



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πρόγραμμα Σπουδών
Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε. Λάρισας

IoT στην Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννη Θεοτοκίδη (ΑΜ: 8116009)

**Επιβλέπων: Βέντζας Δημήτριος Καθηγητής του Τομέα Αρχιτεκτονικής και Υ-
ποδομής Υπολογιστικών Συστημάτων στα Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου
και στην Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος, ΠΑΝ/ΜΙΟ Θεσσαλίας**

ΛΑΡΙΣΑ 2019

«Εγώ ο Ιωάννης Θεοτοκίδης, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Πτυχιακή Εργασία με τίτλο IoT στην Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων είναι δική μου και βεβαιώνω ότι:

- Σε όλες περιπτώσεις έχω συμβουλευτεί δημοσιευμένη εργασία τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία.*
- Σε όλες περιπτώσεις μεταφέρω λόγια τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία. Με εξαίρεση τέτοιες περιπτώσεις, το υπόλοιπο κείμενο της πτυχιακής αποτελεί δική μου δουλειά.*
- Αναφέρω ρητά όλες τις πηγές βοήθειας που χρησιμοποίησα.*
- Σε περιπτώσεις που τμήματα της παρούσας πτυχιακής έγιναν από κοινού με τρίτους, αναφέρω ρητά ποια είναι η δική μου συνεισφορά και ποια των τρίτων.*
- Γνωρίζω πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο παράπτωμα και είμαι ενήμερος(-η) για την επέλευση των νόμιμων συνεπειών»*

Ιωάννης Θεοτοκίδης

Ο φοιτητής εντάχθηκε αυτοδίκαια στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 6 του Ν.4589/2019 (ΦΕΚ 13/Α'/29.01.2019). Η εκπαιδευτική λειτουργία του ανωτέρου προγράμματος σπουδών συνεχίζεται μεταβατικά σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 6 του Ν.4589/2019 (ΦΕΚ 13/Α'/29.01.2019).

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Τόπος:

Ημερομηνία:

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. :
2.
3.

Περίληψη

Το IoT ενσωματώνεται σταδιακά στην καθημερινότητά μας. Η εξέλιξή του είναι τόσο γρήγορη που δύσκολα μπορεί να την παρακολουθήσει κανείς. Η ΨΕΣ αποτελεί την κινητήρια δύναμη αυτής της τεχνολογίας. Ο στόχος της εργασίας αυτής είναι η περιγραφή του περιβάλλοντος του IoT, η ανάδειξη της συνεισφοράς της ΨΕΣ στο IoT και οι εφαρμογές του IoT εξεταζόμενες κάτω από το πρίσμα της ΨΕΣ.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Βέντζα Δημήτριο που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το θέμα αυτό. Οι παρατηρήσεις του και η καθοδήγησή του ήταν πολύτιμες για την ολοκλήρωση της εργασίας. Ευχαριστώ επίσης τους γονείς μου για την υποστήριξη και την ενθάρρυνση σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	V
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2 INTERNET OF THINGS.....	3
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΙΟΤ	4
2.3 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΤ.....	6
2.3.1 Επίπεδο έξυπνης συσκευής/αισθητήρα	7
2.3.2 Επίπεδο Πύλης και Δικτύου.....	9
2.3.3 Επίπεδο Υπηρεσίας Διαχείρισης	10
2.3.4 Επίπεδο Εφαρμογής.....	10
2.3.5 Υπολογιστικό Νέφος	10
2.3.6 Επεξεργασία παρυφών.	11
2.3.7 Μεσολογισμικό.....	12
2.4 ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	12
2.5 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ.....	13
2.5.1 Επίπεδο υποδομής	16
2.5.2 Επίπεδο ανακάλυψης.....	17
2.5.3 Πρωτόκολλα δεδομένων	18
2.5.4 Επίπεδο επικοινωνίας/μεταφοράς	20
2.5.5 Επίπεδο διαχείρισης συσκευής.....	25
2.5.6 Σημασιολογικό επίπεδο.....	25
2.5.7 Πολυεπίπεδα πλαίσια	26
2.6 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΙΟΤ.....	26
2.6.1 Πλατφόρμα AWS IoT.....	28
2.6.2 Η Πλατφόρμα Azure IoT Suite.....	29

2.6.3	Η πλατφόρμα ThingWorx.....	30
2.6.4	Η πλατφόρμα IBM Watson.....	31
2.6.5	Η πλατφόρμα Artik.....	31
2.6.6	Η πλατφόρμα Oracle IoT.....	31
2.6.7	Η πλατφόρμα Kaa.....	32
2.7	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΙΟΤ	32
2.7.1	Προστασία προσωπικών δεδομένων.....	33
2.7.2	Τεχνολογίες για τη βελτίωση της ασφάλειας του διαδικτύου:.....	34
2.8	ΙΟΤ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	37
3	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΙΟΤ	39
3.1	Ε-HEALTH	39
3.1.1	Παρακολούθηση ασθενών στα νοσοκομεία.....	39
3.1.2	Παρακολούθηση από απόσταση.....	40
3.1.3	Φορετές Συσκευές.....	41
3.1.4	Υγεία και φυσική κατάσταση.....	42
3.1.5	Εφαρμογές e-health	42
3.2	ΈΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ.....	49
3.2.1	Λύσεις για το έξυπνο σπίτι.....	50
3.2.2	Έξυπνες εφαρμογές.....	53
3.3	ΠΟΛΗ	55
3.3.1	Χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης.....	55
3.3.2	Λύσεις για την έξυπνη πόλη.....	56
3.3.3	Το μέλλον των έξυπνων πόλεων στην Ελλάδα.....	59
3.4	ΈΞΥΠΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.....	61
3.4.1	Κτηνοτροφία	61
3.4.2	Κηπουρική	61
3.5	ΈΞΥΠΝΟ ΔΙΚΤΥΟ	64
3.6	ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ..	65
3.7	ΙΟΤ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	68
3.8	ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ.....	70
3.9	ΙΟΤ ΣΤΟ ΛΙΑΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ	71
3.10	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΈΚΤΑΚΤΗ ΑΝΑΓΚΗ	73
3.11	ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	74

3.12 ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.....	75
3.13 ΈΞΥΠΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	75
3.13.1 Ανίχνευση Πυρκαγιάς.....	75
3.13.2 Αισθητήρες έξυπνου νερού.....	76
3.14 ΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (ΙΟΤ).....	77
3.15 NARROW-BAND INTERNET OF THINGS (NB-IOT).....	79
4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	80
4.1.1 Arduino Uno.....	80
4.1.2 Αισθητήρας θερμοκρασίας & υγρασίας DHT11.....	89
4.1.1 BreadBoard.....	91
4.1.2 Arduino WiFi Shield.....	91
4.1.3 LCD.....	92
4.1.4 Proteus.....	93
5 THINGSPEAK.....	95
5.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ.....	96
5.1.1 Συλλογή.....	97
5.1.2 Ανάλυση.....	97
5.1.3 Δράση.....	98
5.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ THINGSPEAK.....	98
5.2.1 Πρώτα βήματα με τη ThingSpeak.....	100
5.3 FEATURED PROJECTS.....	105
5.3.1 Cadmus Energy Data Analysis Tools.....	105
5.3.2 Πρόβλεψη Παλιρροιών.....	107
5.3.3 ThingSpeak Weather Station & Data Analysis.....	109
6 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	111
6.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	111
6.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ.....	111
6.3 ΡΟΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ/ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.....	112
6.4 ΚΩΔΙΚΑΣ.....	113
6.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	114
7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	117

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	121
--------------------------	------------

1 Εισαγωγή

Η ψηφιακή μας καθημερινότητα σταδιακά αλλάζει. Εισερχόμαστε σε μια εποχή όπου οι συσκευές μπορούν να δουν και όχι απλά να αποκρίνονται στην αφή. Οι πρόσφατες εκκινήσεις smartphone από την Apple (iPhone X), το Huawei (Mate 10) και το Google (Pixel 2 και Google Clips) αρχίζουν να αλλάζουν την εστίαση από αυτό που βλέπουμε και κάνουμε με τις συσκευές μας σε αυτό που οι συσκευές βλέπουν και κάνουν για εμάς. Τα κινητά τηλέφωνα (smartphones) μέσω εφαρμογών έχουν τη δυνατότητα της επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων όχι μόνο μέσω των χρηστών αλλά και μέσω των συσκευών. Το smartphone μετατρέπεται σε ένα μηχανισμό ελέγχου και τροποποίησης πολλών παραμέτρων της καθημερινότητάς μας. Το Internet of Things, αφορά τη δυνατότητα «έξυπνων», δηλαδή εξοπλισμένων με υπολογιστή και συνδεδεμένων στο Διαδίκτυο, ή σε κάποιο άλλο δίκτυο, «πραγμάτων», δηλαδή συσκευών, να συνδέονται όχι μόνο μεταξύ τους αλλά και με σχεσιακές βάσεις δεδομένων, παρέχοντας ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών με στόχο τη βελτίωση της ζωής μας και αφορά από βιομηχανικές μηχανές μέχρι φορετά αντικείμενα καθημερινής χρήσης

Τα συστήματα IoT υποστηρίζονται από υποδομή υπολογιστικού νέφους. Οι χρήστες συχνά αλληλεπιδρούν με το σύστημα χρησιμοποιώντας smartphone ή tablet, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις το σύστημα λειτουργεί αυτόνομα όταν έχει εγκατασταθεί.

Όλες οι εφαρμογές IoT απαιτούν ροές δεδομένων. Συχνά η ποσότητα δεδομένων είναι μεγάλη και απαιτεί σημαντική επεξεργασία και ανάλυση για να είναι χρήσιμη. Για παράδειγμα, μια αρχιτεκτονική αισθητήρων που συναντάται συχνά είναι ένας μετατροπέας A/D ακολουθούμενος από επεξεργαστή με ασύρματη σύνδεση. Η συνολική επεξεργασία του συστήματος κατανέμεται μεταξύ των αισθητήρων και του νέφους. Συχνά οι αισθητήρες εκμεταλλεύονται θεμελιώδεις δομικές μονάδες όπως τα φίλτρα FIR / IIR, τα μη γραμμικά φίλτρα αφαίρεσης θορύβου, τα FFT και ούτω καθεξής. Σύμφωνα με τη Cisco έως το 2020 θα είναι online περισσότερες από 50 δισεκατομμύρια έξυπνες συσκευές δίνοντας έμφαση στην σημασία της IoT ΨΕΣ.

Πρωταρχικός στόχος της διπλωματικής είναι η ανάδειξη της αλληλεξάρτησης IoT και ΨΕΣ μέσα από τις εφαρμογές του. Στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας αναπτύχθηκαν μία εφαρμογή και μία προσομοίωση όπου με τη βοήθεια του αισθητήρα DTH11

πραγματοποιείτο η μέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας η οποία παρουσιάζεται είτε σε οθόνη LCD είτε στην πλατφόρμα IoT Thingspeak.

Η εργασία δομείται ως εξής:

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή του IoT αναφέροντας την εξέλιξη, τα χαρακτηριστικά του, την αρχιτεκτονική του, τα μοντέλα επικοινωνίας, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας, τις πλατφόρμες του IoT την ασφάλεια τους κινδύνους του IoT.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται διερεύνηση των τεχνικών υλοποίησης της ΨΕΣ στο IoT των τεχνολογιών IoT στην ΨΕΣ καθώς και αναφορά των κυριότερων ΨΕΣ στο IoT

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνολογίες υλοποίησης της εφαρμογής και της προσομοίωσης ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται η πλατφόρμα και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε..

Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται η υλοποίηση του πρακτικού μέρους που αφορά στην ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης μέτρησης της θερμοκρασίας και της υγρασίας και στην κατασκευή παρόμοιας εφαρμογής η οποία μετράει την υγρασία και την θερμοκρασία και μεταφορτώνει τα δεδομένα στην πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους ThingSpeak.

Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις που προκύπτουν από την ολοκλήρωση της εργασίας.

