβέλεια ενός δικτύου GSM σε μία γεωγραφική περιοχή για να γίνει, η περιοχή αυτή διαμερίζεται σε μικρότερες περιοχές που λέγονται κυψέλες, οι οποίες εφάπτονται μεταξύ τους με κάθε κυψέλη να έχει και ένα σταθμό βάσης (Base Station), συνθέτοντας έτσι μια δομή κυψελών. Η δομή αυτή επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειάζεται για την απαιτούμενη κάλυψη της μιας περιοχής κάνοντας επαναχρησιμοποίηση των συχνοτήτων. Με την μέθοδο αυτή αυξάνεται η χωρητικότητα του δικτύου αλλά πρέπει η ισχύς κάθε κυψέλης να είναι όση χρειάζεται ώστε να μην ξεπερνάει τα όρια της και να υπερχειλίζει άλλες κυψέλες της ίδιας δομής ενώ για να μην δημιουργείται ενδοκαναλική παρεμβολή σε γειτονικές κυψέλες η επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να απέχουν επαρκή απόσταση οι κυψέλες μιας δομής που έχουν την ίδια συχνότητα με τις κυψέλες μιας άλλης δομής. Η ενδοκαναλική παρεμβολή μειώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των κυψελών της δομής. Η ακτίνα κάθε κυψέλης σε αραιοκατοικημένες περιοχές είναι έως και 35Km ενώ σε πυκνοκατοικημένες περιοχές δεν ξεπερνά τα 300 μέτρα. Σε περιοχές με πολύ μεγάλη ζήτηση χωρητικότητας δικτύου όπως σε αστικά κέντρα, οι σταθμοί βάσης υπερφορτώνονται και έτσι υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερη χωρητικότητα του δικτύου. Έτσι για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός γίνεται διάσπαση των υπάρχοντων κυψελών σε μικρότερες, ενώ για αυτές χρησιμοποιούνται κεραίες μικρότερης ισχύος (macro bs - micro- bs - pico bs) όπως σε κτήρια, στο μετρό, Δημόσιους Οργανισμούς, οδικές αρτηρίες κτλ..

2.4.2 Αρχιτεκτονική

Ένα GSM δίκτυο χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη:

1) Τον Κινητό Σταθμό (Mobile Station): Έχει οπωσδήποτε πομπό-δέκτη, κεραία, οθόνη και την κάρτα SIM. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής στην Ευρώπη μιας κινητής μονάδας είναι στα 2 Watt ενώ σε Αυστραλία και Αμερική είναι 1,6W, οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία.

2) Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (Base Station Subsystem): Το BSS διαχειρίζεται τις κλήσεις σε μια γεωγραφική περιοχή όπου καλύπτεται από ένα σύνολο κεραιών διαφόρων μεγεθών σε σειρά σαν αυτούς που βλέπουμε σε

λόφους, παράσες πολυκατοικιών-εταιριών-σχολείων-οργανισμών κτλ. και κάθε τέτοια κεραία εξυπηρετεί και από μια κυψέλη. Το BSS χωρίζεται στο βασικό σταθμό πομπό-δέκτη Base Transceiver Station (BTS) και στο βασικό σταθμό ελέγχου Base Station Controller (BSC).

3) Το Υποσύστημα Δικτύου μεταγωγής (NNS- Network Switching Subsystem) που αποτελείται από: Το Κέντρο Διανομής (Mobile Switching Center), είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση, τον έλεγχο και την δρομολόγηση εισερχόμενων/εξερχόμενων κλήσεων μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ενός άλλου δικτύου ή άλλων.[4]

2.4.3 Πιστοποίηση και ασφάλεια

Ένας χρήστης για να μπορέσει να χρησιμοποιήσει το δίκτυο τότε το δίκτυο θα πρέπει πρώτα να τον πιστοποιήσει. Καταρχήν για να γίνει αυτό κάθε κινητό θα πρέπει να διαθέτει ένα κρυμμένο κλειδί το οποίο βρίσκεται συγκεκριμένα στην κάρτα SIM του και στο Κέντρο Πιστοποίησης (AC). Όταν ενεργοποιείται το κινητό, το Κέντρο Πιστοποίησης στέλνει ένα τυχαίο αριθμό στο κινητό και αυτόν τον αριθμό τον χρησιμοποιούν μαζί με το κρυμμένο κλειδί και με έναν κρυπτογραφημένο αλγόριθμο για την δημιουργία ενός νέου αριθμού. Το κινητό στέλνει πίσω στον κέντρο πιστοποίησης τον αριθμό αυτό και το κέντρο πιστοποίησης με την σειρά του ελέγχει αν είναι ίδιος με αυτόν που έφτιαξε. Αν ο αριθμός είναι ίδιος τότε ο χρήστης πιστοποιήθηκε ειδάλλως τον ειδοποιεί ότι διαδικασία εγγραφής στο δίκτυο ήταν ανεπιτυχής.

2.5 IEEE 802.15.4

Το IEEE 802.15.4 είναι ένα πρότυπο που ορίζει το φυσικό και το MAC (media access control) επίπεδο για ασύρματα δίκτυα προσωπικού χώρου μικρής ρυθμοαπόδοσης (low-rate wireless personal area networks, LR-WPANs). Διατηρείται από την IEEE 802.15, από την οποία ορίστηκε το 2003. Οι ορισμοί των επιπέδων είναι βασισμένοι στο μοντέλο OSI και παρόλο που μόνο τα κατώτερα επίπεδα ορίζονται, ο σκοπός είναι η αλληλεπίδραση με υψηλότερα επίπεδα.

Σημαντικά χαρακτηριστικά είναι:

1. Υποστήριξη απλής πρόσβασης αλλά και εγγυημένης πρόσβασης με χρονοσχισμές
2. Ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων από 20 έως 250 Kbps
3. Διαφορετικές τοπολογίες όπως ο συμβατικός αστέρας αλλά και mesh network
4. Διευθυνσιοδότηση βασισμένη σε 16bits ή 64bits διευθύνσεις MAC
5. Αποφυγή συγκρούσεων με την χρησιμοποίηση του πρωτοκόλλου CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)
6. Υποστήριξη για μεταφορά δεδομένων με επιβεβαιώσεις αλλά και υποστήριξη δομής beaconing

7. Ανίχνευση ενέργειας για την επιλογή του καλύτερου καναλιού για μετάδοση
8. Ολοκληρωμένη υποστήριξη για ασφαλείς επικοινωνίες (Multilevel security)
9. Λειτουργίες διαχείρισης ενέργειας

Το 802.15.4 αποτελεί την βάση για τις προδιαγραφές: ZigBee, ISA100.11a, WirelessHART και άλλα, κάθε ένα από τα οποία επεκτείνει το πρότυπο αναπτύσσοντας τα υψηλότερα επίπεδα τα οποία δεν έχουν οριστεί από το 802.15.4. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το 6LoWPAN και τα τυπικά πρωτόκολλα του Internet για την σύνθεση ασύρματου ενσωματωμένου Internet.

2.6 Σύγκριση επιλογών ασύρματης δικτύωσης

Οι ασύρματες τεχνολογίες δικτύωσης που αναφέρθηκαν παραπάνω έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, τα οποία καθορίζουν την χρησιμότητα σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής που πραγματοποιήθηκε μια καλή επιλογή ασύρματου προτύπου δικτύωσης είναι το Bluetooth. Το πρότυπο αυτό προσφέρει αξιοπιστία σε δύο σημαντικούς τομείς. Αρχικά, ανεξάρτητα με το υλικό που χρησιμοποιείται για την εκάστοτε εφαρμογή, οι μηχανικοί είναι σίγουροι ότι οι συσκευές τους θα επικοινωνούν σίγουρα και αδιάκοπτα και επίσης είναι πρότυπο που δεν εξαρτάται από τρίτους παράγοντες για να λειτουργήσει, παρά μόνο στο υλικό τα οποία είναι φτιαγμένα κάθε εφαρμογή που το χρησιμοποιεί. Επιπλέον, οι απαιτήσεις του σε κατανάλωση ισχύος είναι αρκετά μικρές (~1mW) και έχει υψηλή ρυθμοαπόδοση (24Mbps) με αποτέλεσμα την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, είναι ένα πρότυπο συνεχώς εξελισσόμενο, που συνεχώς προσφέρει χαμηλότερη κατανάλωση και μεγαλύτερη ρυθμοαπόδοση με αποτέλεσμα σε βάθος χρόνου να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα σε μια εφαρμογή με την αντικατάσταση μερών του υλικού που την απαρτίζουν.

3° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

3 Τεχνολογίες Αισθητήρων

Στον ευρύτερο ορισμό, ένας αισθητήρας είναι μια συσκευή, μια ενότητα, ένα μηχάνημα ή ένα υποσύστημα, σκοπός του οποίου είναι να ανιχνεύσει γεγονότα ή αλλαγές στο περιβάλλον του και να στείλει τις πληροφορίες σε άλλα ηλεκτρονικά, συχνά σε έναν επεξεργαστή υπολογιστή . Ένας αισθητήρας χρησιμοποιείται πάντα με άλλα ηλεκτρονικά.

Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, όπως κουμπιά ανελκυστήρα αφής (ανιχνευτής αφής) και λαμπτήρες που σμικρύνουν ή λαμπρύνουν, εκτός από τις αναρίθμητες εφαρμογές που οι περισσότεροι άνθρωποι δεν γνωρίζουν ποτέ. Με τις εξελίξεις στις πλατφόρμες μικροεπεξεργαστών και τους εύχρηστους μικροελεγκτές , οι χρήσεις των αισθητήρων έχουν επεκταθεί πέρα από τα παραδοσιακά πεδία μέτρησης θερμοκρασίας, πίεσης ή ροής, για παράδειγμα σε αισθητήρες MARG . Επιπλέον, αναλογικοί αισθητήρες όπως ποτενσιόμετρα και ανιχνευτές δυνάμεως εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται ευρέως. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν την κατασκευή και μηχανήματα, τα αεροπλάνα και την αεροδιαστημική, τα αυτοκίνητα, την ιατρική, τη ρομποτική και πολλές άλλες πτυχές της καθημερινής μας ζωής.

Η ευαισθησία ενός αισθητήρα υποδεικνύει πόσο αλλάζει η έξοδος του αισθητήρα όταν αλλάζει η ποσότητα μέτρησης εισόδου. Για παράδειγμα, εάν ο υδράργυρος σε ένα θερμόμετρο μετακινείται 1 cm όταν η θερμοκρασία αλλάζει κατά 1 ° C, η ευαισθησία είναι 1 cm / ° C (είναι βασικά η κλίση dy / dx που υποθέτει ένα γραμμικό χαρακτηριστικό). Μερικοί αισθητήρες μπορούν επίσης να επηρεάσουν αυτό που μετράνε. Για παράδειγμα, ένα θερμόμετρο θερμοκρασίας δωματίου που εισάγεται σε ένα ζεστό κύπελλο υγρού ψύχει το υγρό ενώ το υγρό θερμαίνει το θερμόμετρο. Οι αισθητήρες είναι συνήθως σχεδιασμένοι ώστε να έχουν μικρή επίδραση σε αυτό που μετράται, κάνοντας τον αισθητήρα μικρότερο συχνά βελτιώνει αυτό και μπορεί να εισαγάγει και άλλα πλεονεκτήματα.

Η τεχνολογική πρόοδος επιτρέπει την κατασκευή όλο και περισσότερων αισθητήρων σε μικροσκοπική κλίμακα ως μικροαισθητήρες χρησιμοποιώντας τεχνολογία MEMS . Στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας μικροαισθητήρας επιτυγχάνει σημαντικά ταχύτερο χρόνο μέτρησης και υψηλότερη ευαισθησία σε σύγκριση με τις μακροσκοπικές προσεγγίσεις. Λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για ταχείες, οικονομικά προσιτές και αξιόπιστες πληροφορίες στον σημερινό κόσμο, οι αισθητήρες μίας χρήσης , συσκευές χαμηλού κόστους και εύχρηστες για βραχυπρόθεσμη παρακολούθηση ή μετρήσεις μεμονωμένων λήψεων έχουν αποκτήσει πρόσφατα αυξανόμενη σημασία . Με τη χρήση αυτής της κατηγορίας αισθητήρων, οι κρίσιμες αναλυτικές πληροφορίες μπορούν να ληφθούν από οποιονδήποτε, οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή, χωρίς την ανάγκη αναβαθμονόμησης και ανησυχίας για μόλυνση.

3.1 Ταξινόμηση Αισθητήρων

Ένας καλός αισθητήρας ακολουθεί τους ακόλουθους κανόνες :

- 1) είναι ευαίσθητος στη μετρούμενη ιδιότητα
- 2) δεν είναι ευαίσθητος σε οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα
- 3) δεν επηρεάζει τη μετρούμενη ιδιότητα.

Οι περισσότεροι αισθητήρες έχουν μια γραμμική συνάρτηση μεταφοράς . Η ευαισθησία ορίζεται τότε ως ο λόγος μεταξύ του σήματος εξόδου και της μετρηθείσας ιδιότητας. Για παράδειγμα, εάν ένας αισθητήρας μετρά τη θερμοκρασία και έχει έξοδο τάση, η ευαισθησία είναι σταθερή με τις μονάδες [V / K]. Η ευαισθησία είναι η κλίση της συνάρτησης μεταφοράς. Η μετατροπή της ηλεκτρικής ισχύος του αισθητήρα (π.χ. V) στις μετρημένες μονάδες (για παράδειγμα K) απαιτεί τη διαίρεση της ηλεκτρικής ισχύος από την κλίση (ή το πολλαπλασιασμό από την αντίστοιχη). Επιπλέον, συχνά προστίθεται ή αφαιρείται μια μετατόπιση. Για παράδειγμα, -40 πρέπει να προστεθεί στην έξοδο αν η έξοδος 0 V αντιστοιχεί στην είσοδο -40 C.

Για να γίνει επεξεργασία ενός αναλογικού σήματος αισθητήρα ή να χρησιμοποιηθεί σε ψηφιακό εξοπλισμό, πρέπει να μετατραπεί σε ψηφιακό σήμα, χρησιμοποιώντας μετατροπέα αναλογικού προς ψηφιακό .

3.2 Απόκλιση αισθητήρων

Δεδομένου ότι οι αισθητήρες δεν μπορούν να αναπαράγουν μια ιδανική συνάρτηση μεταφοράς , μπορεί να προκύψουν διάφοροι τύποι αποκλίσεων που περιορίζουν την ακρίβεια των αισθητήρων:

- Δεδομένου ότι η εμβέλεια του σήματος εξόδου είναι πάντα περιορισμένη, το σήμα εξόδου τελικά θα φτάσει στο ελάχιστο ή το μέγιστο όταν η μετρηθείσα ιδιότητα υπερβαίνει τα όρια. Η κλίμακα πλήρους κλίμακας ορίζει τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές της μετρηθείσας ιδιότητας.
- Η ευαισθησία μπορεί στην πράξη να διαφέρει από την καθορισμένη τιμή. Αυτό ονομάζεται σφάλμα ευαισθησίας. Αυτό είναι ένα σφάλμα στην κλίση μιας γραμμικής συνάρτησης μεταφοράς.
- Εάν το σήμα εξόδου διαφέρει από τη σωστή τιμή από μια σταθερά, ο αισθητήρας έχει ένα σφάλμα μετατόπισης ή μεροληψία . Αυτό είναι ένα σφάλμα στο y-τομής μιας γραμμικής συνάρτησης μεταφοράς.
- Η μη γραμμικότητα είναι απόκλιση της συνάρτησης μεταφοράς αισθητήρα από τη λειτουργία μεταφοράς ευθείας γραμμής. Συνήθως, αυτό καθορίζεται από το ποσό που η έξοδος διαφέρει από την ιδανική συμπεριφορά σε όλο το φάσμα του αισθητήρα, συχνά σημειωμένο ως ποσοστό του πλήρους φάσματος.
- Η απόκλιση που προκαλείται από τις γρήγορες αλλαγές της μετρούμενης ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου είναι ένα δυναμικό σφάλμα. Συχνά, αυτή η συμπεριφορά περιγράφεται με μια γραφική παράσταση σημείου που δείχνει σφάλμα ευαισθησίας και μετατόπιση φάσης ως συνάρτηση της συχνότητας ενός περιοδικού σήματος εισόδου.

- Εάν το σήμα εξόδου αργά αλλάζει ανεξάρτητα από τη μετρούμενη ιδιότητα, αυτό ορίζεται ως μετατόπιση . Η μακροχρόνια μετατόπιση σε μήνες ή χρόνια οφείλεται σε φυσικές αλλαγές στον αισθητήρα.
- Ο θόρυβος είναι τυχαία απόκλιση του σήματος που διαφέρει στο χρόνο.
- Ένα σφάλμα υστέρησης προκαλεί μεταβολή της τιμής εξόδου ανάλογα με τις προηγούμενες τιμές εισόδου. Εάν η έξοδος ενός αισθητήρα είναι διαφορετική ανάλογα με το αν επιτεύχθηκε μια συγκεκριμένη τιμή εισόδου αυξάνοντας / μειώνοντας την είσοδο, τότε ο αισθητήρας έχει ένα σφάλμα υστέρησης.
- Εάν ο αισθητήρας έχει ψηφιακή έξοδο, η έξοδος είναι ουσιαστικά μια προσέγγιση της μετρημένης ιδιότητας. Αυτό το σφάλμα ονομάζεται επίσης σφάλμα κβαντισμού .
- Εάν το σήμα παρακολουθείται ψηφιακά, η συχνότητα δειγματοληψίας μπορεί να προκαλέσει δυναμικό σφάλμα ή εάν μεταβληθεί η μεταβλητή εισόδου ή ο θόρυβος προστιθέμενης συχνότητας σε συχνότητα κοντά σε πολλαπλάσιο του ρυθμού δειγματοληψίας, μπορεί να εμφανιστούν σφάλματα αλλιώςως .
- Ο αισθητήρας μπορεί σε κάποιο βαθμό να είναι ευαίσθητος σε ιδιότητες διαφορετικές από την μετρηθείσα ιδιότητα. Για παράδειγμα, οι περισσότεροι αισθητήρες επηρεάζονται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος τους.

Όλες αυτές οι αποκλίσεις μπορούν να ταξινομηθούν ως συστηματικά σφάλματα ή τυχαία σφάλματα . Τα συστηματικά σφάλματα μπορούν μερικές φορές να αντισταθμιστούν με κάποιο είδος στρατηγικής βαθμονόμησης . Ο θόρυβος είναι ένα τυχαίο σφάλμα που μπορεί να μειωθεί από την επεξεργασία σήματος , όπως το φιλτράρισμα, συνήθως εις βάρος της δυναμικής συμπεριφοράς του αισθητήρα.

Η ανάλυση ενός αισθητήρα είναι η μικρότερη αλλαγή που μπορεί να ανιχνεύσει στην ποσότητα που μετράει. Η ανάλυση ενός αισθητήρα με ψηφιακή έξοδο είναι συνήθως η ανάλυση της ψηφιακής εξόδου. Η ανάλυση σχετίζεται με την ακρίβεια με την οποία γίνεται η μέτρηση, αλλά δεν είναι το ίδιο πράγμα. Η ακρίβεια ενός αισθητήρα μπορεί να είναι σημαντικά χειρότερη από την ανάλυση του.

3.3 Είδη και εφαρμογές αισθητήρων

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι διαφορετικοί τύποι αισθητήρων ταξινομούνται με βάση τις ποσότητες όπως αισθητήρες ηλεκτρικού ρεύματος ή δυναμικού ή μαγνητικού ή ραδιοφώνου, αισθητήρες υγρασίας, αισθητήρες ταχύτητας ροής ή ροής, αισθητήρες πίεσης, αισθητήρες θερμοκρασίας ή θερμότητας ή θερμοκρασίας, αισθητήρες προσέγγισης, αισθητήρες οπτικών ινών , Αισθητήρες θέσης, αισθητήρας χημικών, αισθητήρας περιβάλλοντος, αισθητήρας μαγνητικού διακόπτη κλπ.

Στην συνέχεια παρατίθενται μερικοί από τους παράπανω μαζί με παραδείγματα εφαρμογών τους.

3.3.1 Αισθητήρας ταχύτητας

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ταχύτητας ενός αντικειμένου ή οχήματος ονομάζονται αισθητήρας ταχύτητας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων για την ανίχνευση της ταχύτητας, όπως αισθητήρες ταχύτητας τροχού, ταχύμετρα, LIDAR, ραντάρ ταχύτητας εδάφους, κορμούς pitometer, ραντάρ Doppler, δείκτες ταχύτητας αέρα, σωλήνες pitot κ.ο.κ.

3.3.2 Αισθητήρας θερμοκρασίας

Μια συσκευή που δίνει τη μέτρηση της θερμοκρασίας ως ηλεκτρικό σήμα ονομάζεται αισθητήρας θερμοκρασίας. Αυτό το ηλεκτρικό σήμα θα έχει τη μορφή ηλεκτρικής τάσης και θα είναι ανάλογο με τη μέτρηση της θερμοκρασίας.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, όπως αισθητήρες θερμοκρασίας επαφής, αισθητήρες θερμοκρασίας χωρίς επαφή. Αυτά υποδιαιρούνται και πάλι ως μηχανικοί αισθητήρες θερμοκρασίας όπως το θερμόμετρο και το διμεταλλικό. Ηλεκτρικοί αισθητήρες θερμοκρασίας όπως θερμίστορ, θερμοστοιχείο, θερμόμετρο αντίστασης και αισθητήρας θερμοκρασίας διακένου ζώνης πυριτίου.

3.3.3 Αισθητήρας υπερήχων

Η αρχή του υπερηχητικού αισθητήρα είναι παρόμοια με το σόναρ ή το ραντάρ στην οποία η ερμηνεία των ηχώ από ραδιοφωνικά ή ηχητικά κύματα για την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών ενός στόχου με την παραγωγή των κυμάτων υψηλής συχνότητας (περίπου 40kHz). Ο μορφοτροπέας που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της ενέργειας σε υπερηχητικό ή ηχητικό κύμα με εύρη πάνω από το εύρος της ανθρώπινης ακοής ονομάζεται υπερηχητικός μορφοτροπέας.

3.3.4 Αισθητήρας Hall

Το ίδιο το όνομα δηλώνει ότι είναι ο αισθητήρας που λειτουργεί στο Hall Effect. Μπορεί να οριστεί ότι όταν ένα μαγνητικό πεδίο φτάνει κοντά στον αγωγό μεταφοράς ρεύματος (κάθετα προς την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου) τότε αναπτύσσεται μια διαφορά δυναμικού κατά μήκος του δεδομένου αγωγού. Χρησιμοποιώντας αυτήν την ιδιότητα, ένας αισθητήρας Hall χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του μαγνητικού πεδίου και δίνει την έξοδο από την άποψη της τάσης. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε ο αισθητήρας Hall να μπορεί να ανιχνεύσει μόνο έναν πόλο του μαγνήτη.

3.3.5 Αισθητήρας ήχου

Το μικρόφωνο μπορεί να προβληθεί σε όλα τα smartphones ή τα κινητά τηλέφωνα. Μπορεί να ανιχνεύσει το σήμα ήχου και να τα μετατρέψει σε μικρά ηλεκτρικά σήματα τάσης (mV). Ένα μικρόφωνο μπορεί να είναι πολλών τύπων όπως το μικρόφωνο συμπτυκνωτή, το μικρόφωνο κρυστάλλου, το μικρόφωνο άνθρακα κλπ. Κάθε τύπος μικροφώνου λειτουργεί στις ιδιότητες όπως η χωρητικότητα, το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, η αντίσταση αντίστοιχα. Ας δούμε τη λειτουργία ενός κρυσταλλικού μικροφώνου το οποίο λειτουργεί με το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Χρησιμοποιείται ένας κρύσταλλος bimoorpη ο οποίος υπό πίεση ή δονήσεις παράγει αναλογική εναλλασσόμενη τάση. Ένα διάφραγμα συνδέεται με τον κρύσταλλο μέσω ενός πείρου κίνησης έτσι ώστε όταν το ηχητικό σήμα χτυπά το διάφραγμα να κινείται προς τα πίσω και αυτή η κίνηση αλλάζει τη θέση του πείρου κίνησης που προκαλεί δονήσεις στον κρύσταλλο δημιουργώντας έτσι μια εναλλασσόμενη τάση σε σχέση με το εφαρμοσμένο ηχητικό σήμα. Η λαμβανόμενη τάση τροφοδοτείται σε έναν ενισχυτή προκειμένου να αυξηθεί η συνολική ισχύς του σήματος. Εδώ είναι διάφορα κυκλώματα που βασίζονται στο μικρόφωνο .

3.3.6 Αισθητήρας αφής

Σε αυτή τη γενιά, μπορούμε να πούμε ότι σχεδόν όλοι χρησιμοποιούν smartphones που έχουν ευρεία οθόνη που επίσης μια οθόνη που μπορεί να αισθανθεί την αφή μας. Έτσι, ας δούμε πώς λειτουργεί αυτή η οθόνη αφής. Βασικά, υπάρχουν δύο τύποι αισθητήρων αφής βασισμένοι στην αντίσταση και μια χωρητική βάση οθόνες αφής . Ας μάθουμε για την σύντομη λειτουργία αυτών των αισθητήρων.

Η αντιστατική οθόνη αφής έχει ένα φύλλο αντίστασης στη βάση και ένα αγώγιμο φύλλο κάτω από την οθόνη και οι δύο χωρίζονται από ένα διάκενο αέρα με μικρή τάση που εφαρμόζεται στα φύλλα. Όταν πιέζουμε ή αγγίζουμε την οθόνη, το αγώγιμο φύλλο αγγίζει το φύλλο αντίστασης στο σημείο αυτό, προκαλώντας ροή ρεύματος στο συγκεκριμένο σημείο, το λογισμικό αντιλαμβάνεται τη θέση και εκτελείται η σχετική ενέργεια.

Η χωρητική επαφή λειτουργεί με το ηλεκτροστατικό φορτίο που είναι διαθέσιμο στο σώμα μας. Η οθόνη είναι ήδη φορτισμένη με όλο το ηλεκτρικό πεδίο. Όταν αγγίζουμε την οθόνη μια στενή κυκλωματική μορφή λόγω ηλεκτροστατικής φόρτισης ρέει μέσα από το σώμα μας. Επιπλέον, το λογισμικό αποφασίζει τη θέση και τη δράση που πρέπει να εκτελεστεί. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η χωρητική οθόνη αφής δεν θα λειτουργήσει όταν φοράτε γάντια χειρός επειδή δεν υπάρχει αγωγή μεταξύ δακτύλων και οθόνης.