2 Internet of Things

2.1 Εισαγωγή

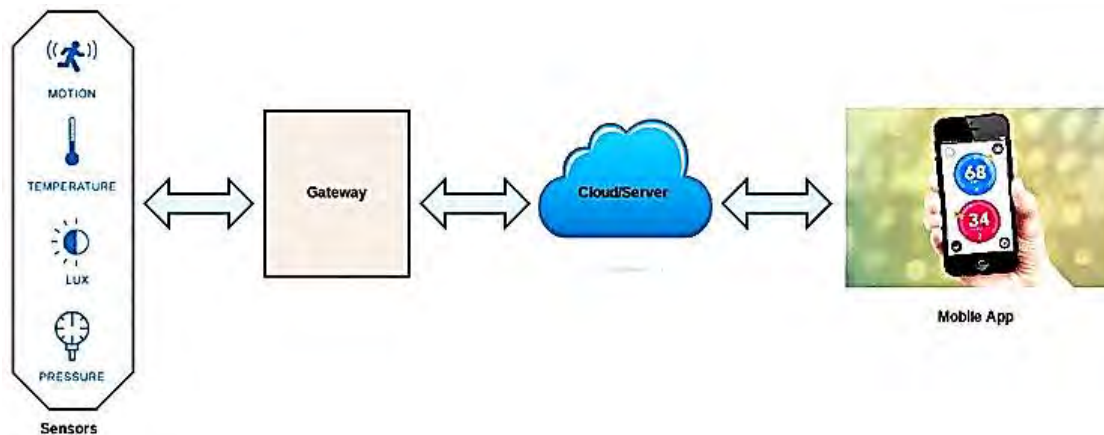
Το Internet of Things είναι μια νέα επανάσταση του διαδικτύου σύμφωνα με τον Vermesan et al. [1] Το Internet of Things ορίζεται ως μια αλληλεπίδραση του φυσικού με τον ψηφιακό κόσμο. Ο ψηφιακός κόσμος αλληλοεπιδρά με το φυσικό χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του υπολογιστικού νέφους, τη χρήση του πρωτοκόλλου IPv6 στο Internet με σχεδόν απεριόριστη ικανότητα διευθυνσιοδότησης, τη χρήση ετικετών "ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων" (RFID), έξυπνων μετρητών, αισθητήρων, ενεργοποιητών, έξυπνων τηλεφώνων κλπ.

Ο όρος things ,«πράγματα», στο πλαίσιο του IoT, αναφέρεται σε οποιαδήποτε οντότητα ή φυσικό αντικείμενο που είναι αναγνώσιμο, αναγνωρίσιμο, ανιχνεύσιμο, διευθυνσιοδοτούμενο. Με ασύρματες και ενσύρματες συνδέσεις μπορεί να συνδεθεί σε ένα δίκτυο και να στέλνει / να λαμβάνει δεδομένα μέσω του δικτύου και να αλληλεπιδρά και να συνεργάζεται με άλλα things για να δημιουργήσουν νέες εφαρμογές / υπηρεσίες και να επιτύχουν κοινούς στόχους. Τα «πράγματα» μπορούν να είναι άνθρωποι, ζώα, κτίρια, σταθμοί ενέργειας, smartphones, δισκία, ποδήλατα, αισθητήρες, κάμερες, οχήματα, συσκευές παρακολούθησης κλπ. [2],[18],[1].

Τα βασικά δομικά στοιχεία του IoT είναι:

- *οι αισθητήρες*
- *οι επεξεργαστές,*
- *οι πύλες και*
- *οι εφαρμογές. [12]*

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ο τρόπος αμφίδρομης επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των αισθητήρων και των συσκευών. (Εικόνα 1). [3]



Εικόνα 1 Internet of Things

Η σημασία του Internet of Things είναι τεράστια αν δούμε τις επιπτώσεις που θα έχει στους τομείς:

- *Σώμα:* Οι φορητές συσκευές θα είναι απαραίτητες στη ζωή των ανθρώπων που θα τους βοηθήσουν να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με την καθημερινή άσκηση, την υγιεινή και την φυσική κατάσταση και την τοποθεσία κάποιου.
- *Σπίτι:* Οι αισθητήρες και οι έξυπνες συσκευές θα χρησιμοποιηθούν ευρέως και οι άνθρωποι μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν σχεδόν τα πάντα εξ αποστάσεως. Για παράδειγμα, για τον έλεγχο της θέρμανσης ή του κλιματισμού και για την λήψη πληροφοριών συναγερμού από το σύστημα οικιακής ασφάλειας.
- *Κοινότητα:* Τα μεγάλα ενσωματωμένα συστήματα θα βελτιστοποιήσουν την απόδοση κι αποτελεσματικότητα των δημόσιων συγκοινωνιών και την παραγωγή και διανομή ηλεκτρικού ρεύματος. Πληροφορίες σχετικά με τα προβλήματα και τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν και να αναλυθούν ευκολότερα.
- *Προϊόντα και υπηρεσίες:* Περισσότεροι αισθητήρες θα χρησιμοποιηθούν σε κατασκευαστικές εταιρείες επιτρέποντας την ανάλυση και καταγραφή πληροφοριών σχετικά με τα εμπορεύματα. Αυτό συμβάλλει θετικά στην αύξηση της παραγωγικότητας και τον εξ ορθολογισμό της αλυσίδας εφοδιασμού και της διανομής αγαθών.
- *Περιβάλλον:* Τα δεδομένα μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο μέσω συσκευών και αναγνώστων, οι οποίες μπορούν να επιτρέψουν την στενότερη παρακολούθηση των δασών, του εδάφους, του νερού και του αέρα.

2.2 Εξέλιξη του IoT

- 1926: Ο Nicola Tesla σχολίασε στο περιοδικό Collier's το 1926: Όταν η ασύρματη

τεχνολογία εφαρμόζεται τέλεια ολόκληρη “η γη θα μετατραπεί σε έναν τεράστιο εγκέφαλο, και όλα τα πράγματα θα είναι σωματίδια ενός πραγματικού και ρυθμικού «όλου». Θα μπορούμε να επικοινωνούμε αμέσως ανεξάρτητα από την απόσταση...και θα μπορούμε να ακούμε και να βλέπουμε τον άλλο σαν να ήμασταν πρόσωπο με πρόσωπο ... και τα μέσα με τα οποία θα μπορέσουμε να το κάνουμε αυτό θα είναι εκπληκτικά απλά σε σύγκριση με το σημερινό μας τηλέφωνο” [7] Στην ουσία περιγράφει το smartphone

- Οι ρίζες της προέλευσης του Internet of Things βρίσκονται σε πρώιμες μορφές δικτύων συνδεδεμένων συσκευών και δεδομένων όπως τα δίκτυα machine-to-machine (M2M) και τα ATMs (automated teller machine) οι οποίες βέβαια δεν είναι το Internet of Things.
- 1974: Γεννήθηκε η δομή TCP / IP που γνωρίζουμε σήμερα
- Δεκαετία 1970: Εμφανίζονται τα PCs και Unix servers
- 1982. Σπουδαστές του τμήματος πληροφορικής Carnegie Mellon, πραγματοποίησαν τις απαραίτητες αλλαγές για την σύνδεση αυτόματου διανομέα αναψυκτικών στο Internet. Ο προμηθευτής απομακρυσμένα ελέγχει τα αποθέματα και την θερμοκρασία των αναψυκτικών.[4].
- 1984: Εισάγεται το πρώτο Σύστημα Ονομάτων Τομέων ή το DNS
- 1989: Ο Tim Berners-Lee προτείνει το World Wide Web
- 1990: Ο John Romkey εισάγει την πρώτη συσκευή IoT, μια τοστιέρα που μπορούσε να ανοίξει και να κλείσει μέσω του Internet, για την INTEROP conference.
- 1991: Δημιουργήθηκε η πρώτη web page από τον Tim Berners-Lee
- 1991: Ο Mark Weiser αναφέρει στην δημοσίευσή του "Ο Υπολογιστής του 21ου αιώνα": Οι τεχνολογίες οι οποίες παρουσιάζουν μεγαλύτερη αποδοχή δηλαδή αυτές που χρησιμοποιούνται καθημερινά και είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής, συνήθως καταλήγουν να εξαφανίζονται ή να θεωρούνται δεδομένες. [5]
- 1994: Ο Real RCADI που περιγράφει την "μετακίνηση μικρών πακέτων δεδομένων σε ένα μεγάλο σύνολο κόμβων, έτσι ώστε να ενσωματωθούν και να αυτοματοποιηθούν όλα, από οικιακές συσκευές ως ολόκληρα εργοστάσια" [6]
- 1998: Το *Project in Touch* δημιουργήθηκε στο MIT και εφαρμόζει Συγχρονισμένα Κατανεμημένα Φυσικά Αντικείμενα για να δημιουργήσει " ένα από τηλέφωνο για επικοινωνία μεγάλων αποστάσεων", που τέθηκε σε εφαρμογή από τον Sport Brave και τον καθηγητή Hiroshi Ishii

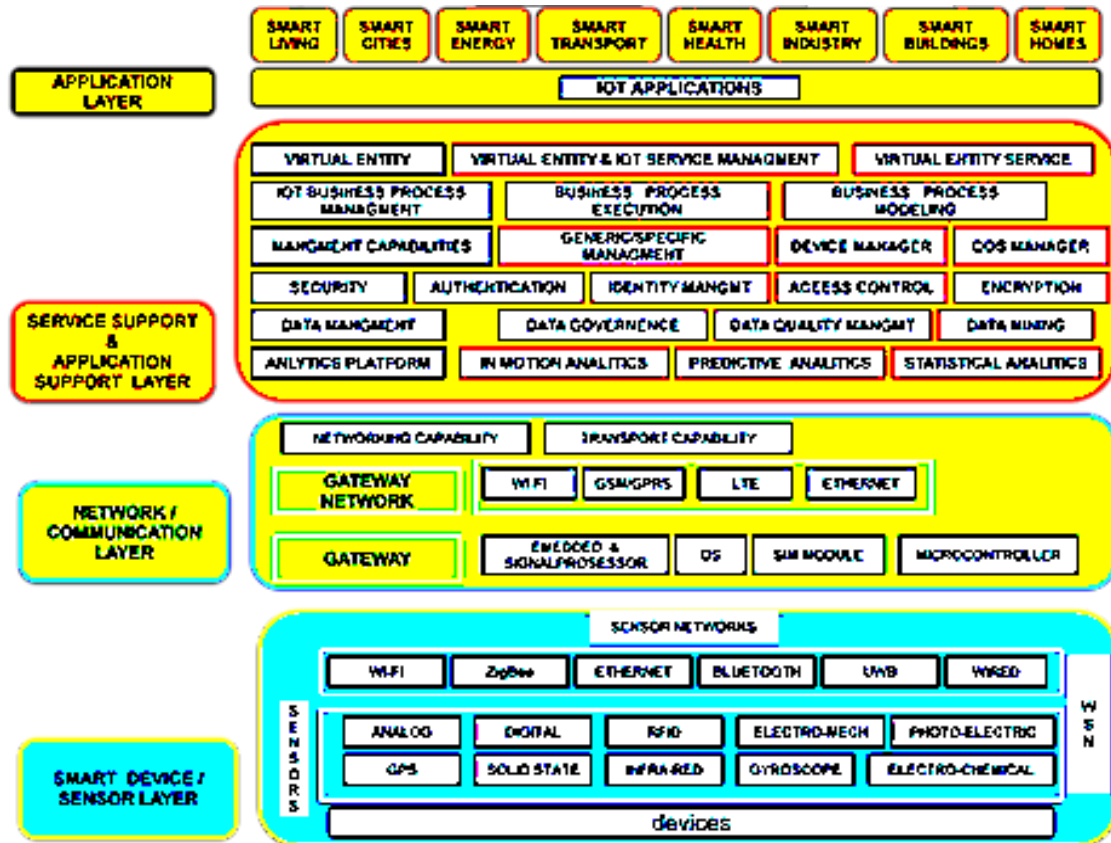
- 1999: Ο Kevin Ashton (ιδρυτής του Auto-ID Center στο MIT), συμμετείχε στην ανάπτυξη μηχανισμού σύνδεσης αντικειμένων με το διαδίκτυο με τη χρήση ετικετών RFID,
- 1999: Ο Bill Joy παρουσίασε στο Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ στο Νταβός την επικοινωνία Device to Device (D2D) ως μέρος του πλαισίου του "Six Webs": Είναι το διαδίκτυο των αισθητήρων που αναπτύσσονται σε δίκτυα, ρυθμίζοντας αστικά συστήματα για μέγιστη απόδοση [11]
- 1999 : Ο Neil Gross, σχολίασε: «Εκατοντάδες χιλιάδες ηλεκτρονικών υπολογιστών που συνεργάζονται έχουν ήδη αντιμετωπίσει πολύπλοκα προβλήματα πληροφορικής. Στο μέλλον, ορισμένοι επιστήμονες αναμένουν να εμφανιστούν αυθόρμητα δίκτυα υπολογιστών, σχηματίζοντας ένα "τεράστιο ψηφιακό πλάσμα".[12]
- 2002: Η LG παρουσιάζει το σχέδιό της για διαδικτυακό ψυγείο.
- 2005: Η International Telecommunications Union ITU δημοσίευσε το πρώτο της report για το IoT .
- 2008: Μια ομάδα εταιριών δημιούργησε την IPSO Alliance για να προωθήσει τη χρήση του Internet Protocol (IP) σε δίκτυα " έξυπνων πραγμάτων " και να ενεργοποιήσει το Internet of Things
- 2008-2009: Γεννήθηκε το Internet of Things σύμφωνα με την Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)
- 2011: Εισάγεται το πρωτόκολλο IPv6, το οποίο χρησιμοποιεί διευθύνσεις 128 bit και επιτρέπει 2^{128} δηλ. 3.4×10^{38} διαφορετικές διευθύνσεις. Το Arduino και άλλες πλατφόρμες υλικού «ωριμάζουν» και δημιουργούν το IoT.
- 19xx- Σήμερα : Αναπτύχθηκε ένα ευρύ φάσμα από πλατφόρμες (Pachube, Thingspeak, etc), πρότυπα (6LoWPAN, Dash7, etc) υλικό και λογισμικό (Contiki, TinyOS, etc).