3.3.7 Αισθητήρας Flex

Ένας αισθητήρας FLEX είναι ένας μορφοτροπέας ο οποίος αλλάζει την αντοχή του όταν αλλάζει το σχήμα του ή όταν είναι λυγισμένο . Ένας αισθητήρας FLEX είναι μήκος 2,2 ίντσες ή μήκους δακτύλου. Με απλά λόγια η αντοχή του ακροδέκτη του αισθητήρα αυξάνεται όταν είναι λυγισμένη. Αυτή η αλλαγή στην αντίσταση δεν μπορεί να κάνει τίποτα καλό εκτός αν μπορούμε να την διαβάσουμε. Ο ελεγκτής στο χέρι μπορεί μόνο να διαβάσει τις μεταβολές στην τάση και τίποτε λιγότερο, γι 'αυτό, πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε κύκλωμα διαιρέτη τάσης , με το οποίο μπορούμε να αντλήσουμε την αλλαγή αντίστασης ως αλλαγή τάσης.[5]

4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ

4 Μικροελεγκτές

Ένας μικροελεγκτής είναι ένας μικρός υπολογιστής σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Στη σύγχρονη ορολογία αποκαλείται σύστημα σε ένα τσιπ (SoC). Ένα SoC μπορεί να περιλαμβάνει έναν μικροελεγκτή ως ένα από τα συστατικά του. Ένας μικροελεγκτής περιέχει μία ή περισσότερες CPU (πυρήνες επεξεργαστών) μαζί με μνήμη και προγραμματιζόμενα περιφερειακά εισόδου / εξόδου. Η μνήμη προγραμμάτων με τη μορφή μνήμης RAM, NOR flash ή OTP ROM συμπεριλαμβάνεται επίσης συχνά στο τσιπ, καθώς και μια μικρή ποσότητα μνήμης RAM. Οι μικροελεγκτές έχουν σχεδιαστεί για ενσωματωμένες εφαρμογές, σε αντίθεση με τους μικροεπεξεργαστές που χρησιμοποιούνται σε προσωπικούς υπολογιστές ή άλλες εφαρμογές γενικού σκοπού.

Οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε αυτόματα ελεγχόμενα προϊόντα και συσκευές, όπως συστήματα ελέγχου κινητήρα αυτοκινήτων, εμφυτεύσιμα ιατρικά βοηθήματα, τηλεχειριστήρια, μηχανές γραφείου, συσκευές, ηλεκτρικά εργαλεία, παιχνίδια και άλλα ενσωματωμένα συστήματα. Με τη μείωση του μεγέθους και του κόστους σε σύγκριση με ένα σχέδιο που χρησιμοποιεί ξεχωριστό μικροεπεξεργαστή, μνήμη και συσκευές εισόδου / εξόδου, οι μικροελεγκτές καθιστούν οικονομικό τον ψηφιακό έλεγχο ακόμα περισσότερων συσκευών και διαδικασιών. Οι μικροελεγκτές μικτού σήματος είναι συνηθισμένοι, ενσωματώνοντας τα αναλογικά εξαρτήματα που απαιτούνται για τον έλεγχο μη ψηφιακών ηλεκτρονικών συστημάτων. Στο πλαίσιο του Διαδικτύου των πραγμάτων, οι μικροεπεξεργαστές είναι ένα οικονομικό και δημοφιλές μέσο συλλογής δεδομένων, ανίχνευσης και ενεργοποίησης του φυσικού κόσμου ως συσκευών ακμής.

Ορισμένοι μικροελεγκτές μπορούν να χρησιμοποιούν λέξεις τεσσάρων δυαδικών ψηφίων και να λειτουργούν σε συχνότητες τόσο χαμηλές όσο 4 kHz, για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (μονοψήφια χιλιάδες ή μικροκύματα). Έχουν γενικά τη δυνατότητα να διατηρούν λειτουργικότητα ενώ περιμένουν ένα συμβάν, όπως ένα πάτημα κουμπιού ή άλλη διακοπή, η κατανάλωση ρεύματος κατά την διάρκεια του ύπνου (το ρολόι CPU και τα περισσότερα περιφερειακά εκτός) μπορεί να είναι απλά nWatt, καθιστώντας πολλούς από αυτούς κατάλληλους για εφαρμογές μακράς διάρκειας μπαταριών. Άλλοι μικροελεγκτές μπορεί να εξυπηρετούν ρολούς κρίσιμους για την απόδοση, όπου μπορεί να χρειάζεται να ενεργούν περισσότερο σαν ψηφιακός επεξεργαστής σήματος (DSP), με υψηλότερες ταχύτητες ρολογιού και κατανάλωσης ενέργειας.

Το IoT απαιτεί αισθητήρες και ενεργοποιητές να σχηματίσουν τη σύνδεση μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου. Ένας αισθητήρας μετατρέπει μία φυσική κατάσταση σε ένα αναλογικό ή ψηφιακό σήμα, ενώ ένας ενεργοποιητής μετατρέπει ένα ψηφιακό σήμα σε κάποιο φυσικό αποτέλεσμα. Το επόμενο βήμα της αρχιτεκτονικής IoT είναι το σύστημα πληροφορικής που επεξεργάζεται ή παράγει τα ψηφιακά σήματα.

4.1 Αρχιτεκτονική μικροελεγκτών

Στην αρχιτεκτονική του Χάρβαρντ, η μνήμη προγραμμάτων και η μνήμη δεδομένων είναι ξεχωριστές και βρίσκονται σε διαφορετικές διαδρομές δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι η ανάγνωση και η εγγραφή μπορούν να γίνουν ταυτόχρονα σε κάθε μία, η οποία είναι πιθανώς ταχύτερη. Το πιο σημαντικό για μικρές συσκευές είναι ότι τα συστήματα μνήμης μπορούν να επιλεγούν να είναι διαφορετικές τεχνολογίες και διαφορετικά μεγέθη. Στην αρχιτεκτονική von Neumann, χρησιμοποιείται μία και μοναδική διαδρομή δεδομένων.

Οι μικροελεγκτές φαίνεται να είναι κυρίως αρχιτεκτονικής Χάρβαρντ, με τις προδιαγραφές να δηλώνουν σαφώς τη μνήμη ROM και RAM. Για τους μικροελεγκτές, το EEPROM (προγραμματιζόμενη με ηλεκτρικό ρεύμα μνήμη μόνο για ανάγνωση) χρησιμοποιείται συνήθως για την αποθήκευση οποιουδήποτε προγράμματος θα τρέξει ο μικροελεγκτής. Τυπική είναι η μνήμη flash. Αυτή η μνήμη είναι επίμονη μεταξύ ενεργοποίησης και απενεργοποίησης, οπότε ο μικροελεγκτής θα εκκινεί πάντα το ίδιο πρόγραμμα. Ωστόσο, αυτό το πρόγραμμα μπορεί να αντικατασταθεί εάν είναι απαραίτητο.

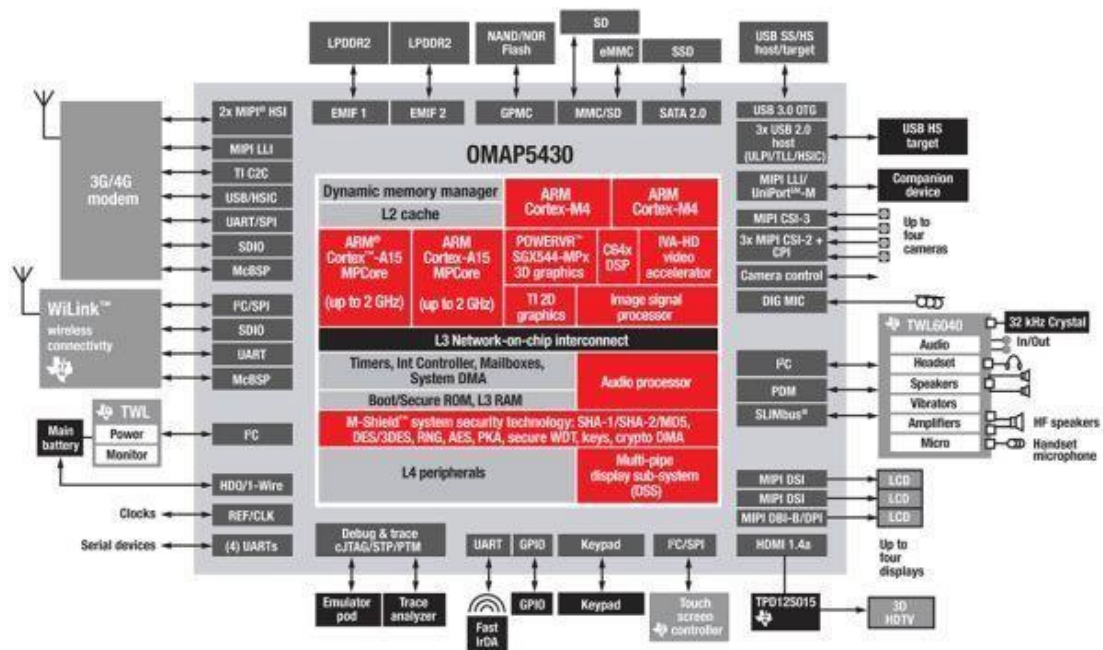
Για έναν μικροεπεξεργαστή με εξωτερική αποθήκευση αρχείων και προγραμμάτων, η μνήμη ROM είναι συνήθως για firmware για εκκίνηση του επεξεργαστή και φόρτωση προγραμμάτων από δευτερεύουσα αποθήκευση σε μνήμη RAM. Αυτό επιτρέπει, για παράδειγμα, διαφορετικά λειτουργικά συστήματα να αποθηκεύονται και να φορτώνονται από δευτερεύουσα αποθήκευση, δίνοντας, για παράδειγμα, συστήματα πολλαπλών εκκινήσεων. Οι μικροεπεξεργαστές φαίνεται να είναι περισσότερο von Neumann.

4.2 Σύστημα σε ένα Chip (SoC)

Τα SoCs είναι η τελευταία γεύση του σχεδιασμού συστήματος CPU . Βασικά, ενώ μια μητρική πλακέτα λειτουργεί σαν δοχείο για CPU, GPU, κάρτα γραφικών, επεξεργαστή ήχου, μνήμη RAM κ.λπ., σε ένα SoC πολλές από αυτές τις λειτουργίες μετακινούνται στο ίδιο το CPU chip. Ένα SoC θα περιέχει τυπικά τη CPU, GPU, επεξεργαστή ήχου και επεξεργαστή σημάτων. Το παρακάτω διάγραμμα του Texas TI OMAP5430 SoC δείχνει με κόκκινο χρώμα το SoC, το

υπόλοιπο της "motherboard" σε γκρι και μαύρο:

TI OMAP5430 SoC



Εικόνα 4.2-1: Texas TI OMAP5430 SoC

Το πιο αξιοσημείωτο SoC προς το παρόν είναι το Raspberry Pi (RPI), αλλά υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις.

4.3 Γλώσσες προγραμματισμού μικροελεγκτών

Οι πιθανές γλώσσες προγραμματισμού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ποσότητα μνήμης RAM και τη δευτερεύουσα αποθήκευση που είναι διαθέσιμη. Για παράδειγμα, το msp430afe221 με μόνο 4KB flash και 256B μνήμης RAM μπορεί να υποστηρίξει μόνο ένα απολύτως ελάχιστο σύστημα.

Για πραγματικά μικρά συστήματα, οι γλώσσες C και C++ έχουν την υπεροχή. Ο δεδηλωμένος στόχος και για τις δύο γλώσσες είναι ότι δεν πρέπει να υπάρχει «χώρος» για οποιαδήποτε άλλη γλώσσα να «πλησιάζει στο μέταλλο».

Μόλις μέχρι περίπου 10kB μνήμης RAM, υπάρχει η δυνατότητα μεγαλύτερης ευελιξίας στον προγραμματισμό. Συγκεκριμένα, εισερχόμαστε στη σφαίρα όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρές ερμηνευμένες γλώσσες. Αυτές περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, Forth, μια καθαρή γλώσσα που βασίζεται σε στοίβα. Αυτό έχει υλοποιηθεί για πολλές οικογένειες μικροελεγκτών, όπως για παράδειγμα το FlashForth. Το FlashForth είναι ένα σύστημα σφραγίδων Forth που εφαρμόστηκε στις οικογένειες μικροελεγκτών PIC18F 8 bit και PIC24, 30 33 και Atmelga ATMEGA Microchip"

Καθώς αυξάνεται η χωρητικότητα ROM και RAM, αυξάνονται οι δυνατότητες. Για παράδειγμα, μόλις φτάσετε μέχρι 75kB ROM και 8kB RAM, η MicroPython γίνεται πιθανή. Μέχρι 190kB RAM (είμαστε τώρα σε αρχιτεκτονικές μικροεπεξεργαστών vonNeumann αντί για μικροελεγκτές του Χάρβαρντ), υπάρχει η δυνατότητα ελετέςμου Java MicroEdition (Java ME 8.1 σε 190 KB RAM). Στο μέγεθος αυτό οι μικροελεγκτές μπορούν να τρέξουν πλήρως λειτουργικά συστήματα όπως το Linux, υποστηρίζοντας πολλές από τις τυπικές γλώσσες.

4.4 Λειτουργικά συστήματα

Τα λειτουργικά συστήματα έχουν νόημα για τα συστήματα πολλαπλών εργασιών που ενδέχεται να εκτελούν υπηρεσίες, υποστηρίζοντας διαφορετικούς χρήστες, με συστήματα αρχείων με πτυχές ασφαλείας.

Η διαδικασία εκκίνησης για μικροελεγκτές και μικροεπεξεργαστές είναι παρόμοια. Μετά από επαναφορά υλικού ή λογισμικού, το σύστημα πρέπει να αρχικοποιηθεί.

Ο κώδικας εκκίνησης, ο οποίος βρίσκεται στη διεύθυνση μηδέν μετά την επαναφορά, πρέπει:

- Σημειώστε το σημείο εισόδου για τον κωδικό προετοιμασίας.
- Ορίστε διανύσματα εξαιρέσεων.
- Αρχικοποιήστε το σύστημα μνήμης.
- Αρχικοποιήστε τους καταχωρητές δείκτη στοίβας.
- Αρχικοποιήστε όλες τις κρίσιμες συσκευές εισόδου / εξόδου.
- Αρχικοποιήστε τις μεταβλητές RAM που απαιτούνται από το σύστημα διακοπής.
- Ενεργοποίηση διακοπών (αν γίνεται από τον κωδικό αρχικοποίησης).
- Αλλάξτε τη λειτουργία του επεξεργαστή εάν είναι απαραίτητο.
- Αλλάξτε την κατάσταση του επεξεργαστή εάν είναι απαραίτητο.