2.3 Η αρχιτεκτονική του μοντέλου αναφοράς IoT

Η Αρχιτεκτονική Αναφοράς του IoT, έχει σχεδιαστεί ως αναφορά για τη δημιουργία συμβατών αρχιτεκτονικών IoT που είναι προσαρμοσμένες στις συγκεκριμένες ανάγκες κάποιου. Χρησιμεύει για να καταδείξει τον μηχανισμό στον οποίο βασίζεται η σύνδεση διάφορων τεχνολογιών και για να κοινοποιήσει την επεκτασιμότητα, τη διαμόρφωση και την ανάπτυξη των εφαρμογών IoT μια σειρά από σενάρια. Αποτελείται από τέσσερα επίπεδα τεχνολογιών: [1], [8], [9]

- Επίπεδο έξυπνης συσκευής/ανιχνευτή
- Επίπεδο πύλης και δικτύου
- Επίπεδο υπηρεσίας διαχείρισης
- Επίπεδο εφαρμογής

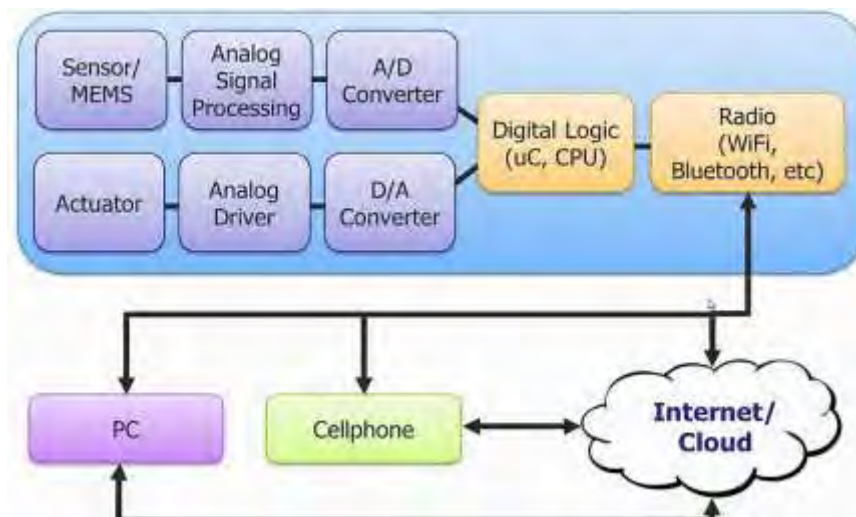
Η λειτουργικότητα κάθε επιπέδου περιγράφεται στην Εικόνα 2



Εικόνα 2: Η αρχιτεκτονική του μοντέλου αναφοράς

2.3.1 Επίπεδο έξυπνης συσκευής/αισθητήρα

Στο επίπεδο αυτό η τεχνολογία επικεντρώνεται στην διαδικασία απόκτησης δεδομένων και της συνεργασίας των συσκευών που επικοινωνούν με λύσεις ανώτερων επιπέδων. Σε αυτό το επίπεδο συνήθως τοποθετούνται έξυπνες συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες και ενεργοποιητές, (Εικόνα 3). Κάθε συσκευή του IoT θα πρέπει να έχει μοναδική διεύθυνση IP, ώστε να είναι εύκολα αναγνωρίσιμες σε ένα μεγάλο δίκτυο και μία απευθείας σύνδεση με το διαδίκτυο, μέσω ethernet ή WiFi ή μη απευθείας σύνδεση μέσω gateways, bluetooth κ.α.. Η πλειοψηφία των αισθητήρων για τη διασύνδεσή τους προϋποθέτει συνδεσιμότητα μέσω ενός τοπικού δικτύου (LAN).



Εικόνα 3 Τυπική συσκευή του IoT

Για τους αισθητήρες που δεν απαιτούν συνδεσιμότητα με τους συναθροιστές αισθητήρων, η συνδεσιμότητά τους με διακομιστές / εφαρμογές μπορεί να παρέχεται μέσω δικτύου WAN (Wide Area Network) όπως GSM, GPRS και LTE. Οι έξυπνες συσκευές πρέπει να είναι ενεργές στη φύση, να μπορούν είτε να λειτουργούν από μόνες τους (αυτόνομη φύση) είτε να μπορούν να λειτουργούν προσαρμοσμένες στις ανάγκες του χρήστη σε κάθε περίπτωση.

Ένας αισθητήρας είναι ένας κόμβος σε ένα δίκτυο ασύρματων αισθητήρων ικανός για μερική επεξεργασία, συλλογή πληροφοριών και επικοινωνία με άλλους συνδεδεμένους στο δίκτυο κόμβους σε πραγματικό χρόνο. Μετατρέπει ενδιαφέρουσα, χρήσιμη ενέργεια σε ηλεκτρικά δεδομένα λαμβάνοντας δεδομένα όπως η θερμοκρασία, η ποιότητα του αέρα, η ταχύτητα, η υγρασία, η πίεση, η ροή, η κίνηση και η ηλεκτρική ενέργεια κ.λπ. ανταποκρινόμενος σε οποιαδήποτε αλλαγή των μεγεθών αυτών. Αυτή η αλλαγή επηρεάζει τις φυσικές, χημικές ή ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες του αισθητήρα, οι οποίες μεταποιούνται σε αναλογική ή ψηφιακή αναπαράσταση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι αισθητήρες επιτρέπουν την καταγραφή, μελέτη και αποθήκευση έναν ορισμένο αριθμό μετρήσεων. Οι αισθητήρες ταξινομούνται βάσει του σκοπού τους, όπως αισθητήρες περιβάλλοντος, αισθητήρες σώματος, αισθητήρες οικιακών συσκευών και αισθητήρες τηλεματικής οχημάτων κλπ..

Ένας ενεργοποιητής μετατρέπει τα ηλεκτρικά δεδομένα σε ενδιαφέρουσα και χρήσιμη ενέργεια. Οι ενεργοποιητές είναι συσκευές, που μπορεί να επιφέρουν μια αλλαγή στο περιβάλλον, όπως ο ρυθμιστής θερμοκρασίας ενός κλιματιστικού. Οι ενεργοποιητές μπορούν να είναι αυτόνομοι με μόνο μια συσκευή εξόδου. Μπορούν να συνδυαστούν με

έναν αισθητήρα εισόδου και εκτός από τα στοιχεία ενεργοποίησης μπορούν να μεταδώσουν επιπρόσθετες πληροφορίες

Τα smartphones μας περιέχουν μορφοτροπείς : η φωτογραφική μηχανή και το μικρόφωνο είναι αισθητήρες ενώ τα ηχεία και η οθόνη είναι ενεργοποιητές [4],[14], [21],[22]. Οι επεξεργαστές επεξεργάζονται τα δεδομένα που συλλαμβάνονται από τους αισθητήρες και τα επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο έτσι ώστε να εξαγάγουν τα πολύτιμα δεδομένα. Είναι επίσης υπεύθυνοι για τη διασφάλιση των δεδομένων - δηλαδή την κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση δεδομένων. Η αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί στο ίδιο το δίκτυο ή σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή. Εάν είναι δυνατή η προεπεξεργασία των δεδομένων, τότε γίνεται συνήθως είτε στον αισθητήρα είτε σε κάποια άλλη εγγύτερη συσκευή. [4],[14], [21].

2.3.2 Επίπεδο Πύλης και Δικτύου

Επειδή ο όγκος των πληροφοριών που παράγεται από τους αισθητήρες είναι μεγάλος, για την αποθήκευση και αποστολή τους είναι αναγκαία μία υποδομή ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου ως μέσο μεταφοράς. Χρειάζονται πολλαπλά δίκτυα με διάφορες τεχνολογίες και πρωτόκολλα πρόσβασης για να συνεργάζονται μεταξύ τους σε ένα μόνο επίπεδο. Για να είναι εφικτό πρέπει να δοθεί λύση στους εξής περιορισμούς:

- Θα πρέπει κάθε συνδεδεμένη συσκευή να έχει μια διεύθυνση IP που θα παρέχεται από το IPv6,
- Θα πρέπει να υπάρχει καλύτερη συνεργασία από τα διαδικτυακά πρωτόκολλα όπως το διαδίκτυο, τα ασύρματα δίκτυα μικρής εμβέλειας (WLAN), τα δίκτυα κινητής επικοινωνίας και τα δίκτυα δορυφόρων.
- Πρέπει να γίνει αποτελεσματική διαχείριση των πόρων και να υλοποιηθούν νέες τοπολογίες που διασφαλίσουν την ισχυρή φύση του δικτύου σε καταστάσεις δυναμικής προσθήκης και αφαίρεσης κόμβων. [1], [7], [11]

Οι πύλες είναι υπεύθυνες για τη δρομολόγηση των δεδομένων που προέρχονται από το επίπεδο *έξυπνης συσκευής / αισθητήρα* στο επόμενο επίπεδο *υπηρεσίας διαχείρισης*. Το επίπεδο αυτό απαιτεί μεγάλη χωρητικότητα αποθήκευσης για την αποθήκευση του τεράστιου όγκου δεδομένων που συλλέγονται από τους αισθητήρες, τις ετικέτες RFID κ.λπ. καθώς και σταθερά αξιόπιστη λειτουργία από πλευράς δημόσιων, ιδιωτικών και υβριδικών δικτύων. Μια πύλη Internet of Things (IoT) είναι μια φυσική συσκευή ή πρόγραμμα λογισμικού που χρησιμεύει ως σημείο σύνδεσης μεταξύ του νέφους και των

ελεγκτών, των αισθητήρων και των έξυπνων συσκευών. Όλα τα δεδομένα που μετακινούνται στο νέφος ή αντίστροφα περνούν από τις πύλες. [10], [11]

2.3.3 Επίπεδο Υπηρεσίας Διαχείρισης

Με τον όρο διαχείριση δεδομένων θεωρείται η δυνατότητα καταγραφής, συλλογής και ανάλυσης όλων των πληροφοριών ενώ παράλληλα να είναι διαθέσιμες, προσπελάσιμες, και ελεγχόμενες. Τεχνικές φιλτραρίσματος δεδομένων όπως η ανωνυμοποίηση, η προσαρμογή και επικαιροποίηση δεδομένων, βρίσκουν εφαρμογή στην απόκρυψη των λεπτομερειών των πληροφοριών, παρέχοντας μόνο τις πληροφορίες που απαιτεί η εφαρμογή κατά περίπτωση. [7] [1], [11]

2.3.4 Επίπεδο Εφαρμογής

Το επίπεδο εφαρμογής αποτελεί το ανώτατο επίπεδο της αρχιτεκτονικής IoT και είναι υπεύθυνο για την αποτελεσματική αξιοποίηση των συλλεγόμενων δεδομένων. Το επίπεδο αυτό αποτελείται από δυο υπο-επίπεδα.

- *Της υποστήριξης*
- *Των υπηρεσιών.*

Ένα τεράστιο σύνολο των δεδομένων πρέπει να αναλυθεί, να επεξεργαστεί και να δώσει απαντήσεις στα αιτήματα των χρηστών. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται τεχνικές κατανεμημένης επεξεργασίας δεδομένων όπως το υπολογιστικό νέφος και η επεξεργασία παρυφών.

Διάφορες εφαρμογές IoT περιλαμβάνουν τον αυτοματισμό κατοικίας, την ηλεκτρονική διακυβέρνηση, μεταφορές, κτίριο, πόλη, lifestyle, λιανική, γεωργία, εργοστάσιο, αλυσίδα εφοδιασμού, έκτακτη ανάγκη, υγεία, αλληλεπίδραση χρηστών, πολιτισμό, τουρισμό, περιβάλλον και ενέργεια. [7],[1], [11]

2.3.5 Υπολογιστικό Νέφος

Το υπολογιστικό νέφος αποτελεί τη σπονδυλική στήλη του IoT και είναι ένα μοντέλο που προσφέρει δικτυακή πρόσβαση on demand από οπουδήποτε σε μία κοινή «δεξαμενή» διαθέσιμων και επεκτάσιμων υπολογιστικών πόρων (π.χ. δίκτυα, διακομιστές, αποθηκευτικά μέσα, εφαρμογές και υπηρεσίες) που μπορεί γρήγορα να τεθεί σε εφαρμογή και να απενεργοποιηθεί με ελάχιστη διαχειριστική προσπάθεια και αλληλεπίδραση με τους παρόχους των υπηρεσιών.

Το υπολογιστικό νέφος χρησιμοποιείται για:

- Συλλογή πληροφοριών από- και αποστολή εντολών και διαμόρφωση στα Things στο σύστημα.
- Παροχή μιας πλατφόρμας εφαρμογών σε το mobile and web πελάτες.
- Ενσωμάτωση με υπηρεσίες Internet τρίτων, όπως συστήματα επεξεργασίας πληρωμών, υπηρεσίες πληροφόρησης που παρέχουν προβλέψεις καιρού, πλατφόρμες κοινωνικών μέσων και εφαρμογές ημερολογίου.
- Παρέχει χώρο αποθήκευσης για δεδομένα που μπορούν να αναλυθούν (συχνά σε συνδυασμό με άλλα δεδομένα από άλλες πηγές) μέσω των στατιστικών μεθόδων, μαζικά δεδομένα, καθιστώντας έτσι όλο το σύστημα πιο έξυπνο.

2.3.6 Επεξεργασία παρυφών.

Ενώ το νέφος είναι ένα ευέλικτο και αποτελεσματικό εργαλείο για την ανάλυση των τεράστιων δεδομένων που παράγονται από το IoT, εισάγει μεγάλες καθυστερήσεις, ενώ άλλες φορές δεν απαιτούνται όλα τα δεδομένα για κάποιες εφαρμογές. Η υπολογιστική παρυφών (edge computing) επιτρέπει στα δεδομένα που παράγονται στις συσκευές IoT να υποβάλλονται σε επεξεργασία πιο κοντά στο σημείο όπου δημιουργούνται, στις συσκευές «παρυφών». σε πραγματικό χρόνο, αντί να τα στέλνουν σε μεγάλες διαδρομές σε κέντρα δεδομένων ή στο νέφος. Συσκευή «παρυφών» μπορεί να είναι οποιαδήποτε συσκευή που παράγει ή που συλλέγει δεδομένα, όπως αισθητήρες, πύλες κλπ. Χρησιμοποιώντας την ισχύ επεξεργασίας των συσκευών IoT φιλτράρει, επεξεργάζεται, συγκεντρώνει ή βαθμολογεί δεδομένα IoT. Κάνοντας αυτή την υπολογιστική προσέγγιση, οργανισμοί όπως η βιομηχανία, η υγειονομική περίθαλψη, οι τηλεπικοινωνίες και η χρηματοδότηση, μπορούν να αναλύσουν σημαντικά δεδομένα σε σχεδόν πραγματικό χρόνο.

Εκτός από τη μικρότερη καθυστέρηση στην επεξεργασία παρυφών (η επεξεργασία στο νέφος απαιτεί χρόνο μερικών δευτερολέπτων ενώ η επεξεργασία παρυφών χρόνο της τάξης milisecond), έχουμε επίσης χαμηλότερο κόστος, αυξημένη προστασία προσωπικών δεδομένων και καλύτερη συνδεσιμότητα.

Η επεξεργασία παρυφών στο IoT συνδέει τον φυσικό κόσμο με το νέφος επειδή, τα δεδομένα πρέπει επίσης να αποθηκεύονται κεντρικά και τελικά, να αποστέλλονται στο κεντρικό σύστημα, στο νέφος ή όχι, για μόνιμη αποθήκευση και για μελλοντική επεξεργασία άμεσα ή με τη μεσολάβηση μιας πύλης παρυφών. Η μια μέθοδος δεν αντικαθιστά την άλλη. Η υπολογιστική παρυφών είναι για συστήματα συγκεκριμένου σκοπού με ειδικές ανάγκες. Η υπολογιστική νέφους είναι μια πλατφόρμα γενικότερου σκοπού που

μπορεί επίσης να λειτουργήσει με ειδικά σχεδιασμένα συστήματα συγκεκριμένου σκοπού [99]

2.3.7 Μεσολογισμικό

Μεσολογισμικό (middleware), είναι το λογισμικό που βρίσκεται μεταξύ ενός λειτουργικού συστήματος και των εφαρμογών που εκτελούνται σε αυτό, είναι δηλ. λογισμικό που επιτρέπει σε άλλα λογισμικά να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, το πεδίο που χρησιμοποιούν οι εφαρμογές για να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Το μεσολογισμικό ουσιαστικά λειτουργεί ως κρυμμένο επίπεδο μετάφρασης και επιτρέπει την επικοινωνία και τη διαχείριση δεδομένων για κατανεμημένες εφαρμογές. Τα παραδείγματα μεσολογισμικού περιλαμβάνουν το μεσολογισμικό βάσης δεδομένων, το μεσολογισμικό εφαρμογών διακομιστή, μεσολογισμικό που βασίζεται σε μηνύματα, μεσολογισμικό διαδικτύου. Κάθε πρόγραμμα παρέχει συνήθως υπηρεσίες ανταλλαγής μηνυμάτων έτσι ώστε διαφορετικές εφαρμογές να μπορούν να επικοινωνούν χρησιμοποιώντας πλαίσια μηνυμάτων όπως το SOAP, REST, JSON. Υπάρχουν πολλές εμπορικές και ανοικτές πηγές για την παροχή υπηρεσιών μεσολογισμικού σε συσκευές IoT. Μερικά παραδείγματα είναι τα OpenIoT, MiddleWhere, Hydra, FiWare και Oracle Fusion Middleware. [7].

2.4 Μοντέλα διασύνδεσης συσκευών

Τον Μάρτιο του 2015, η επιτροπή για την Αρχιτεκτονική Διαδικτύου (IAB) εξέδωσε τις κατευθυντήριες γραμμές για τη δικτύωση έξυπνων αντικειμένων (RFC 7452). Αυτό το έγγραφο παρέχει τους παρακάτω τύπους επικοινωνιών οι οποίοι εφαρμόζονται στις συσκευές IoT.

- Μοντέλο επικοινωνίας Device-to-Device Communication
- Μοντέλο επικοινωνίας συσκευής Device-to Cloud Communication
- Μοντέλο επικοινωνίας συσκευής Device-to-Gateway Communication)
- Μοντέλο επικοινωνίας back-end data-sharing

Το μοντέλο *Device-to-Device* επιτρέπει την απευθείας σύνδεση και επικοινωνία μεταξύ δύο συσκευών, χωρίς να είναι αναγκαία η χρήση κάποιου διακομιστή ενδιάμεσου λογισμικού, και χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα όπως το Bluetooth, το Z-Wave και το ZigBee. Χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού όπου ο όγκος των δεδομένων που παράγεται είναι μικρού μεγέθους. [34], [52]

Η *Device-to-Cloud* επικοινωνία δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσης IoT συσκευών με τη χρήση της υπηρεσίας νέφους η οποία είναι υπεύθυνη για την έγκαιρη και αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων και μηνυμάτων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση βασίζεται σε υπάρχοντα πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως το Ethernet ή το WiFi. Το μοντέλο επικοινωνίας *Device-to-Cloud* βρίσκει εφαρμογή σε commercial λύσεις IoT όπως ο «έξυπνος» θερμοστάτης της Nest Labs. [34],[35]

Το *Device-to-Gateway* μοντέλο επικοινωνίας είναι μια επέκταση της *Device-to-Cloud* επικοινωνίας καθώς οι συσκευές IoT χρησιμοποιούν λογισμικό που τρέχει σε μία πύλη δικτύου και δρα σαν ενδιάμεσος κόμβος σύνδεσης των συσκευών με την εφαρμογή «δικτύου». Λειτουργεί σαν ένα “τοίχος προστασίας” που εκτός από ασφάλεια παρέχει και δυνατότητα προσαρμογής δεδομένων και πρωτοκόλλων ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματική επικοινωνία. Το ρόλο της πύλης δικτύου αναλαμβάνουν “έξυπνα” κινητά τηλέφωνα τα οποία χρησιμοποιούν κάποια εφαρμογή για να επιτρέψουν την επικοινωνία και την μεταφορά δεδομένων μιας συσκευής και με μια υπηρεσία νέφους. Το παραπάνω μοντέλο συμβάλλει σημαντικά στην καθιέρωση του Internet Of Things λόγω επεκτασιμότητας. Δίνεται δηλαδή η δυνατότητα προσθήκης νέων έξυπνων συσκευών σε υφιστάμενη υπάρχουσα τοπική πύλη δικτύου κάτι που επιτρέπει την επεκτασιμότητα των IoT εφαρμογών. [51], [52]

Το *back-end data-sharing* μοντέλο αναφέρεται σε μια αρχιτεκτονική επικοινωνίας η οποία επιτρέπει την πρόσβαση και ανάλυση δεδομένων (που προέρχονται από IoT συσκευές) από μια υπηρεσία νέφους και σε συνδυασμό με άλλες πηγές πληροφοριών. Αυτή η αρχιτεκτονική υποστηρίζει την «επιθυμία του χρήστη να παρέχει πρόσβαση στα δεδομένα του αισθητήρα που έχουν μεταφορτωθεί σε τρίτους. [51], [52]

2.5 Πρωτόκολλα

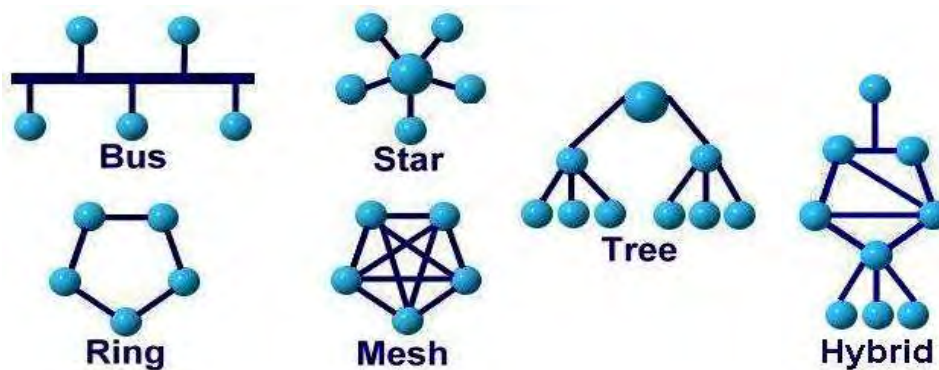
Για την επικοινωνία είναι απαραίτητα μια σειρά από πρωτόκολλα επικοινωνίας και υποδομές δικτύου τα οποία προσαρμόζονται στην τεχνολογία IoT και το επίπεδο λειτουργίας. Ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα πρωτόκολλα επικοινωνίας εξαρτάται από το είδος του δικτύου.