Μετά την αρχικοποίηση του περιβάλλοντος, η ακολουθία συνεχίζεται με την αρχικοποίηση της εφαρμογής και πρέπει να εισαγάγει τον κώδικα C. Το έγγραφο συνεχίζει με μια επεξήγηση του τι απαιτείται και του κώδικα αρχικοποίησης του δείγματος. Στην περίπτωση συστημάτων που μπορούν να ενημερωθούν, η αρχική κλήση μπορεί να είναι σε ένα bootloader που μπορεί να κατεβάσει νέο κώδικα και στη συνέχεια να καλέσει σε αυτό.

Στην πραγματικότητα, όταν ένα σύστημά απαιτεί ένα από τα παρακάτω, τότε θα ήταν χρήσιμο να χρησιμοποιήσετε ένα λειτουργικό σύστημα για τον μικροελεγκτή σας

- εκτελώντας πολλαπλές διαδικασίες ή λειτουργίες [ταυτόχρονα]
- όταν ο κώδικας και οι υπορουτίνες σας μεγαλώνουν, έτσι ώστε να απαιτείται διαχείριση μνήμης.
- διαχείριση διακοπών και εκδήλωση με αποτελεσματικό και τυποποιημένο τρόπο.
- εφαρμόζοντας ένα τυπικό πρωτόκολλο ή υπηρεσία στο σύστημά σας, όπως το πρωτόκολλο TCP / IP, υπηρεσία http. Αυτές οι υπηρεσίες είναι ήδη διαθέσιμες σε ένα λειτουργικό σύστημα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά.
- σε σφάλμα τσιπ.
- απομακρυσμένη διαχείριση και διαμόρφωση του συστήματός σας
- διαχείριση αρχείων αρχείων
- προγραμματισμός μεταξύ παράλληλων εργασιών με αυτοματοποιημένο ή προσαρμοσμένο τρόπο.

Η εφαρμογή των λειτουργικών συστημάτων περιέχει τα παραπάνω στοιχεία αλλά δεν περιορίζεται σε αυτά.

5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΚΙΝΗΤΑ ΤΗΛΕΦΩΝΑ

5 Εφαρμογές σε κινητά τηλέφωνα

Μια εφαρμογή για κινητά , που επίσης αναφέρεται ως εφαρμογή για κινητά ή απλά ως εφαρμογή , είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή ή μια εφαρμογή λογισμικού που έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε κινητή συσκευή όπως τηλέφωνο , tablet ή ρολόι . Οι εφαρμογές προορίζονταν αρχικά για βοήθεια στην παραγωγικότητα όπως οι βάσεις δεδομένων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, ημερολογίου και επαφών, αλλά η δημόσια ζήτηση για εφαρμογές προκάλεσε ταχεία επέκταση σε άλλους τομείς, όπως κινητά παιχνίδια , αυτοματισμοί εργοστασίων, υπηρεσίες GPS και εντοπισμός θέσης, αγορές, έτσι ώστε να υπάρχουν τώρα διαθέσιμα εκατομμύρια εφαρμογές. Οι εφαρμογές κατά κανόνα μεταφορτώνονται από πλατφόρμες διανομής εφαρμογών, οι οποίες λειτουργούν από τον κάτοχο του λειτουργικού συστήματος για κινητά , όπως το App Store (iOS) ή το Google Play Store . Ορισμένες εφαρμογές είναι δωρεάν και άλλες έχουν τιμή, με το κέρδος να κατανέμεται μεταξύ του δημιουργού της εφαρμογής και της πλατφόρμας διανομής. Οι εφαρμογές για κινητά συχνά βρίσκονται σε αντίθεση με τις εφαρμογές γραφείου που έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν σε επιτραπέζιους υπολογιστές και τις εφαρμογές ιστού που εκτελούνται σε προγράμματα περιήγησης ιστού για κινητά και όχι απευθείας στην κινητή συσκευή.

5.1 Η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά

Είναι η πράξη ή η διαδικασία με την οποία αναπτύσσεται μια εφαρμογή για κινητές συσκευές , όπως προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί , ψηφιακοί βοηθοί επιχειρήσεων ή κινητά τηλέφωνα . Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να προεγκατασταθούν σε τηλέφωνα κατά τη διάρκεια της κατασκευής πλατφορμών ή να παραδοθούν ως εφαρμογές ιστού με επεξεργασία από την πλευρά του διακομιστή ή από την πλευρά του πελάτη (π.χ. JavaScript) για την παροχή μιας "εφαρμογής παρόμοιας" σε ένα πρόγραμμα περιήγησης στο Web . Οι προγραμματιστές εφαρμογών πρέπει επίσης να εξετάσουν μια μακρά σειρά μεγεθών οθόνης, προδιαγραφών υλικού και διαμορφώσεων λόγω του έντονου ανταγωνισμού στο κινητό λογισμικό και των αλλαγών σε κάθε μία από τις πλατφόρμες. Η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά αυξάνεται σταθερά, δημιουργώντας έσοδα και θέσεις εργασίας.

Ως μέρος της διαδικασίας ανάπτυξης, ο σχεδιασμός διεπαφών χρήστη (UI) είναι επίσης απαραίτητος για τη δημιουργία εφαρμογών για κινητά. Το UI Mobile θεωρεί τους περιορισμούς, τα περιβάλλοντα, την οθόνη, την είσοδο και την κινητικότητα ως περιγράμματα για το σχεδιασμό. Ο χρήστης είναι συχνά το επίκεντρο αλληλεπίδρασης με τη συσκευή του και η διασύνδεση περιλαμβάνει στοιχεία υλικού και λογισμικού. Η είσοδος χρήστη επιτρέπει στους χρήστες να χειρίζονται ένα σύστημα και η έξοδος της συσκευής επιτρέπει στο σύστημα να υποδείξει τα αποτελέσματα του χειρισμού των χρηστών. Οι περιορισμοί

σχεδιασμού του φορητού UI περιλαμβάνουν παράγοντες περιορισμένης προσοχής και μορφής, όπως το μέγεθος της οθόνης μιας κινητής συσκευής για τα χέρια ενός χρήστη. Τα περιβάλλοντα περιβάλλοντος UI σηματοδοτούν τα συνθήματα από τη δραστηριότητα των χρηστών, όπως η τοποθεσία και ο προγραμματισμός που μπορούν να εμφανιστούν από τις αλληλεπιδράσεις χρηστών μέσα σε μια εφαρμογή για κινητά. Συνολικά, ο στόχος του σχεδιασμού του κινητού UI είναι κυρίως για ένα κατανοητό, φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον. Το UI των εφαρμογών για κινητά πρέπει: να εξετάσει την περιορισμένη προσοχή των χρηστών, να ελαχιστοποιήσει τις πληκτρολογήσεις και να προσανατολιστεί στις εργασίες με ένα ελάχιστο σύνολο λειτουργιών. Αυτή η λειτουργικότητα υποστηρίζεται από πλατφόρμες εφαρμογών για κινητές επιχειρήσεις ή ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης (IDE).

Οι φορητοί χρήστες, ή τα μπροστινά άκρα, βασίζονται σε κινητά αντίγραφα για να υποστηρίξουν την πρόσβαση σε συστήματα επιχειρήσεων. Το back-end κινητής τηλεφωνίας διευκολύνει τη δρομολόγηση δεδομένων, την ασφάλεια, τον έλεγχο ταυτότητας, την εξουσιοδότηση, την εργασία off-line και την εννοχήστρωση των υπηρεσιών. Αυτή η λειτουργικότητα υποστηρίζεται από ένα μείγμα μέσων του μεσαίου λογισμικού, συμπεριλαμβανομένου του διακομιστή κινητής εφαρμογής, του mobile backend ως υπηρεσίας (MBaaS) και της υποδομής SOA (Service Oriented Architecture).

5.2 Λειτουργικά συστήματα

Οι εφαρμογές κινητών σχεδιάζονται ώστε να λειτουργούν σε συγκεκριμένα λειτουργικά συστήματα. Τα δημοφιλέστερα από αυτά είναι το Android και το IOS, με την πληθώρα των εφαρμογών να δημιουργούνται ώστε να λειτουργούν σε αυτά.

5.2.1 Android

Το **Android** είναι λειτουργικό σύστημα για συσκευές κινητής τηλεφωνίας το οποίο τρέχει τον πυρήνα του λειτουργικού Linux. Αρχικά αναπτύχθηκε από την Google και αργότερα από την Open Handset Alliance. Επιτρέπει στους κατασκευαστές λογισμικού να συνθέτουν κώδικα με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java, ελέγχοντας την συσκευή μέσω βιβλιοθηκών λογισμικού ανεπτυγμένων από την Google. Το Android είναι κατά κύριο λόγο σχεδιασμένο για συσκευές με οθόνη αφής, όπως τα έξυπνα τηλέφωνα και τα τάμπλετ, με διαφορετικό περιβάλλον χρήσης για τηλεοράσεις (Android TV), αυτοκίνητα (Android Auto) και ρολόγια χειρός (Android Wear). Παρόλο που έχει αναπτυχθεί για συσκευές με οθόνη αφής, έχει χρησιμοποιηθεί σε κονσόλες παιχνιδιών, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, συνηθισμένους Η/Υ (π.χ. το HP Slate 21) και σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές.

Το Android είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο λογισμικό στον κόσμο. Οι συσκευές με Android έχουν περισσότερες πωλήσεις από όλες τις συσκευές Windows, iOS και Mac OS X μαζί.

. Η Google αναφέρει ότι οι "εφαρμογές Android μπορούν να γραφτούν χρησιμοποιώντας γλώσσες Kotlin , Java και C ++ " χρησιμοποιώντας το kit ανάπτυξης λογισμικού Android (SDK), ενώ είναι δυνατή και η χρήση άλλων γλωσσών. Όλες οι γλώσσες εκτός JVM, όπως Go , JavaScript , C , C ++ για την συναρμολόγηση , χρειάζονται τη βοήθεια του κώδικα γλώσσας JVM, που μπορεί να παρέχεται από εργαλεία, πιθανώς με περιορισμένη υποστήριξη API. Ορισμένες γλώσσες προγραμματισμού και εργαλεία επιτρέπουν την υποστήριξη εφαρμογών μεταξύ πλατφορμών (δηλαδή και για Android και iOS). Τα εργαλεία, τα αναπτυξιακά περιβάλλοντα και η υποστήριξη γλωσσών από τρίτους συνεχίζουν να εξελίσσονται και να επεκτείνονται από τότε που κυκλοφόρησε το αρχικό SDK το 2008.[6]

5.2.2 IOS

Το iOS είναι ένα κινητό λειτουργικό σύστημα που δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε από την Apple Inc. αποκλειστικά για το υλικό του . Είναι το λειτουργικό σύστημα που σήμερα τροφοδοτεί πολλές από τις κινητές συσκευές της εταιρείας, συμπεριλαμβανομένου του iPhone και του iPod Touch . Είναι το δεύτερο δημοφιλέστερο κινητό λειτουργικό σύστημα παγκοσμίως μετά το Android .

Ανάπτυξη iOS

Το iOS είναι το κινητό λειτουργικό σύστημα της Apple που λειτουργεί σε ένα iPhone, iPad, iPod Touch υλικό. Η Apple παρέχει εργαλεία και πόρους για τη δημιουργία εφαρμογών και αξεσουάρ iOS για αυτές τις συσκευές. Ως προγραμματιστής iOS, μπορείτε να προγραμματίσετε σε μητρικές γλώσσες όπως Swift ή Objective-C ή να δημιουργήσετε ενσωματωμένες εφαρμογές πολλαπλών πλατφορμών χρησιμοποιώντας το React Native (JavaScript) ή το Xamarin (C # & F #).

5.3 Εφαρμογές κινητών και Internet of Things

Σε ένα περιβάλλον με δυνατότητα IoT, οι κινητές συσκευές μας θα λειτουργήσουν ως η κύρια διεπαφή μέσω της οποίας μπορούμε να αλληλεπιδράμε με τις συσκευές που διαθέτουν IoT . Ένας από τους λόγους για τους οποίους το IoT γίνεται γρήγορα μια mainstream τεχνολογία είναι ότι οι φορητές συσκευές μας έρχονται πλήρως φορτωμένες με λειτουργίες όπως η τεχνολογία geo-location based και πολλές επιλογές συνδεσιμότητας όπως

WiFi, Bluetooth και NFC. Αυτές οι ιδιότητες στις κινητές συσκευές μας χαρακτηρίζουν ότι αποτελούν τον πυρήνα του οικοσυστήματος του Διαδικτύου.

6° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

6 Υλικά κατασκευής

Τα βασικά υλικά που απαρτίζουν μια κατασκευή ΙΟΤ όπως παρουσιάστηκαν εκτεταμένα στα προηγούμενα κεφάλαια είναι οι μικροελεγκτές ,οι αισθητήρες και οι μονάδες ασύρματου δικτύου. Οι αισθητήρες προσφέρουν την σύνδεση με τις συνθήκες που επικρατούν σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον με την κατασκευή.Οι μονάδες ασύρματου δικτύου προσφέρουν την επικοινωνία του χρήστη με μια κατασκευή ΙΟΤ και οι μικροελεγκτές είναι αυτοί που ελέγχουν και διαχειρίζονται τα δύο παραπάνω μέρη, ουσιαστικά είναι ο εγκέφαλος μιας κατασκευής. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι επιλογές των υλικών που έγιναν ώστε να δημιουργηθεί η κατασκευή.

6.1 Μικροελεγκτής NodeMCU esp8266

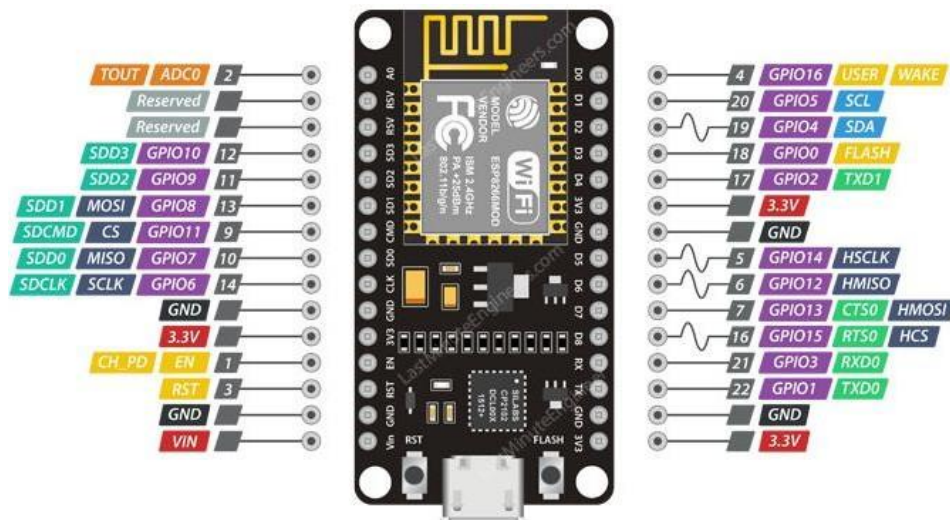
Το NodeMCU είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης που τρέχει στο ESP8266 με το Espressif Non-OS SDK και το υλικό που βασίζεται στην ηλεκτρονική μονάδα ESP-12. Η συσκευή διαθέτει 4MB μνήμης flash, 80MHz ρολόι συστήματος, περίπου 50k εύχρηστη μνήμη RAM και ασύρματο πομποδέκτη Wifi.

6.1.1 Χαρακτηριστικά συσκευής

- Επεξεργατής : Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
- Τάση λειτουργίας : 3.3 V
- Τάση εισόδου : 7-12 V
- Ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου- εξόδου : 16
- Αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου : 1
- Σειριακές θύρες : 1
 - SPIs : 1
 - I2Cs : 1
- Μνήμη Flash : 4MB
 - SRAM : 64 KB
- Ταχύτητα ρολογιού : 80 Mhz
 - Wi-Fi : IEEE 802.11 b/g n:

6.1.2 Θύρες μικροελεγκτή

Το nodeMCU είναι μία λύση η οποία προσφέρει μεγάλο αριθμό θυρών με αποτέλεσμα να υποστηρίζει την ενσωμάτωση πολλών περιφερειακών συσκευών σε αυτό. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η λειτουργία κάθε υπάρχουσας θύρας του.



Εικόνα 6.1-1: Χαρτογράφηση θυρών nodeMCU esp8266

Θύρες τροφοδοσίας:

Υπάρχουν τέσσερις ακροδέκτες ισχύος. μία καρφίτσα VIN & τρεις καρφίτσες 3.3V. Ο ακροδέκτης VIN μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άμεση τροφοδοσία του ESP8266 και των περιφερειακών του, αν υπάρχει ρυθμισμένη πηγή τάσης 5V. Οι ακροδέκτες 3.3V είναι η έξοδος ενός ρυθμιστή τάσης. Αυτές οι θύρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή ενέργειας σε εξωτερικά εξαρτήματα.

Θύρες I2C:

Χρησιμοποιούνται για να συνδέουν όλα τα είδη αισθητήρων και περιφερειακών του I2C. Τόσο το Master I2C όσο και το I2C Slave υποστηρίζονται. Η λειτουργικότητα διασύνδεσης I2C μπορεί να πραγματοποιηθεί προγραμματικά και η συχνότητα ρολογιού είναι 100 kHz στο μέγιστο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συχνότητα ρολογιού I2C θα πρέπει να είναι υψηλότερη από την πιο αργή συχνότητα ρολογιού της υποτελους συσκευής.

Θύρες εισόδων- εξόδων(GPIO):

Διαθέτει 17 ακροδέκτες GPIO, οι οποίοι μπορούν να αντιστοιχούν σε διάφορες λειτουργίες όπως I2C, I2S, UART, PWM, IR τηλεχειριστήριο, φως LED και πλήκτρο προγραμματισμού.

Κανάλι ADC:

Το NodeMCU είναι ενσωματωμένο με ακρίβεια 10-bit SAR ADC. Οι δύο λειτουργίες μπορούν να υλοποιηθούν χρησιμοποιώντας το ADC.

Θύρες σειριακής επικοινωνίας(UART):

Διαθέτει 2 διασυνδέσεις UART, δηλαδή UART0 και UART1, οι οποίες παρέχουν ασύγχρονη επικοινωνία (RS232 και RS485) και μπορούν να επικοινωνούν μέχρι και 4,5 Mbps. UART0 (TXD0, RXD0, RST0 & CTS0 ακίδες) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επικοινωνία. Ωστόσο, η UART1 (pin TXD1) διαθέτει μόνο σήμα μετάδοσης δεδομένων, έτσι χρησιμοποιείται συνήθως για την εκτύπωση του αρχείου καταγραφής.

SPI θύρες:

Διαθέτει δύο SPI (SPI και HSPI) σε υποτελείς και κύριες λειτουργίες. Αυτά τα SPI υποστηρίζουν επίσης τις ακόλουθες λειτουργίες SPI γενικού σκοπού:

- 4 λειτουργίες χρονισμού της μεταφοράς μορφής SPI
- Έως 80 MHz και τα διαιρεμένα ρολόγια των 80 MHz
- Έως 64-byte FIFO

SDIO θύρες:

Διαθέτει διασύνδεση εισόδου / εξόδου Secure Digital (SDIO), το οποίο χρησιμοποιείται για την απευθείας σύνδεση καρτών SD. Τα SDIO v1.1 SDM v1.1 και 4-bit SDMM v2.0 υποστηρίζονται.

Θύρες PWM:

Η έξοδος PWM μπορεί να εφαρμοστεί προγραμματικά και να χρησιμοποιηθεί για την οδήγηση ψηφιακών κινητήρων και LED. Το εύρος συχνοτήτων PWM ρυθμίζεται από 1000 μ s έως 10000 μ s, δηλ. Μεταξύ 100 Hz και 1 kHz.

Θύρες Ελέγχου:

Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του ESP8266. Αυτές οι καρφίτσες περιλαμβάνουν τον ακροδέκτη Chip Enable (EN), τον ακροδέκτη Reset pin (RST) και τον ακροδέκτη WAKE.

- EN pin - Το τσιπ ESP8266 είναι ενεργοποιημένο όταν το EN pin είναι τραβηγμένο HIGH και το τσιπ λειτουργεί με ελάχιστη ισχύ.
- RST pin - Ο ακροδέκτης RST χρησιμοποιείται για την επαναφορά του τσιπ ESP8266.
- Πείρος WAKE - Ο ακροδέκτης Wake χρησιμοποιείται για να ξυπνήσει το τσιπ από βαθύ ύπνο.

6.1.3 Πλατφόρμες προγραμματισμού του NodeMCU esp8266

Υπάρχουν διάφορες πλατφόρμες ανάπτυξης που μπορούν να εξοπλιστούν για τον προγραμματισμό του NodeMCU esp8266. Υπάρχει το Espruino - JavaScript SDK και το firmware που εξομοιώνουν τον Node.js και το Mongoose OS ,ένα λειτουργικό σύστημα για συσκευές IoT (συνιστώμενη πλατφόρμα από το Espressif Systems και το Google Cloud IoT) ή χρησιμοποιώντας ένα κιτ ανάπτυξης λογισμικού (SDK) .

Η κοινότητα ESP8266 πήρε την επιλογή IDE ένα βήμα παραπέρα δημιουργώντας ένα add-on του Arduino. Αυτό το πρόσθετο ESP8266 για το Arduino μπορεί να ελεγχθεί στην αποθήκη του Arduino GitHub του ESP8266 για περισσότερες πληροφορίες.

Η επιλογή πλατφόρμας για την συγκεκριμένη εφαρμογή είναι το Arduino IDE στο οποίο υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης βιβλιοθηκών για τον

προγραμματισμό του NodeMCU esp8266 και είναι ελεύθερη η χρήση του από τον οποιοδήποτε.

6.2 HC-06 Bluetooth

Το HC-06 είναι μια μονάδα Bluetooth σχεδιασμένη για την καθιέρωση ασύρματης επικοινωνίας δεδομένων μικρής εμβέλειας μεταξύ δύο μικροελεγκτών ή συστημάτων. Η ενότητα λειτουργεί με το πρωτόκολλο επικοινωνίας Bluetooth 2.0 και μπορεί να λειτουργεί μόνο ως υποτελής συσκευή. Αυτή είναι η φθηνότερη μέθοδος ασύρματης μετάδοσης δεδομένων και πιο ευέλικτη σε σύγκριση με άλλες μεθόδους και μπορεί ακόμη και να μεταδίδει αρχεία με ταχύτητα μέχρι 2,1 Mb / s.

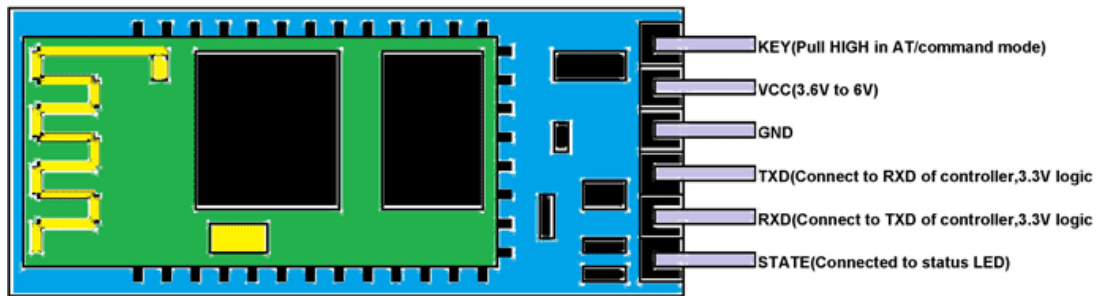
Το HC-06 χρησιμοποιεί τεχνική εξάπλωσης φάσματος συχνοτήτων (FHSS) για την αποφυγή παρεμβολών με άλλες συσκευές και για πλήρη μετάδοση διπλής όψης. Η συσκευή λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων από 2.402 GHz έως 2.480GHz.

6.2.1 Χαρακτηριστικά HC-06

- Πρωτόκολλο Bluetooth: Πρότυπο πρωτόκολλο Bluetooth V2.0
- Επίπεδο ισχύος: Class2 (+ 6dBm)
- Ζώνη: 2.40GHz-2.48GHz, ζώνη ISM
- Ευαισθησία δέκτη: -85dBm
- Πρωτόκολλο USB: USB v1.1 / 2.0
- Λειτουργία διαμόρφωσης: Πλήκτρο αλλαγής συχνότητας Gauss
- Χαρακτηριστικό ασφαλείας: Έλεγχος ταυτότητας και κρυπτογράφηση
- Εύρος τάσης λειτουργίας: + 3.3V έως + 6V
- Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας: -20 ° C έως + 55 ° C
- Λειτουργικό ρεύμα: 40Ma

6.2.2 Θύρες HC-06

Η μονάδα HC-06 διαθέτει έξι ακίδες, όπως φαίνεται στο pinout. Σε αυτά χρειάζεται μόνο να χρησιμοποιήσουμε τέσσερα για την επιτυχή διασύνδεση της μονάδας. Ορισμένες κάρτες ξεμπλοκαρίσματος θα αφήσουν μόνο τέσσερις καρφίτσες εξόδου μόνο εξαιτίας αυτού του λόγου. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η λειτουργία κάθε θύρας του.



Εικόνα 6.2-1: Θύρες HC-06

Θύρα Key:

Η κατάσταση ακίδων καθορίζει εάν η μονάδα λειτουργεί σε λειτουργία εντολών AT ή σε κανονική λειτουργία.

Θύρα τροφοδοσίας Vcc:

Η θύρα αυτή χρειάζεται τάση +5V.

Θύρα γείωσης:

Συνδέεται στη γείωση.

Θύρα σειριακών δεδομένων TXD :

Τα σειριακά δεδομένα μεταδίδονται από την ενότητα μέσω αυτής της καρφίτσας (στα 9600bps από προεπιλογή), 3.3V λογική

Θύρα σειριακών δεδομένων RXD:

Τα σειριακά δεδομένα λαμβάνονται από τη μονάδα μέσω αυτής της καρφίτσας (στα 9600bps από προεπιλογή), 3.3V λογική

Θύρα State:

Ο ακροδέκτης είναι συνδεδεμένος στη λυχνία LED της κάρτας για να αναπαριστά την κατάσταση της μονάδας

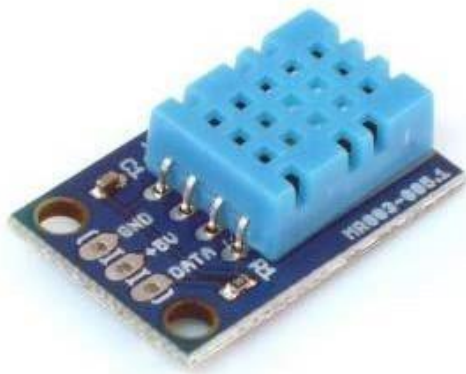
6.2.3 Πλεονεκτήματα HC-06

Το HC-06 επιλέχθηκε για την συγκεκριμένη κατασκευή για τους λόγους που φαίνονται παρακάτω:

- Το HC-06 είναι η καλύτερη επιλογή όταν απαιτείται ασύρματη επικοινωνία μικρής απόστασης. Η μονάδα χρησιμοποιείται για ασύρματες επικοινωνίες μικρότερες από 100 μέτρα.
- Η μονάδα είναι πολύ εύκολη στη διεπαφή και την επικοινωνία.
- Η ενότητα είναι μια από τις φθηνότερες λύσεις ασύρματης επικοινωνίας όλων των τύπων που υπάρχουν στην αγορά.
- Η μονάδα καταναλώνει πολύ λιγότερη ενέργεια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητά συστήματα που λειτουργούν με μπαταρία.
- Η μονάδα μπορεί να συνδεθεί με σχεδόν όλους τους ελεγκτές ή τους επεξεργαστές καθώς χρησιμοποιεί διεπαφή UART.