Τα δίκτυα ταξινομούνται συνήθως βάσει τοπολογίας. Πιο αναλυτικά :(Εικόνα 4) [14]

- *Ο σχηματισμός Αστεριού (Star):* Αποτελείται από μία σειρά από κόμβους οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε μια κεντρική δικτυακή συσκευή. Ο κάθε κόμβος ξεχωριστά δεν

έχει τη δυνατότητα της επικοινωνίας απευθείας με τους άλλους κόμβους, αλλά μόνο μέσω της κεντρικής συσκευής. Το πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας δικτύων είναι η εύκολη κεντρική διαχείριση, ενώ το μειονέκτημα της είναι ότι έχουν single point of failure.

- Τα Καταμεμημένα δίκτυα (Mesh) : Αποτελούνται από κόμβους οι οποίοι συνδέονται ο κάθε ένας με τους υπόλοιπους. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα για την καθιέρωση σταθερής σύνδεσης, αλλά υπάρχει μεγάλη ποσότητα πλεονασμού.



Εικόνα 4 Τοπολογία δικτύων

- Τοπολογία Δέντρου (Tree) : Αυτό το είδος τοπολογίας διαθέτει έναν κόμβο ρίζας. Όλοι οι υπόλοιποι κόμβοι είναι συνδεδεμένοι στον κόμβο ρίζα (δημιουργείται μια ιεραρχία). Αλλιώς ονομάζεται ιεραρχική τοπολογία. Για να είναι έγκυρη θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον τρία επίπεδα στην ιεραρχία.
- Τοπολογία Δακτυλίου (Ring) : Σε αυτό το είδος τοπολογίας κάθε κόμβος συνδέεται με έναν άλλο κόμβο ενώ ο τελευταίος συνδέεται με τον πρώτο. Ο κάθε κόμβος έχει δύο μόνο γείτονες για κάθε συσκευή.
- Τοπολογία Διαύλου (Bus) : Σε αυτό το είδος της τοπολογίας, όλοι οι κόμβοι επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός κοινού δικτυακού μέσου (π.χ. καλώδιο). Κανένας κόμβος δεν είναι συνδεδεμένος με άλλον κόμβο απευθείας.
- Τα υβριδικά δίκτυα (Hybrid) : Είναι συνδυασμοί διαφορετικών τοπολογιών, αλλά συχνά είναι πολύ περίπλοκοι και ακριβοί για την εγκατάσταση.

Τα δίκτυα μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τις αποστάσεις στις οποίες τυπικά μεταδίδονται δεδομένα από τις συσκευές IoT που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο σε:

- *PAN (προσωπικής κάλυψης)* : Το PAN είναι μικρής εμβέλειας, όπου οι αποστάσεις μπορούν να μετρηθούν σε μέτρα, όπως μια φορητή συσκευή παρακολούθησης γυμναστικής που επικοινωνεί με μια εφαρμογή σε ένα κινητό τηλέφωνο μέσω του BLE.
- *LAN (τοπικό δίκτυο)* : Το LAN είναι μικρής έως μεσαίας εμβέλειας, όπου οι αποστάσεις μπορούν να φθάσουν έως και εκατοντάδες μέτρα, όπως αυτοματισμοί στο σπίτι ή αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε μια γραμμή παραγωγής του εργοστασίου που επικοινωνούν μέσω WiFi με μια συσκευή πύλης που είναι εγκατεστημένη μέσα στο ίδιο κτίριο.
- *MAN (Μητροπολιτικά Δίκτυα)* : Το MAN είναι μεγάλης εμβέλειας (σε ολόκληρη την πόλη), όπου οι αποστάσεις μετριοούνται έως μερικά χιλιόμετρα, όπως το δίκτυο έξυπνων αισθητήρων στάθμευσης που είναι εγκατεστημένοι σε μια πόλη που είναι συνδεδεμένοι σε μια τοπολογία δικτύου πλέγματος.
- *WAN (δίκτυο ευρείας περιοχής)*: Το WAN είναι μεγάλης εμβέλειας, όπου οι αποστάσεις μπορούν να μετρηθούν σε χιλιόμετρα, όπως οι γεωργικοί αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε μια μεγάλη φάρμα και χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών μικροκλίματος σε όλη την ιδιοκτησία [29,30]

Με βάση τον τρόπο διαμοιρασμού των πόρων τα δίκτυα διακρίνονται σε

- *P2P (δισημειακή σύνδεση)*: οι κόμβοι είναι τόσο δέκτες όσο και παροχείς πόρων.
- *Πελάτη-Διακομιστή (Client –Server)*: οι κόμβοι είναι δέκτες πόρων και οι server παροχείς πόρων

Με βάση τον τύπο ζεύξης ταξινομούνται σε

- *Ευζωνικά δίκτυα*: Έχουμε μετάδοση πολλαπλών σημάτων και τύπων δεδομένων. Συνήθως περιλαμβάνει κάποιο είδος πολυπλεξίας, Time Division Multiplexing Wavelength multiplexing κ.λπ.
- *Δίκτυα στενής ζώνης* όπου έχουμε μετάδοση δεδομένων σε ένα κανάλι, χωρίς πολυπλεξία

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια προσπάθεια μεγιστοποίησης της απόδοσης και βελτιστοποίησης της τεχνολογίας IoT για οποιοδήποτε περιβάλλον. Τα πρωτόκολλα μπορούν να ταξινομηθούν στα παρακάτω επίπεδα: [16]

- Υποδομής
- Ταυτοποίησης (π.χ: EPC, uCode, IPv6, URIs)
- Επικοινωνίας/μεταφοράς (π.χ: WiFi, Bluetooth, LPWAN)
- Ανακάλυψης
- Πρωτόκολλα δεδομένων

- Διαχείρισης συσκευής
- Σημασιολογικό
- Πολυεπίπεδα πλαίσια (π.χ: Alljoyn, IoTivity, Weave, Homekit)

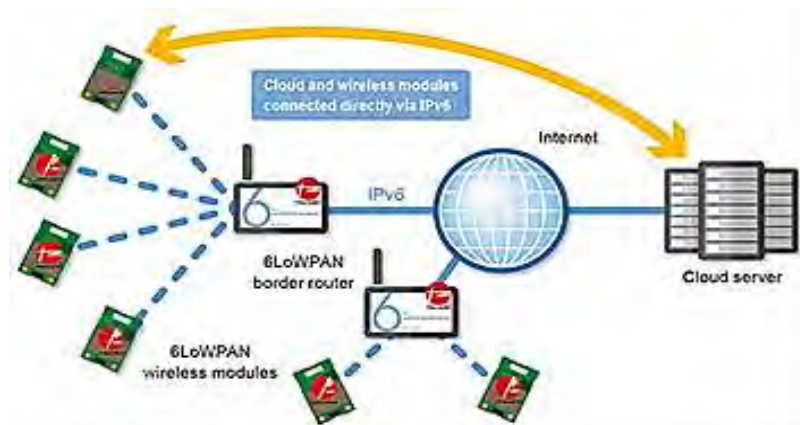
2.5.1 Επίπεδο υποδομής

- Το IPv6 (*Internet Protocol version 6*) είναι η τελευταία έκδοση του πρωτοκόλλου διαδικτύου (IP), (Εικόνα 5). Στο Internet, οι συσκευές αναγνωρίζονται από διευθύνσεις IP. Το IPv6 χρησιμοποιεί 128 bits και παρέχει 2^{128} διευθύνσεις [17]



Εικόνα 5 IPv6

- *6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks)*: Η συχνότητα λειτουργίας του πρωτοκόλλου είναι 2,4 GHz με μέγιστη ταχύτητα διάδοσης τα 250 kbps. Η οποία επιτρέπει την αποδοτική χρήση του IPv6 μέσω ασύρματων δικτύων χαμηλής κατανάλωσης και χαμηλής ταχύτητας σε απλές ενσωματωμένες συσκευές μέσω ενός επίπεδου προσαρμογής και βελτιστοποίησης σχετικών πρωτοκόλλων. Ο κύριος στόχος του είναι η αποστολή / λήψη πακέτων IPv6 μέσω συνδέσμων 802.15.4 Ethernet, 802.11 και 802.15.4. Χρησιμοποιείται συχνά για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. (Εικόνα 6)



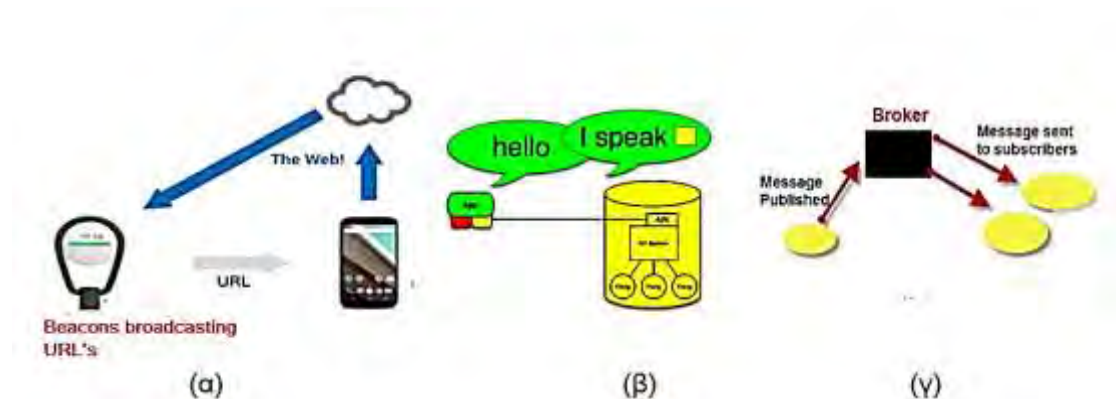
Εικόνα 6 6LoWPAN

- *UDP (User Datagram Protocol)*: Ένα πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς OSI για εφαρμογές δικτύου client/server στο οποίο η επικοινωνία βασίζεται στο πρωτόκολλο IP. Το πρωτόκολλο UDP λόγω των χαρακτηριστικών του είναι κατάλληλο για χρήση σε online εφαρμογές.
- *Quick UDP Internet Connections (QUIC)*: Υποστηρίζει πολυπλεγμένες συνδέσεις μεταξύ δύο τερματικών σημείων πάνω από User Datagram Protocol (UDP), και σχεδιάστηκε με ένα διαφορετικό μηχανισμό ασφαλείας παρόμοιο του Transport Layer Security (TLS)/Secure Sockets Layer (SSL). Συνδυάζει μείωση καθυστέρησης σε επίπεδο συνδεσιμότητας και επίπεδο μεταφοράς, και εκτίμηση του εύρους ζώνης, αποφεύγοντας τη δικτυακή συμφόρηση και τις συγκρούσεις.

2.5.2 Επίπεδο ανακάλυψης

- *mDNS (multicast Domain Name System)*: Το DNS είναι το κύριο σύστημα ονοματοδοσίας και χαρακτηρίζεται για την ιεραρχικότητά του. Το DNS αναλαμβάνει την μετατροπή (translation) των ονομάτων των υπολογιστών υπηρεσίας σε διευθύνσεις IP. Το mDNS είναι μια σχετική έκδοση του DNS, σχεδιασμένη για χρήση σε μικρά δίκτυα, ειδικά σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διακομιστής DNS. Στο mDNS, κάθε συσκευή που είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο (π.χ. υπολογιστές, εκτυπωτές κ.λπ.) λειτουργεί ως μικροσκοπικός διακομιστής DNS. Κάθε συσκευή διανέμει πακέτα στο δίκτυο. Κάθε συσκευή που χρησιμοποιεί mDNS λειτουργεί επίσης ως πελάτης mDNS. [18]
- *UPnP (Universal Plug and Play)*: Είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη λειτουργικών υπηρεσιών διαδικτύου. Με το UPnP, όταν ένας χρήστης συνδέσει μια συσκευή στο δίκτυο, η συσκευή θα διαμορφωθεί, θα αποκτήσει μια διεύθυνση TCP / IP και θα χρησιμοποιήσει ένα πρωτόκολλο εντοπισμού που βασίζεται στο πρωτόκολλο HTTP (Hypertext Transfer Protocol) του Internet για να ανακοινώσει την παρουσία του στο δίκτυο σε άλλες συσκευές. [21]
- *Physical Web*: Το Physical Web είναι μια υπηρεσία ανακάλυψης που υποστηρίζεται από ραδιοφάρους (beacons), Bluetooth Low Energy (BLE). Ένας ραδιοφάρος είναι ένας μικρός ραδιοπομπός που μεταδίδει urls που σχετίζονται με αντικείμενα ή τοποθεσίες, περίπου ανα 1/10 του δευτερολέπτου, κάνοντας χρήση του Eddystone format που ισχύει στο Android και iOS. Ο ραδιοφάρος εκπέμπει ένα μόνο σήμα που μπορούν να δουν άλλες συσκευές, και αποτελείται από ένα συνδυασμό γραμμικών και αριθμών και μπορεί να μεταδοθούν σε απόσταση από λίγα εκατοστά μέχρι σε πιθανή απόσταση 450 μέτρων. (Εικόνα 7(α)) [19]

- *HyperCat* : Το HyperCat παρέχει ένα τυπικό μέσο για την ανακάλυψη πόρων, που επιτρέπει ένα διαλειτουργικό οικοσύστημα. Είναι ανοιχτού κώδικα, δεν απαιτεί πολλούς πόρους, είναι η πιο απλή έκδοση καταλόγου hypermedia που βασίζεται σε JSON για την έκθεση συλλογών URI. για την παρουσίαση πληροφοριών σχετικά με τα στοιχεία του IoT στον ιστό. Χρησιμοποιώντας το HyperCat, οι συμμορφούμενοι κόμβοι και οι εφαρμογές μπορούν να επικοινωνήσουν για να καθορίσουν ποια δεδομένα κατέχει ο κόμβος και πώς μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα. (Εικόνα 7(β)) [20]



Εικόνα 7. (α) Physical Web, (β) Αλληλεξάρτηση εφαρμογών με κόμβο δεδομένων μέσω Hypercat, (γ) MQTT, το μοντέλο Publish-Subscribe

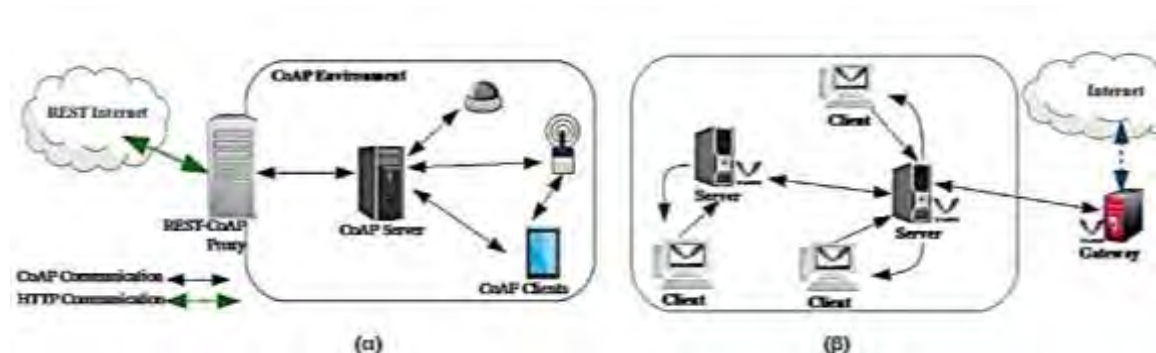
2.5.3 Πρωτόκολλα δεδομένων

Οι συσκευές πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους (D2D). Τα δεδομένα συσκευής πρέπει να συλλεχθούν και να σταλούν στην υποδομή του διακομιστή (D2S). Αυτή η υποδομή διακομιστή πρέπει να μοιράζεται δεδομένα συσκευής (S2S), ενδεχομένως να τα επαναφέρει στις συσκευές, σε προγράμματα ανάλυσης ή σε ανθρώπους. Τα πρωτόκολλα μπορούν να περιγραφούν σε αυτό το πλαίσιο ως

- *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)*: Είναι ένα ελαφρύ πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων που παρέχει στους πελάτες δικτύου με περιορισμένο πόρο έναν απλό τρόπο διανομής πληροφοριών τηλεμετρίας. Το πρωτόκολλο, το οποίο χρησιμοποιεί ένα πρότυπο επικοινωνίας δημοσίευσης / εγγραφής, χρησιμοποιείται για την επικοινωνία από μηχανή σε μηχανή (M2M) σε περιβάλλοντα χαμηλού εύρους ζώνης αποτύπωμα μικρού κώδικα και παίζει σημαντικό ρόλο στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT). Στόχος είναι τα μεγάλα δίκτυα μικρών συσκευών που πρέπει να παρακολουθούνται ή να ελέγχονται από το νέφος. Οι πελάτες δεν έχουν διευθύνσεις όπως στα συστήματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Τα μηνύματα σε ένα θέμα δημοσιεύονται στον

διαμεσολαβητή που τα φιλτράρει με βάση το θέμα και στη συνέχεια τα διανέμει στους συνδρομητές. Σε αυτό το μοντέλο δεν υπάρχει άμεση σύνδεση μεταξύ εκδότη και συνδρομητή.(Εικόνα 7 (γ).)[22]

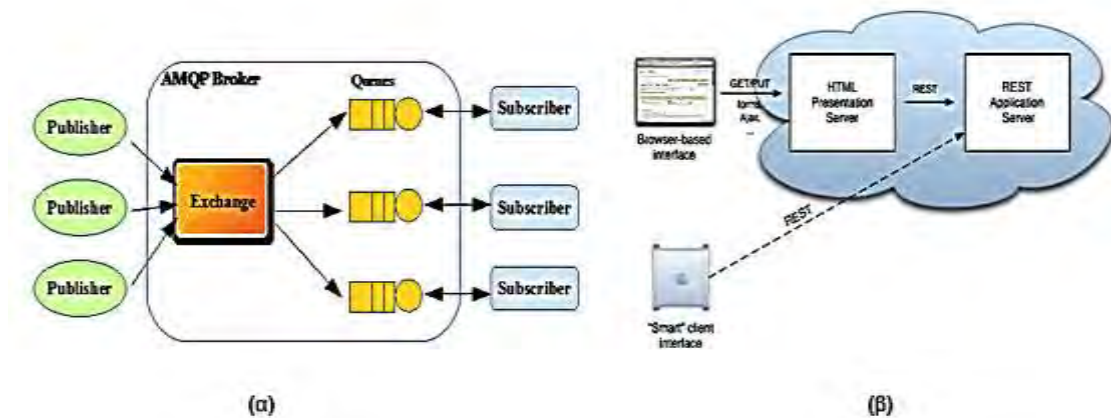
- *CoAP (Constrained Application Protocol)* : Προορίζεται για χρήση σε συσκευές Internet με περιορισμούς πόρων, όπως οι κόμβοι WSN. Σχεδιάστηκε για εύκολη μετάφραση σε HTTP για γρήγορη διασύνδεση με το Internet με υποστήριξη πολυεκπομπής, μικρό επιβλέπον σύστημα , δυνατότητα υποστήριξης πάνω από UDP συνδέσεις.(Εικόνα 8 (α))[13]



Εικόνα 8 Πως λειτουργεί: (α) Το CoAP, (β) το XMPP

- *XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol)*: Αναπτύχθηκε για τη σύνδεση ατόμων με άλλα άτομα με άμεση αποστολή μηνυμάτων κειμένου (IM) σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας έναν πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό ώθησης. [38.](Εικόνα 8 (β)) Το XMPP έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι επεκτάσιμο, σε ένα ανοιχτό πρότυπο χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση ανοιχτών συστημάτων ανάπτυξης και εφαρμογής.
- *DDS (Data-Distribution Service for Real-Time Systems)*: Το πρώτο ανοιχτό διεθνές πρότυπο middleware που απευθύνεται άμεσα στις επικοινωνίες δημοσίευσης-εγγραφής για ενσωματωμένα συστήματα σε πραγματικό χρόνο. Ο κύριος σκοπός του DDS είναι να συνδέσει συσκευές με άλλες συσκευές. ενώ υποστηρίζεται η διασύνδεση με την υποδομή IT. Το DDS μπορεί να παρέχει αποτελεσματικά εκατομμύρια μηνύματα ανά δευτερόλεπτο σε πολλούς ταυτόχρονους δέκτες και προσφέρει λεπτομερή έλεγχο ποιότητας QoS, πολυεκπομπή, ρυθμιζόμενη με δυνατότητα διάρθρωσης μέσω λογισμικού αξιοπιστία και διάχυτο πλεονασμό . [23]
- *AMQP (Advanced Message Queue Protocol)* : Είναι ένα ανοιχτό πρότυπο για την ανταλλαγή επιχειρηματικών μηνυμάτων μεταξύ εφαρμογών ή οργανισμών (M2M), που διαθέτει χαρακτηριστικά όπως δρομολόγηση και αναμονή, μηνύματα δημοσιεύονται σε ανταλλαγές, που παρομοιάζονται με mailboxes. Οι ανταλλαγές κατανέμουν αντίγραφα

των μηνυμάτων σε ουρές αναμονής με χρήση κανόνων που ονομάζονται bindings. Στη συνέχεια οι AMQP brokers είτε μεταδίδουν τα μηνύματα στους καταναλωτές (consumers) που είναι συνδρομητές στις ουρές αναμονής, ή οι καταναλωτές παίρνουν μηνύματα από ουρές κατ' απαίτηση (on demand)(Εικόνα 9(α))



Εικόνα 9 Αρχιτεκτονική: (α) AMQP, (β) REST

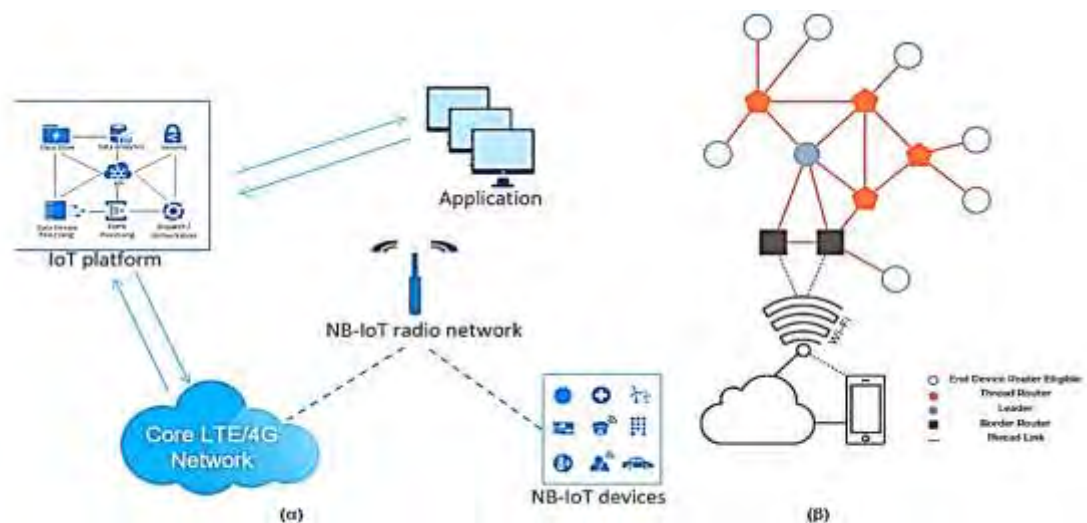
- *Rest (Representational state transfer)*: Το REST είναι μια μέθοδος για την απόκτηση περιεχομένου πληροφοριών από μια τοποθεσία web διαβάζοντας μια καθορισμένη ιστοσελίδα που περιέχει ένα αρχείο Extensible Markup Language (XML) που περιγράφει και περιλαμβάνει το επιθυμητό περιεχόμενο. Το REST, συνήθως τρέχει μέσω HTTP. Όταν οι υπηρεσίες Web χρησιμοποιούν την αρχιτεκτονική REST, ονομάζονται RESTful APIs. Μια εφαρμογή ή μια αρχιτεκτονική που θεωρείται RESTful ή REST-style χαρακτηρίζεται από το ότι:
 - Η κατάσταση και η λειτουργικότητα χωρίζονται σε κατανεμημένους πόρους.
 - Κάθε πόρος είναι μοναδικά διευθυνσιοδοτούμενος με τη χρήση ομοιόμορφου και ελάχιστου συνόλου εντολών (συνήθως χρησιμοποιώντας εντολές HTTP GET/POST/PUT /DELETE) μέσω Internet)
 - Το πρωτόκολλο είναι πελάτης / διακομιστής, stateless, σε επίπεδα, και υποστηρίζει την προσωρινή αποθήκευση [24](Εικόνα 9 (β)).