6.3 Αισθητήρας υγρασίας-θερμοκρασίας DHT11

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11. Το θερμόμετρο αυτό χρησιμοποιεί 1-Wire επικοινωνία και παρέχει μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας 8bit. Συνδέεται στην διεπαφή one-Wire της αναπτυξιακής πλακέτας μέσω 3 pin (τροφοδοσία, data και GND).



Εικόνα 6.3-1: Αισθητήρας DHT11

6.3.1 Χαρακτηριστικά αισθητήρα DHT11

Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα.

- Διεπαφή 1-Wire (απαιτείται μόνο 1 port-pin για λειτουργία)
- Εύρος θερμοκρασιών 0-50°C
- Ακρίβεια μέτρησης θερμοκρασίας $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Εύρος σχετικής υγρασίας 20-90%

- Ακρίβεια μέτρησης υγρασίας $\pm 5\%$

7° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

7 Λογισμικό κατασκευής

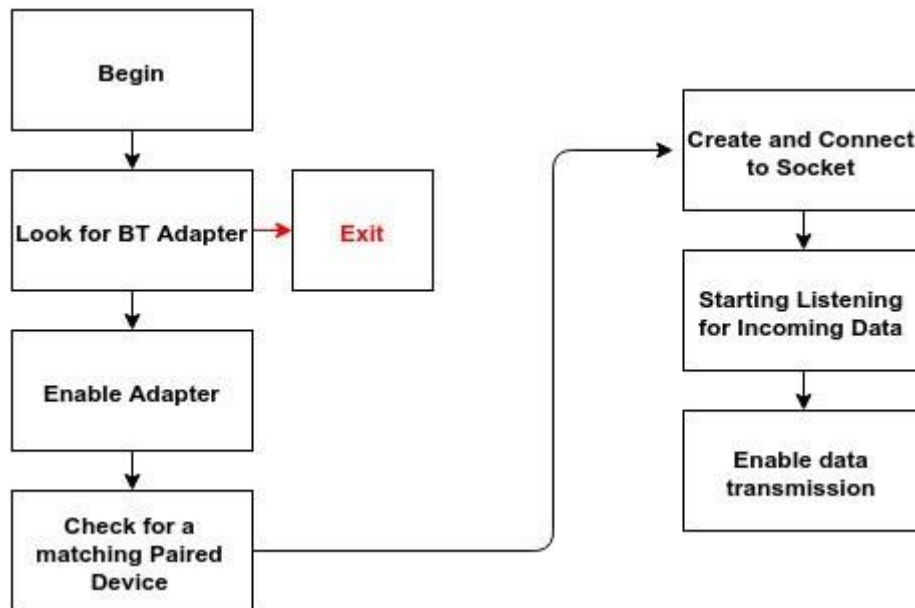
Για την κατασκευή ολοκληρωμένων εφαρμογών χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία είναι απαραίτητα για την λειτουργία τους. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι το Android studio της Google και το Arduino IDE της Arduino Software. Το Android studio χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργηθεί μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα και το Arduino IDE για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή nodeMCU esp8266. Τα δυο αυτά λογισμικά είναι ελεύθερα για χρήση από τον οποιονδήποτε και είναι τα προτεινόμενα για τον σκοπό που χρησιμοποιήθηκαν. Τα δύο βασικά σκέλη ενός προγράμματος android είναι η λειτουργία του και το γραφικό του περιβάλλον(διεπαφή). Για την λειτουργία του προγράμματός χρησιμοποιήθηκε η Java και για το γραφικό περιβάλλον η XML. Στα επόμενα υποκεφάλαια θα παρουσιαστούν οι εργασίες που έγιναν στο κάθε λογισμικό, καθώς και ο κώδικας που αναπτύχθηκε στο καθένα , ώστε να υλοποιηθεί η συγκεκριμένη εφαρμογή.

7.1 Android studio

Το Android Studio είναι το επίσημο ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) για το λειτουργικό σύστημα Android της Google, το οποίο βασίζεται στο λογισμικό IntelliJ IDEA της JetBrains και έχει σχεδιαστεί ειδικά για ανάπτυξη Android. Είναι διαθέσιμο για λήψη σε λειτουργικά συστήματα που βασίζονται σε Windows, macOS και Linux. Αποτελεί αντικατάσταση του Eclipse Android Development Tools (ADT) ως το πρωταρχικό IDE για την ανάπτυξη εφαρμογών Android. Η Kotlin είναι η προτιμώμενη γλώσσα της Google για την ανάπτυξη εφαρμογών Android. Ακόμα, άλλες γλώσσες προγραμματισμού υποστηρίζονται από το Android Studio, όπως η Java και η C ++. Η γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό της παρούσας εφαρμογής είναι η Java γιατί είναι η πιο διαδεδομένη στους προγραμματιστές καθώς και γιατί μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την γλώσσα σε βαθύ, για την αποδοτικότητα του προγράμματος, λόγω της εμπειρίας μας σε αυτή.

7.1.1 Java και Android SDK

Ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον προγραμματισμό της εφαρμογής κινητού τηλεφώνου είναι η γλώσσα προγραμματισμού Java , η οποία είναι μια από της γλώσσες που μπορεί μια εφαρμογή να προγραμματιστεί , σε συνδυασμό με το Android SDK (software development kit) το οποίο είναι ένα πακέτο βιβλιοθηκών που έχει δημιουργήσει η Google ώστε ο κώδικας που αναπτύσει ο κάθε προγραμματιστής να είναι καλύτερα προσαρμοσμένος σε κινητά τηλέφωνα. Στη συνέχεια φαίνεται το διάγραμμα ροής που ακολουθεί ο κώδικας που αναπτύχθηκε σε Java .



Εικόνα 7.1-1:Διάγραμμα ροής εφαρμογής

Συγκεκριμένα, όταν αρχίσει να εκτελείται η εφαρμογή το πρώτο πράγμα που αρχίζει να κάνει είναι να ψάχνει για έναν αντάπτορα Bluetooth. Πρακτικά, ο αντάπτορας αυτός θα υπάρχει εάν η συσκευή υποστηρίζει Bluetooth. Αν δεν υποστηρίζει τότε η εφαρμογή σταματάει να εκτελείται. Αν υποστηρίζει τότε ενεργοποιεί τον αντάπτορα, δηλαδή ενεργοποιεί το Bluetooth στο κινητό τηλέφωνο. Στην συνέχεια, η εφαρμογή ελέγχει για συμβατές συσκευές HC-06 ώστε να συνδεθεί και αν το πετύχει δημιουργεί έναν δίαυλο επικοινωνίας με την συσκευή (Socket). Όταν έχουν επιτευχθεί όλα τα παραπάνω οι δύο συσκευές είναι ικανές να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να ανταλλάξουν δεδομένα. Παρακάτω, παρατείθονται τα κομμάτια του κώδικα που επιτελούν αυτές τις διαδικασίες, καθώς και επεξηγήσεις για την υλοποίηση της εφαρμογής στο Android Studio αναλυτικά.

```

void findBluetooth()
{
    myBluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
    if(myBluetoothAdapter == null)
    {
        status.setText("No bluetooth adapter available");
    }

    if(!myBluetoothAdapter.isEnabled())
    {
        Intent enableBluetooth = new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
        startActivityForResult(enableBluetooth, 0);
    }

    Set<BluetoothDevice> pairedDevices = myBluetoothAdapter.getBondedDevices();
    if(pairedDevices.size() > 0)
    {
        for(BluetoothDevice device : pairedDevices)
        {
            if(device.getName().equals("HC-06"))
            {
                myDevice = device;
                break;
            }
        }
    }
    status.setText("Bluetooth Device Found");
}
}

```

Εικόνα 7.1-2: Έλεγχος για αντάπτορα

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα η διαδικασία findBluetooth ελέγχει τρία πράγματα. Πρώτον, εάν υπάρχει αντάπτορας Bluetooth στην συσκευή και αν δεν υπάρχει ενημερώνει τον χρήστη. Δεύτερον, αν υπάρχει αντάπτορας και δεν είναι ενεργοποιημένος, τον ενεργοποιεί, δηλαδή ενεργοποιεί το Bluetooth στο κινητό. Τέλος, ενημερώνει τον χρήστη αν υπάρχει διαθέσιμη συσκευή, ώστε στη συνέχεια να συνδεθεί μαζί της. Πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδικασία αυτή αρχίζει να εκτελείτε κάθε φορά που ο χρήστης ενεργοποιεί την εφαρμογή.

```

void connect() throws IOException
{
    UUID uuid = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-00805F9B34FB"); //Standard SerialPortService ID
    mySocket = myDevice.createRfcommSocketToServiceRecord(uuid);
    mySocket.connect();
    myOutputStream = mySocket.getOutputStream();
    myInputStream = mySocket.getInputStream();

    status.setText("Device Connected");
}
}

```

Εικόνα 7.1-3:Σύνδεση συσκευών

Ο παραπάνω κώδικας αρχικά ορίζει το universally unique identifier (UUID), που απαιτείται για να συνδεθεί η εφαρμογή με το HC-06, το οποίο είναι μοναδικό για αυτές τις συσκευές και ορίζεται από το εγχειρίδιο του HC-06. Στη συνέχεια, η εφαρμογή ανοίγει έναν δίαυλο επικοινωνίας (mySocket) με το HC-06, ενεργοποιεί τα «κανάλια» εισόδου και εξόδου δεδομένων (myInputStream και

myOutputStream) και ενημερώνει το χρήστη ότι συνδέθηκε με την συσκευή. Η συγκεκριμένη διαδικασία καλείται και αυτή με το άνοιγμα της εφαρμογής εφόσον η προηγούμενη διαδικασία (findBluetooth) έχει εκτελεστεί σωστά. Άρα οι δύο συσκευές πλέον είναι σε θέση να μπορούν να ανταλλάξουν δεδομένα μεταξύ τους , πράγμα το οποίο υλοποιείται με τις παρακάτω συναρτήσεις.

```
void sendData() throws IOException
{
    myOutputStream.write(message.getBytes());
    status.setText("Data Sent");
}

void receiveData{
    try {
        myInputStream.read(packetBytes);
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    String s = new String(packetBytes);
    temperature.setText(s);
    humidity.setText(s);
    heatIndex.setText(s);
}
}
```

Εικόνα 7.1-4:Κανάλια επικοινωνίας συσκευών

Η διαδικασία sendData στέλνει δεδομένα που θέλει ο χρήστης στην συσκευή και ταυτόχρονα τον ενημερώνει ότι στάλθηκαν. Η διαδικασία receiveData λαμβάνει τα δεδομένα που χρειάζεται ο χρήστης και ενημερώνει τα αντίστοιχα πεδία στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής.

```
void closeBT() throws IOException
{
    stopWorker = true;
    myOutputStream.close();
    myInputStream.close();
    mySocket.close();
}
}
```

Εικόνα 7.1-5:Διαδικασία κλεισίματος εφαρμογής

Όταν τελικά ο χρήστης επιθυμεί να κλείσει την εφαρμογή, όλες οι διεργασίες (myInputStream, myOutputStream, mySocket) που εκτελούνται στην εφαρμογή πρέπει να απενεργοποιηθούν, ώστε να μην σπαταλούν πόρους του κινητού τηλεφώνου χωρίς σκοπό.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι όλες οι παραπάνω διαδικαδίες που αναφέρθηκαν ενεργοποιούνται με την εκτέλεση ενός γεγονότος που πραγματοποιείται κατά την διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής. Συγκεκριμένα οι διαδικασίες findBluetooth και connect ενεργοποιούνται στην εκκίνηση της εφαρμογής, οι διαδικασίες sendData και receiveData ενεργοποιούνται με το πάτημα των αντίστοιχων κουμπιών από τον χρήστη και τέλος η διαδικασία closeBT ενεργοποιείται όταν κλείνει η εφαρμογή. Στο επόμενο υποκεφάλαιο θα παρουσιαστεί ο τρόπος σχεδίασης του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής.

7.1.2 Γραφικό περιβάλλον διεπαφής χρήστη

Το λογισμικό Android studio δίνει την δυνατότητα δημιουργίας γραφικού περιβάλλοντος διεπαφής χρήστη, το οποίο προσφέρει την διεπαφή του χρήστη με το πρόγραμμα της java όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση της γλώσσας XML (Extensible Markup Language). Η XML είναι μία γλώσσα σήμανσης παρόμοια με την HTML που χρησιμοποιείται για την περιγραφή δεδομένων. Οι ετικέτες XML δεν είναι προκαθορισμένες και πρέπει να ορίσουμε τις δικές μας. Η XML είναι ευανάγνωστη, επεκτάσιμη, απλή να αναπυυχθεί και ελαφρία γλώσσα και δεν κάνει βάρια την διάταξη. Στην συνέχεια φαίνεται ο κώδικας XML καθώς και το γραφικό περιβάλλον που δημιουργήθηκε.