2.5.4 Επίπεδο επικοινωνίας/μεταφοράς

Τα πιο δημοφιλή επίπεδα επικοινωνίας/μεταφοράς είναι:

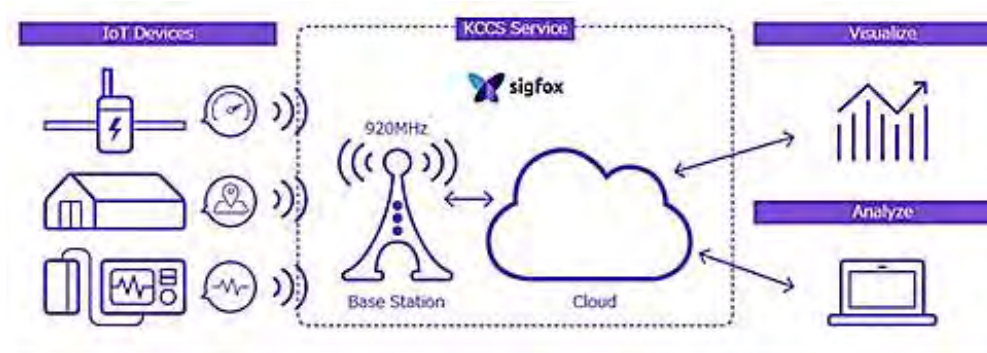
- *802.11*: Η επιλογή του είναι προφανής λόγω ότι σχεδόν κάθε οικιακό δίκτυο το υποστηρίζει. [13]

- *Υπερκειμένον (HyperText Transfer Protocol, HTTP)* : Χρησιμοποιείται ευρέως στον Παγκόσμιο Ιστό. Συνήθως χρησιμοποιείται ένας υπολογιστής-πελάτης στη συσκευή IoT , όχι ένας διακομιστής.
- *Thread*: Αναπτύχθηκε με σκοπό την υποστήριξη του IoT. Βασίζεται στο πρωτόκολλο 6LoWPAN για την ασύρματη μετάδοση πακέτων δεδομένων IPV6. Το Thread είναι πρωτόκολλο κατακευματισμένου δικτύου με πάνω από 250 κόμβους, είναι χαμηλής ισχύος και στοχεύει σε συσκευές, ελέγχου κλίματος, διαχείρισης ενέργειας, φωτισμό, ασφάλεια και προστασία. [25] (Εικόνα 10(β)).



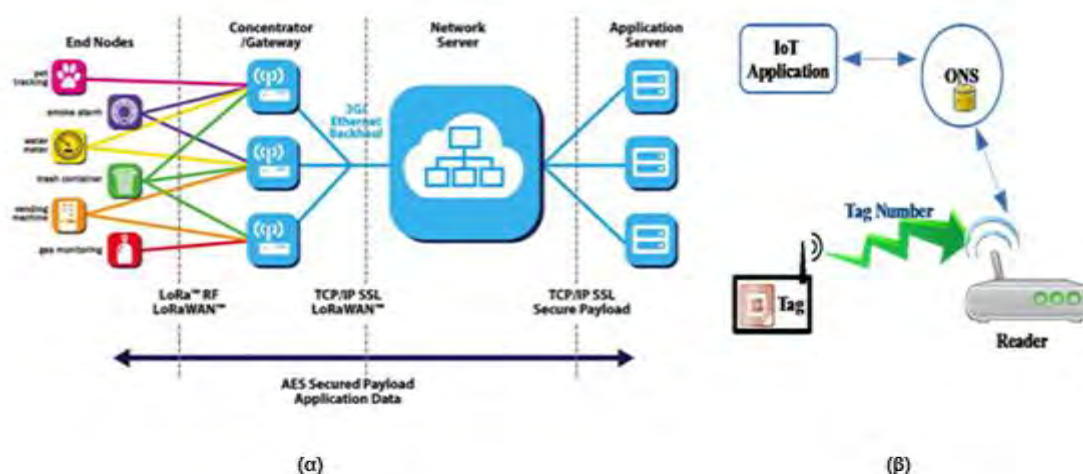
Εικόνα 10 Το «οικοσύστημα» (α) NB-IoT, (β) Thread.

- *Κυψελοειδείς*: Οι IoT εφαρμογές οι οποίες λειτουργούν απομακρυσμένα χρησιμοποιούν τα κυψελοειδή δίκτυα, όπως π.χ. των Global System for Mobile communications (GSM), της τρίτης- (3G), της τέταρτης- (4G) και πέμπτης- (5G) γενιάς δικτύων κινητής τηλεφωνίας. [13] (Εικόνα 10(α)).
- *Sigfox*: Είναι μια εναλλακτική τεχνολογία ευρείας κλίμακας. Η εμβέλεια επικοινωνίας είναι μεγαλύτερη του 802.11 αλλά μικρότερη των κυψελοειδών επικοινωνιών. (Εικόνα 11) [26]



Εικόνα 11 Δίκτυο IoT Sigfox

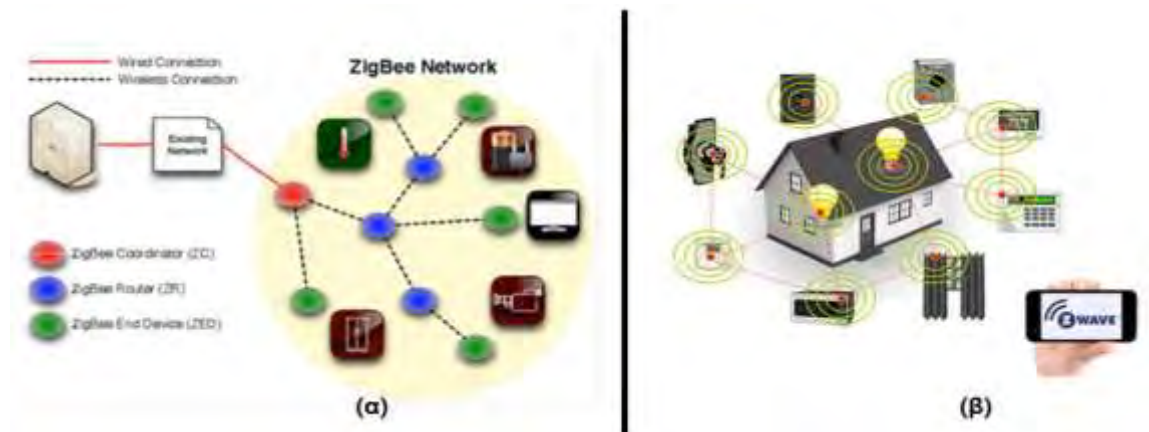
- *Neul*: Ανήκει στην κατηγορία τεχνολογιών LPWAN. Το Neul έχει παρόμοια αρχιτεκτονική και μηχανισμό λειτουργίας με το Sigfox αλλά είναι λειτουργικό κάτω από τη ζώνη συχνοτήτων του 1GHz. Βασίζεται στο Icenii Chip που χρησιμοποιεί ολόκληρο του φάσμα White Space της τηλεόρασης για να παρέχει συνδεσιμότητα χαμηλής ισχύος για εφαρμογές M2M και IoT χρησιμοποιώντας το πρότυπο Weightless που ανταγωνίζεται σε μεγάλο βαθμό τις υπάρχουσες λύσεις General Packet Radio Service (GPRS), 3G, Code Division Multiple Access (CDMA), Long Term Network (LTE), Wide Area Network (WAN). Η εμβέλειά του είναι 10 000 μέτρα. [42]
- *LoRaWAN*: Μια εφαρμογή που βασίζεται στη τεχνολογία Lora, ενσωματώνει κόμβους (συσκευές IoT) συνδεδεμένους μέσω πρωτοκόλλου LoRa σε μια πύλη, οι οποίοι μεταφέρουν πακέτα σε έναν ή πολλούς διακομιστές δικτύου, οι οποίοι αποστέλλουν τελικά τα δεδομένα στο επίπεδο εφαρμογών (διανεμημένη εφαρμογή ιστού). Η τοπολογία δικτύου είναι star-of-stars. (Εικόνα 12(α)).



Εικόνα 12 Αρχιτεκτονική (α) LoRaWAN, (β) RFID.

- *Radio frequency identification (RFID)* :Το RFID είναι ένα πρωτόκολλο IoT για την ασύρματη αναγνώριση και την παρακολούθηση συσκευών.Το κύριο στοιχείο ενός συστήματος RFID είναι ο πομποδέκτης που συχνά αναφέρεται και ως ετικέτα (tag) RFID. [27](Εικόνα 12(β))
- *Ethernet*: Το Ethernet είναι ένα πρωτόκολλο στη στοίβα TCP / IP και υιοθετήθηκε από τον οργανισμό IEEE (με όνομα 802.3) και βρίσκει εφαρμογή σε τοπικά δίκτυα (LAN). [28]
- *Fast Ethernet*: Για να επιτρέψει αυξημένη ταχύτητα μετάδοσης, το πρωτόκολλο Ethernet έχει αναπτύξει ένα νέο πρότυπο που υποστηρίζει 100 Mbps. Αυτό ονομάζεται συνήθως Fast Ethernet. Το Fast Ethernet απαιτεί την εφαρμογή διαφορετικών, ακριβότερων συγκεντρωτών / διανομέων δικτύου και καρτών διασύνδεσης δικτύου. Επιπλέον, απαιτείται συνεστραμμένο ζεύγος κατηγορίας 5 ή καλώδιο οπτικών ινών.
- *IEEE 802.15.4* : Το πρότυπο IEEE 802.15.4 είναι ένα πρότυπο που προδιαγράφει την επικοινωνία με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας σε ασύρματα δίκτυα προσωπικού δικτύου (WPAN). [29]
- *Near Field Communication (NFC)* : Είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει εύκολη και ασφαλή αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών και ειδικά smartphones [30]
- *ANT*: Είναι μια τεχνολογία ασύρματου δικτύου αισθητήρων που διαθέτει μια στοίβα πρωτόκολλων ασύρματων επικοινωνιών που επιτρέπει σε ραδιοημιαγωγούς ISM band, 2,4 GHz να επικοινωνούν με την καθιέρωση τυποποιημένων κανόνων συνύπαρξης, αντιπροσώπευση δεδομένων, σηματοδότηση, έλεγχο ταυτότητας και ανίχνευση σφαλμάτων.
- *Bluetooth*: είναι ένα είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης δικτύωσης, WPAN. Χρησιμοποιείται για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. [31]
- *Zigbee*:Εικόνα 13 (α), είναι ένα πρωτόκολλο δικτύωσης για λύσεις χαμηλού κόστους, χαμηλής κατανάλωσης, ασύρματου ελέγχου και παρακολούθησης. Το IEEE802.15.4 είναι το πρωτόκολλο μετάδοσης που χρησιμοποιείται στο ZigBee και οι συχνότητες λειτουργίας είναι οι 2,4 GHz, 915 MHz και 868 MHz. [31]
- *Z-Wave*:Εικόνα 13(β), είναι μια Radio Frequency (RF) ασύρματη τεχνολογία επικοινωνιών (χαμηλή σε κατανάλωση ενέργειας) η οποία έχει ως στόχο την

αυτοματοποίηση λειτουργιών σε οικιακό περιβάλλον, δηλαδή για προϊόντα όπως π.χ. ελεγκτές φωτιστικών και αισθητήρες σε καταναμημένα δίκτυα.



Εικόνα 13 (α) Δίκτυο ZigBee, (β) δίκτυο Z-Wave

Είναι βελτιστοποιημένο για αξιόπιστη και χαμηλής καθυστέρησης επικοινωνία μικρών πακέτων δεδομένων με ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων έως και τα 100 Kbit/s με κρυπτογράφηση AES128, IPV6 και πολυ-καναλική λειτουργία και λειτουργεί στις 908,42 MHz στις ΗΠΑ (868,42 MHz στην Ευρώπη). Ένα δίκτυο Z-Wave μπορεί να περιέχει μέχρι 232 κόμβους.