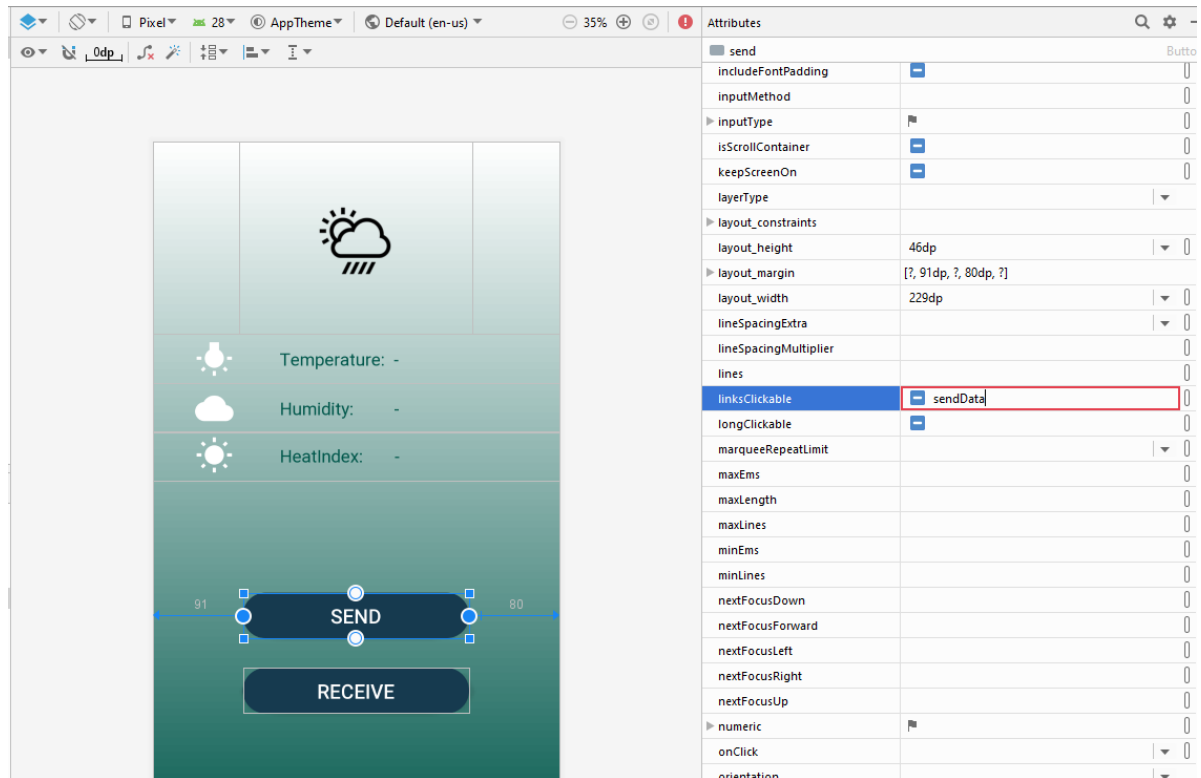
```
<TextView
    android:id="@+id/entry"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_below="@id/label"
    android:background="@android:drawable/editbox_background" />

<Button
    android:id="@+id/sendData"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignParentRight="true"
    android:layout_below="@id/entry"
    android:layout_marginLeft="10dip" />
```

Εικόνα 7.1-6: Παραδείγματα στοιχείων εφαρμογής σε XML

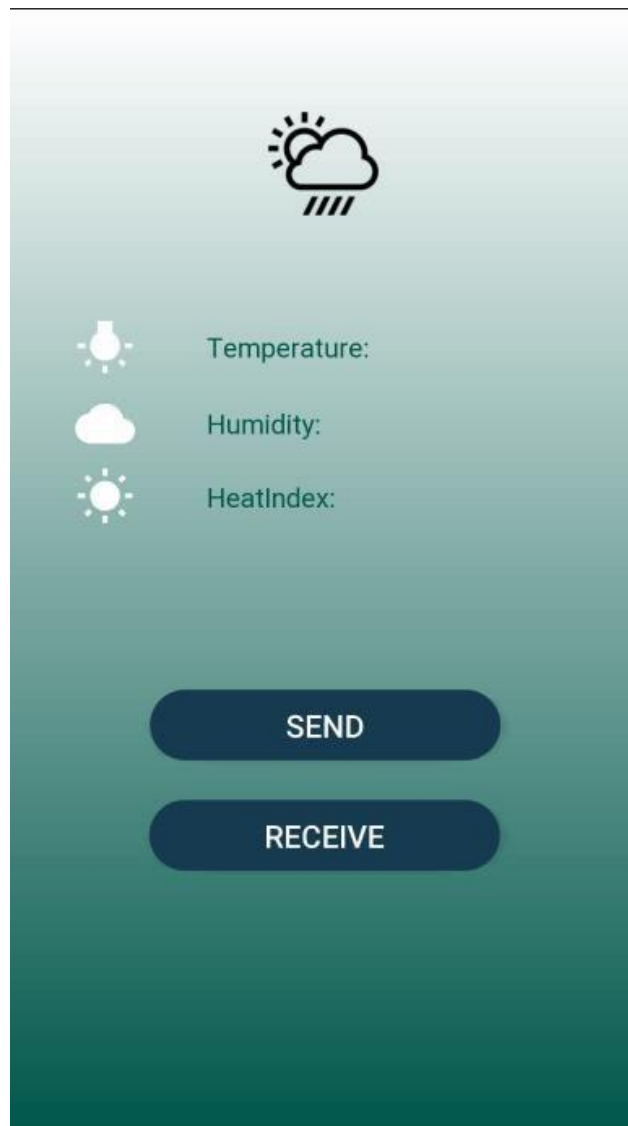
Στην πάνω εικόνα φαίνονται δυο παραδείγματα στοιχείων του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής σε XML. Τα μοναδικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι κουμπιά (Button) και στοιχεία προβολής κειμένου (TextViews). Συγκεκριμένα στην εφαρμογή υπάρχουν δύο κουμπία, το SEND και το RECEIVE. Όταν ο χρήστης πατάει το SEND ενεργοποιείται η συνάρτηση sendData που έχει ήδη αναφερθεί και αντίστοιχα το ίδιο συμβαίνει και με την διαδικασία receiveData. Η σύνδεση των κουμπιών και των

διαδικασιών γίνεται με μια συγκεκριμένη ρύθμιση στο Android Studio όπου συνδέουμε το πάτημα ενός κουμπιού με μια συγκεκριμένη διαδικασία. Δηλαδή στο πεδίο `linksClickable` του κάθε κουμπιού επιλέγω μια συνάρτηση θέλω να εκτελείται, γράφοντας το όνομα της στην `Java` σε αυτό το πεδίο., όπως φαίνεται στην κάτω εικόνα.



Εικόνα 7.1-7:Σύνδεση κουμπιού και διαδικασίας

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το γραφικό περιβάλλον διεπαφής που δημιουργήθηκε.



Εικόνα 7.1-7:Γραφικό περιβάλλον διεπαφής χρήστη

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, ο χρήστης μπορεί να στείλει αίτημα στην συσκευή που έχει ήδη συνδεθεί με το κινητό τηλέφωνο για να λαβει δεδομένα με το κουμπί SEND και με το κουμπί RECEIVE λαμβάνει τα δεδομένα απο την συσκευή.Τα δεδομένα αυτά εμφανίζονται στα αντίστοιχα πεδία Temperature, Humidity και HeatIndex .

7.2 Arduino IDE

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino είναι μία εφαρμογή γραμμένη σε Java, που λειτουργεί σε πολλές πλατφόρμες και προέρχεται από το IDE για τη γλώσσα προγραμματισμού Processing και το σχέδιο Wiring. Έχει σχεδιαστεί για να εισαγάγει στον προγραμματισμό τους

καλλιτέχνες και τους νέους που δεν είναι εξοικειωμένοι με την ανάπτυξη λογισμικού. Περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κώδικα με χαρακτηριστικά όπως είναι η επισήμανση σύνταξης και ο συνδυασμός αγκύλων και είναι επίσης σε θέση να μεταγλωττίζει και να φορτώνει προγράμματα στην πλακέτα με ένα μόνο κλικ. Δεν υπάρχει συνήθως καμία ανάγκη να επεξεργαστείτε αρχεία make ή να τρέξετε προγράμματα σε ένα περιβάλλον γραμμής εντολών. Ένα πρόγραμμα ή κώδικας που γράφτηκε για Arduino ονομάζεται *σκίτσο* (sketch)^[16].

Τα Arduino προγράμματα είναι γραμμένα σε C ή C++. Το Arduino IDE έρχεται με μια βιβλιοθήκη λογισμικού που ονομάζεται "Wiring", από το πρωτότυπο σχέδιο Wiring, γεγονός που καθιστά πολλές κοινές λειτουργίες εισόδου/εξόδου πολύ πιο εύκολες. Οι χρήστες πρέπει μόνο να ορίσουν δύο λειτουργίες για να κάνουν ένα πρόγραμμα κυκλικής εκτέλεσης:

- `setup()`:μία συνάρτηση που τρέχει μία φορά στην αρχή του προγράμματος η οποία αρχικοποιεί τις ρυθμίσεις
- `loop()`:μία συνάρτηση που καλείται συνέχεια μέχρι η πλακέτα να απενεργοποιηθεί

Οι δύο αυτές λειτουργίες φαίνονται παρακάτω καθώς και τα κομμάτια κώδικα που χρησιμοποιούν.

```

#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();}

void loop()
{ char c;
if(Serial.available())
{
c = Serial.read();
if(c=='t')
readSensor();
}}
void readSensor() {
float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();
if (isnan(h) || isnan(t)) {
Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
return;
}
float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %\t");
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" *C ");
Serial.print("Heat index: ");
Serial.print(hic);
Serial.print(" *C ");
}
}

```

Εικόνα 7-2.1:Κώδικας σε Arduino IDE σε C

Αρχικά πριν από τις λειτουργίες setup() και loop() εισάγονται οι βιβλιοθήκες για την χρησιμοποίηση συναρτήσεων ώστε ο μικροελεγκτής να μπορεί να διαβάσει και να αποκωδικοποιήσει τα δεδομένα που λαμβάνει από τον αισθητήρα DHT11.Επίσης , ορίζει την θύρα(2) όπου ο αισθητήρας συνδέεται με τον μικροελεγκτή. Η Bluetooth μονάδα συνδέεται στις θύρες RX ΚΑΙ TX του μικροελεγκτή.Στην συνέχεια, στην λειτουργία setup ορίζεται η σειριακή επικοινωνία μεταξύ του μικροελεγκτή με τον αισθητήρα και τη μονάδα Bluetooth.Τέλος, στην λειτουργία loop ο μικροελεγκτής διαβάζει δεδομένα απο τον αισθητήρα αν έχει λάβει κάποιο δεδομένο από τον χρήστη(έστω t) και του στέλνει πίσω τις μετρήσεις που έλαβε από τον αισθητήρα που στην

συγκεκριμένη περίπτωση είναι υγρασία, θερμοκρασία και συντελεστής δυσφορίας.

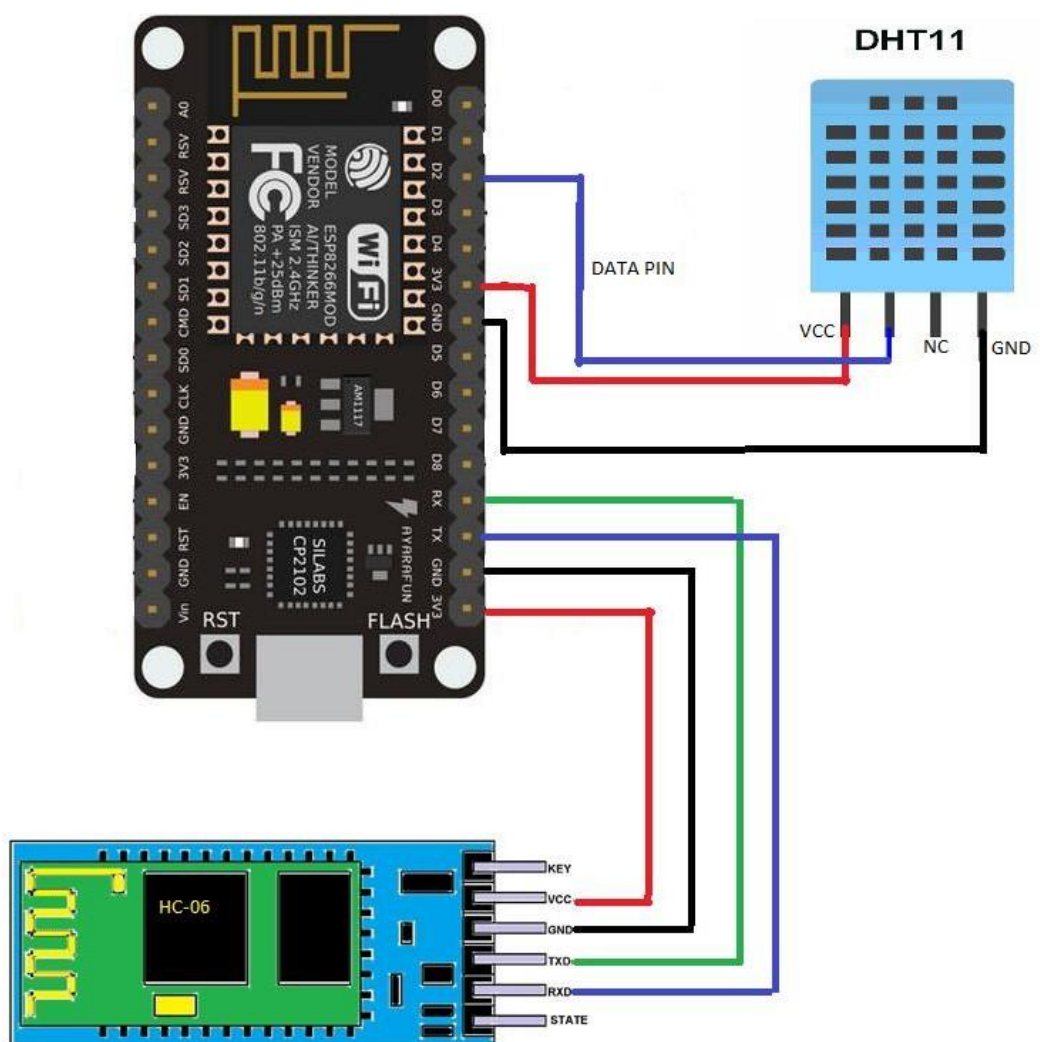
8° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΕΙΑΣ ΜΕ BLUETOOTH ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

8 Σύστημα Τηλεμετρίας με Bluetooth για την μέτρηση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας

Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται την εφαρμογή που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής. Η εφαρμογή χωρίζεται σε δύο διακριτά σκέλη. Από την μία έχουμε την κατασκευή η οποία λαμβάνει τις μετρήσεις και από την άλλη την εφαρμογή κινητού που λαμβάνει τα δεδομένα από την κατασκευή και προσφέρει την διεπαφή με αυτά στον χρήστη. Αρχικά , θα παρουσιαστεί βήμα προς βήμα η συνδεσμολογία της διάταξης .Επειτά θα γίνει αναφορά στον τρόπο λειτουργίας της και τα πλεονεκτήματα της.Τέλος θα παρατεθούν τα συμπεράσματα και ανοιχτά θέματα για περαιτέρω έρευνα.

8.1 Συνδεσμολογία κατασκευής



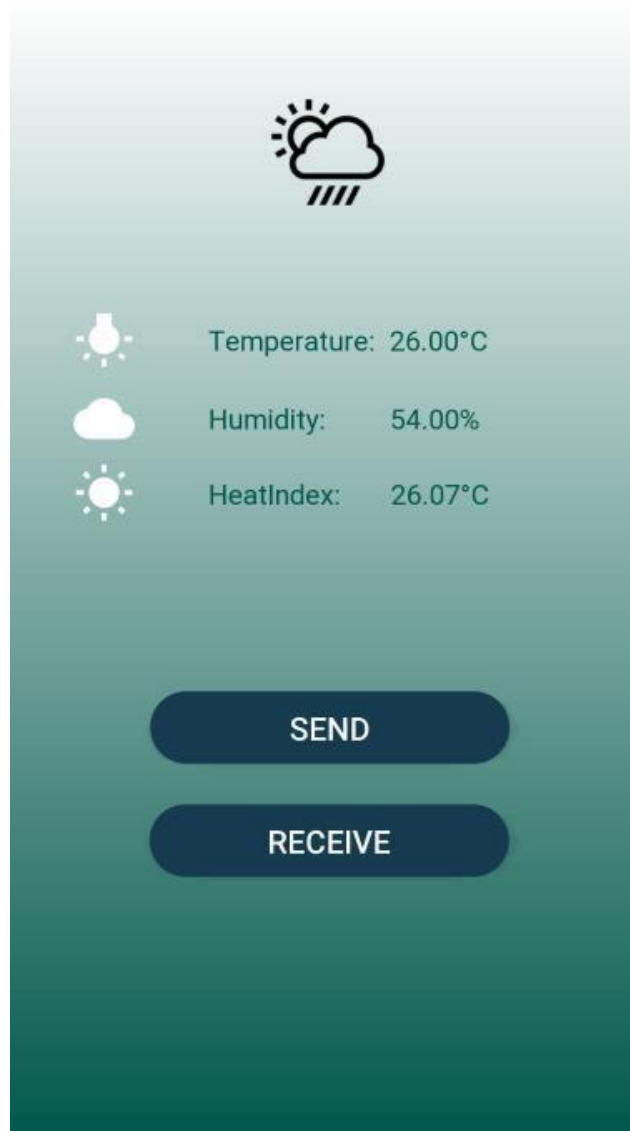
Εικόνα 8.1-1:Συνδεσμολογία κατασκευής

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα η κατασκευή απαρτίζεται από τρία μέρη. Τον μικροελεγκτή (nodemcu esp8266) , την μονάδα Bluetooth (HC-06) και τον αισθητήρα (DHT11). Ο μικροελεγκτής είναι υπεύθυνος να τροφοδοτεί καθώς και να στέλνει και να λαμβάνει δεδομένα από τα άλλα δύο στοιχεία . Συγκεκριμένα, ο αισθητήρας τροφοδοτείται με τάση 3.3V από τον μικροελεγκτή και μέσω του DATA PIN στένει τα σειριακά δεδομένα που διαβάζει από το περιβάλλον στον μικροελεγκτή. Ο μικροελεγκτής με την σειρά του επεξεργάζεται τα δεδομένα αυτά και τα μετατρέπει στα μεγέθη τα οποία είναι επιθυμητό να μετρηθούν. Η μονάδα Bluetooth τροφοδοτείται επίσης από τον μικροελεγκτή και βρίσκεται σε σειριακή αμφίδρομη επικοινωνία με αυτόν μέσω των θυρών TXD ΚΑΙ RXD. Στη συνέχεια, αν ο μικροελεγκτής λάβει σήμα από την μονάδα Bluetooth , τότε στένει σε αυτή τα δεδομένα που με την σειρά της τα προωθεί σε όποια συσκευή βρίσκεται σε σύνδεση μαζί της. Τέλος ο μικροελεγκτής τροφοδοτείται από μία μπαταρία 3.3V.

8.2 Λειτουργία Διάταξης

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο παρουσιάστηκε η συνδεσμολογία και ο τρόπος λειτουργίας της κατασκευής. Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί ο τρόπος λειτουργίας της συνολικής διάταξης που δημιουργήθηκε.

Αρχικά ο χρήστης πρέπει να προβεί στην εγκατάσταση της εφαρμογής που δημιουργήθηκε , στο κινητό τηλέφωνο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός αρχείου (apk) το οποίο παρήχθη από το Android studio. Στην συνέχεια , πρέπει να ενεργοποιήσει το Bluetooth στο κινητό του τηλέφωνο . Αφού εντοπίσει την συσκευή που επιθυμεί να συνδεθεί πρέπει να κάνει pair μαζί της. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να συμπληρώσει έναν κωδικό που ζητείται. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο κωδικός της δεν έχει αλλάξει και είναι αυτός που έχει από τις εργοστασιακές της ρυθμίσεις , συγκεκριμένα είναι ο 1234. Αφού το pair έχει πραγματοποιηθεί με επιτυχία ο χρήστης μπορεί να ανοίξει την εφαρμογή , η οποία αυτόματα θα συνδεθεί στην συσκευή εάν αυτή βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων . Πλέον μπορεί να ανταλλάξει πληροφορίες με την συσκευή αφού έχει δημιουργηθεί ένα κανάλι επικοινωνίας μεταξύ τους. Έτσι μπορεί να λάβει τα δεδομένα που χρειάζεται σε πραγματικό χρόνο στο κινητό του τηλεφώνου όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία.



Εικόνα 8.2-1:Μετρήσεις Εφαρμογής

Οι μετρήσεις που μπορεί να λάβει η συγκεκριμένη διάταξη όπως φαίνονται και στην εικόνα είναι αυτές της θερμοκρασίας υπολογισμένες σε βαθμούς κελσίου, της υγρασίας σε ποσοστό και του δείκτη δυσφορίας επίσης σε ποσοστό.Ο δείκτης δυσφορίας(heat index) είναι το μέγεθος το οποίο δηλώνει την αίσθητη θερμοκρασίας που νιώθει ο άνθρωπος.

8.3 Πλεονεκτήματα κατασκευής

Τα υλικά τα οποία απαρτίζουν την κατασκευή έχουν επιλεγθεί ώστε να είναι ιδανικά για τέτοιου είδους εφαρμογές και να έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με αντίστοιχα υλικά . Τα λογισμικά επίσης που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα προτεινόμενα για τον προγραμματισμό αρχικά της εφαρμογής κινητών τηλεφώνων και του μικροελεγκτή nodemcu esp8266.Επίσης , είναι ανοιχτά προς το κοινό λογισμικά που σημαίνει ότι δεν δαπανήθηκαν χρήματα για την χρησιμοποίησή τους .Τα βασικά πλεονεκτήματα της διάταξης αναφέρονται στη συνέχεια.

Android:

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε ώστε να λειτουργεί στο λειτουργικό σύστημα Android το οποίο είναι το δημοφιλέστερο λειτουργικό στην αγορά και καταλαμβάνει το 76% των κινητών τηλεφώνων για το έτος 2019. Επίσης, η εφαρμογή λειτουργεί σε εκδόσεις Android 4.0 και πάνω που σημαίνει σύμφωνα με την Google ότι καλύπτει το 99% των κινητών Android παγκοσμίως.

Κόστος:

Το κόστος της κατασκευής ανέρχεται στα 2.6 ευρώ ενδεικτικά, πράγμα το οποίο την κάνει αρκετά ανταγωνιστική έναντι άλλων.(nodemcu 1€ ,hc-06 1€ , dht11 0.6€)

Αξιοπιστία:

Η μονάδα Bluetooth είναι ικανή να προσφέρει γρήγορη και χωρίς διακοπές σύνδεση με το κινητό τηλέφωνο.

Κατανάλωση:

Οι απαιτήσεις των υλικών σε ισχύ είναι αρκετά χαμηλές πράγμα που σημαίνει ότι η κατασκευή μπορεί να λειτουργεί για μερικούς μήνες με μια απλή μπαταρία (nodemcu 5mA ,hc-06 2mA , dht11 0.2mA).

Ανεξαρτησία από τρίτους παράγοντες:

Το Bluetooth προσφέρει peer-to-peer (P2P) επικοινωνία που σημαίνει ότι δεν χρειάζεται κάποιος παροχέας (πχ Wi-Fi , GSM) για να λειτουργήσει.

8.4 Εφαρμογές

Οι εφαρμογές που μπορεί να έχει η κατασκευή αυτή αρχικά δεν πρέπει να έχουν την ανάγκη για επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις(έως 100 μέτρα).Επίσης , είναι εφαρμογές στις οποίες καθίσταται αναγκαίο να μετρηθεί η θερμοκρασία και η υγρασία.Στην συνέχεια, παρατίθενται ορισμένες εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κατασκευή αυτή.

Κινητήρες:

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές πτυχές των κινητήρων και οι περισσότερες από αυτές απαιτούν μέτρηση θερμοκρασίας για να εξασφαλιστεί ότι ο ίδιος ο κινητήρας δεν υπερθερμαίνεται.

Οικιακές συσκευές:

Βραστήρες, φρυγανιέρες, πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων και μηχανές καφέ πρέπει να περιέχουν όλα αισθητήρες θερμοκρασίας.

Υπολογιστές:

Στους υπολογιστές υπάρχουν αισθητήρες θερμοκρασίας για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα δεν υπερθερμαίνεται

Βιομηχανικός εξοπλισμός:

Οι αισθητήρες θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις εφαρμογές θα πρέπει να είναι ισχυροί καθώς το περιβάλλον μπορεί να είναι πολύ απαιτητικό.

Παρακολούθηση των καυσαερίων σε οχήματα με κινητήρα:

Οι αισθητήρες θερμοκρασίας του μηχανοκίνητου αθλητισμού πρέπει να είναι εξαιρετικά αξιόπιστοι και ανθεκτικοί ώστε να διασφαλίζεται ότι η απόδοση δεν θα παραβιάζεται σε αυτό το σκληρό περιβάλλον.

Παραγωγή φαγητού:

Αισθητήρες θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας της λιωμένης σοκολάτας.

Υγεία:

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου είναι αναγκαία η γνώση της υγρασίας σε συγκεκριμένους χώρους από ηλικιωμένα άτομα.

8.5 Παιρετέρω μελέτη

Ένα σύστημα Ιοt έχει συνεχώς περιθώρια για βελτίωση. Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται , οι συσκευές γίνονται πιο αποδοτικές , τα πρωτόκολλα ασύρματης επικοινωνίας γίνονται πιο αξιόπιστα και γρήγορα ή εφευρίσκονται νέες τεχνολογίες , είναι γεγονός πως υπάρχουν πολλές επιλογές ώστε ένα σύστημα να βελτιωθεί.Επιπλέον οι υπηρεσίες σύννεφου (cloud services) μπορούν πλέον να ενσωματωθούν σε ένα Ιοt σύστημα, προσφέροντας του αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων .Τέλος , οι εφαρμογές των κινητών τηλεφώνων γίνονται όλο και πιο πλούσιες αφού η επεξεργαστική δυνατότητα τους συνεχώς αυξάνεται τα τελευταία χρόνια.

9 Βιβλιογραφία

- 1) Shanin Farahani. 2008. *ZigBee Wireless Networks and Transceivers*. Newnes Newton. USA
- 2) Drew Gislason. 2008. *Zigbee Wireless Networking*. Newnes Newton
- 3) Stefano Tennina. Anis Koubâa, Roberta Daidone, Mário Alves, Petr Jurčík, Ricardo Severino, Marco Tiloca, Jan-Hinrich Hauer, Nuno Pereir. 2013. *IEEE 802.15.4 and ZigBee as Enabling Technologies for Low-Power Wireless Systems with Quality-of-Service Constraints*. Springer (SpringerBriefs in Electrical and Computer Engineering)
- 4) Houda Labiod, Hossam Afifi, Costantino de Santis. 2007. *Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee and WiMax*. Springer
- 5) Dieter Uckelmann, Mark Harrison, Florian Michahelles. 2011. *Architecting the Internet of Things*, Springer
- 6) Android studio documentation: <https://developer.android.com/docs>