Το Z-Wave χρησιμοποιεί τοπολογία δικτύου πλέγματος πηγής και έχει έναν πρωτεύοντα ελεγκτή. Οι συσκευές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ενδιάμεσους κόμβους για να παρακάμψουν τα οικιακά εμπόδια ή τα ραδιο-νεκρά σημεία και το Z-Wave μπορεί να εκτείνεται πολύ μακρύτερα από το φάσμα ραδιοσυχνοτήτων μιας μόνο μονάδας.[31]

- *WiFi*: (Wireless Fidelity, wireless internet). WiFi είναι το κοινό όνομα για το IEEE 802.11 standard [32], [33]
- *WiFi-ah (HaLow)* : Είναι μια έκδοση χαμηλής ενέργειας , μεγάλης εμβέλειας του IEEE 802.11, και δίνει το πρόσθετο πλεονέκτημα όταν χρειάζομαστε αισθητήρες και ρυθμιστές μεγάλης εμβέλειας με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.
- *WiMax*: Βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.16 και προορίζεται για ασύρματα δίκτυα μητροπολιτικών περιοχών.
- *X10*: Είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών που χρησιμοποιούνται για οικιακό αυτοματισμό (domotics).

2.5.5 Επίπεδο διαχείρισης συσκευής

- *OMA Device Management* : Είναι ένα πρωτόκολλο διαχείρισης συσκευής που έχει σχεδιαστεί για τη διαχείριση κινητών συσκευών, όπως κινητά τηλέφωνα, PDA και υπολογιστές, tablet. Το πρωτόκολλο OMA DM επιτρέπει την εκτέλεση εντολών διαχείρισης σε κόμβους. Χρησιμοποιεί μια μορφή πακέτου που ορίζεται στο πρωτόκολλο αντιπροσώπευσης DM [DMREPPRO].

Υποστηρίζει τις ακόλουθες χρήσεις:

- Προμήθεια - Διαμόρφωση της συσκευής (συμπεριλαμβανομένης της πρώτης χρήσης), ενεργοποίηση και απενεργοποίηση λειτουργιών.
- Διαμόρφωση συσκευής - Επιτρέπει αλλαγές στις ρυθμίσεις και τις παραμέτρους της συσκευής.
- Αναβαθμίσεις λογισμικού - Παρέχει τη φόρτωση νέου λογισμικού ή / και διορθώσεων σφαλμάτων στη συσκευή, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών και λογισμικού συστήματος.
- Διαχείριση σφαλμάτων - Αναφορά σφαλμάτων από τη συσκευή, ερώτημα σχετικά με την κατάσταση της συσκευής . [83]
- *TR-069 (Τεχνική Έκθεση 069)* :Είναι ένα πρωτόκολλο εφαρμογής επιπέδου το οποίο αρχικά ορίστηκε από το Ευρυζωνικό Φόρουμ και αφορά την απομακρυσμένη διαχείριση υλικού του πελάτη (CPE). Βάση της επικοινωνίας είναι το πρωτόκολλο IP. [84]
- *Simple Network Management Protocol (SNMP)*: Στις τυπικές χρήσεις του SNMP, ένας ή περισσότεροι διοικητικοί υπολογιστές που ονομάζονται διαχειριστές έχουν την εντολή να παρακολουθούν ή να διαχειρίζονται μια ομάδα ξενιστών ή συσκευών σε ένα δίκτυο υπολογιστών.

2.5.6 Σημασιολογικό επίπεδο

- *JSON (JavaScript Object Notation)*: Είναι ένα ελαφρύ format ανταλλαγής δεδομένων. Το συντακτικό του είναι ένα υποσύνολο της περιγραφικής γλώσσας JavaScript, Standard ECMA-262 3rd Edition - Δεκέμβριος 1999. Το JSON είναι μια μορφή κειμένου που είναι απόλυτα ανεξάρτητη από τη γλώσσα, αλλά χρησιμοποιεί συμβάσεις που είναι εξοικειωμένες με προγραμματιστές της οικογένειας γλωσσών C, συμπεριλαμβανομένης της C , C ++, C #, Java, JavaScript, Perl, Python και πολλά άλλα. Αυτές οι ιδιότητες καθιστούν την JSON ως μία από τις δημοφιλέστερες μορφές ανταλλαγής δεδομένων. Το JSON-LD είναι μια ελαφριά μορφή Linked Data. Βασίζεται στην ήδη επιτυχημένη μορφή JSON και παρέχει έναν τρόπο για να βοηθήσει τα δεδομένα

του JSON να λειτουργούν σε διαδικτυακή κλίμακα. Το JSON-LD είναι μια ιδανική μορφή δεδομένων για περιβάλλοντα προγραμματισμού, υπηρεσίες Web REST και μη δομημένες βάσεις δεδομένων όπως CouchDB και MongoDB. [86]

- *Web Things Model* : Όταν ένα Web Thing είναι ικανό να διαβάζει και να ανταλλάσσει δεδομένα με άλλες οντότητες του Ιστού των Πράξεων δεν σημαίνει ότι μπορεί να «καταλάβει» το αντικείμενο, ποια δεδομένα ή υπηρεσίες προσφέρει κ.λπ. Προτείνεται λοιπόν το πρωτόκολλο RESTful Web με ένα σύνολο πόρων, μοντέλων δεδομένων και σύνταξης ωφέλιμου φορτίου που πρέπει να ακολουθήσει το Web Thing και οι εφαρμογές. Ο σεβασμός αυτών των απαιτήσεων μετατρέπει ένα Web Thing σε ένα Extended Web Thing. Εφαρμογή σημασιολογικών επεκτάσεων (π.χ., μέσω [JSON-LD] και schema.org) μετατρέπει το εκτεταμένο Thinking Web σε ένα Σημασιολογικό Web Thing. Το Web Thing Model είναι ένα «βιβλίο μαγειρικής» για την ενσωμάτωση των Things στον Ιστό και ειδικότερα στα HTTP, WebSocket, JSON και JSON-LD. Κατασκευάστηκε για να παρέχει συστάσεις σε 4 βασικούς τομείς: Πρωτόκολλα, Βέλτιστες Πρακτικές, Πόροι και Μοντέλο Δεδομένων και Σημασιολογικές Επεκτάσεις. [87]

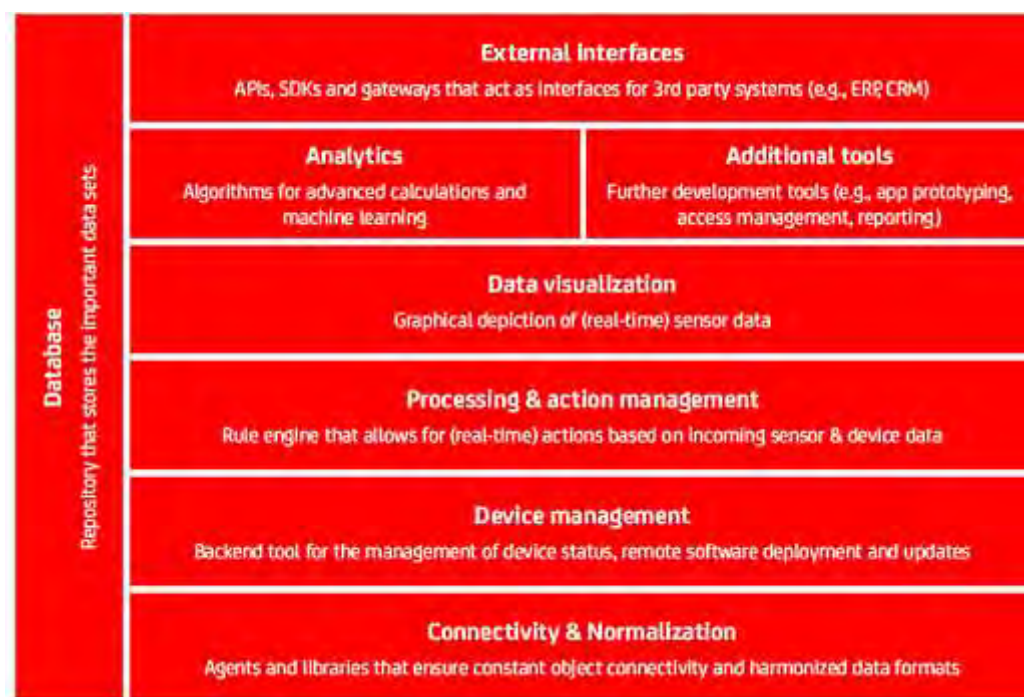
2.5.7 Πολυεπίπεδα πλαίσια

AllJoyn : Είναι ένα συνεργατικό πλαίσιο λογισμικού ανοιχτού κώδικα που επιτρέπει στις συσκευές να επικοινωνούν με άλλες συσκευές γύρω τους. Το πλαίσιο AllJoyn είναι ευέλικτο, προωθεί το εγγύς δίκτυο και η σύνδεση με το νέφος είναι προαιρετική. Ένα απλό παράδειγμα είναι ένας αισθητήρας κίνησης που ενημερώνει τον λαμπτήρα ότι κανείς δεν βρίσκεται στο δωμάτιο που φωτίζει, ώστε να κλείσει. Το πλαίσιο λογισμικού AllJoyn και οι βασικές υπηρεσίες του συστήματος επιτρέπουν σε συμβατές συσκευές και εφαρμογές να βρίσκουν το ένα το άλλο, να επικοινωνούν και να συνεργάζονται μεταξύ των ορίων της κατηγορίας προϊόντων, της πλατφόρμας, της μάρκας και του τύπου σύνδεσης. Οι συσκευές προορισμού περιλαμβάνουν τις συσκευές στα πεδία Connected Home, Smart TV, Smart Audio, Broadband Gateways και Automotive. [85]

2.6 Πλατφόρμες IoT

Οι πλατφόρμες IoT είναι το λογισμικό υποστήριξης που συνδέει τα πάντα σε ένα σύστημα IoT. Μια πλατφόρμα IoT διευκολύνει την επικοινωνία, τη ροή δεδομένων, τη διαχείριση συσκευών και τη λειτουργικότητα των εφαρμογών. Μια πραγματική πλατφόρμα IoT αποτελείται από οκτώ σημαντικά αρχιτεκτονικά δομικά στοιχεία (Εικόνα 14).

- *Συνδεσιμότητα & εξομάλυνση*: Φέρνει διαφορετικά πρωτόκολλα και διαφορετικές μορφές δεδομένων σε μία διασύνδεση λογισμικού που εξασφαλίζει ακριβή ροή δεδομένων και αλληλεπίδραση με όλες τις συσκευές.
- *Διαχείριση συσκευών*: Διασφαλίζει ότι τα συνδεδεμένα "πράγματα" λειτουργούν σωστά, διοχετεύουν απρόσκοπτα ενημερωμένες εκδόσεις κώδικα και ενημερώσεις για λογισμικό και εφαρμογές που εκτελούνται στη συσκευή ή edge gateways..
- *Βάση δεδομένων*: Κλιμακούμενη αποθήκευση των δεδομένων της συσκευής που φέρνει τις απαιτήσεις για τις υβριδικές βάσεις δεδομένων που βασίζονται σε νέφος σε ένα νέο επίπεδο όσον αφορά τον όγκο, την ποικιλία, την ταχύτητα και την ακρίβεια των δεδομένων.



Εικόνα 14 Τα δομικά στοιχεία μιας πλατφόρμας ενεργοποίησης εφαρμογών IoT [144]

- *Επεξεργασία & διαχείριση ενεργειών*: Φέρνει σε επαφή τα δεδομένα βασισμένα σε κανόνες ενεργοποίησης συμβάντων βασισμένους σε κανόνες που επιτρέπουν την εκτέλεση "έξυπνων" ενεργειών που βασίζονται σε συγκεκριμένα δεδομένα αισθητήρων.
- *Analytics*: Εκτελεί μια σειρά από σύνθετες αναλύσεις από τη συσσώρευση βασικών δεδομένων και τη βαθιά μηχανική μάθηση σε προγνωστικά που εξάγουν τη μέγιστη αξία από τη ροή δεδομένων IoT.
- *Οπτικοποίηση*: Επιτρέπει στους ανθρώπους να βλέπουν πρότυπα και να παρατηρούν τάσεις από πίνακες ελέγχου απεικόνισης, όπου τα δεδομένα απεικονίζονται ζωηρά μέσω διαγραμμάτων γραμμής, στοίβαξης ή πίτας, 2D ή και 3D μοντέλων.

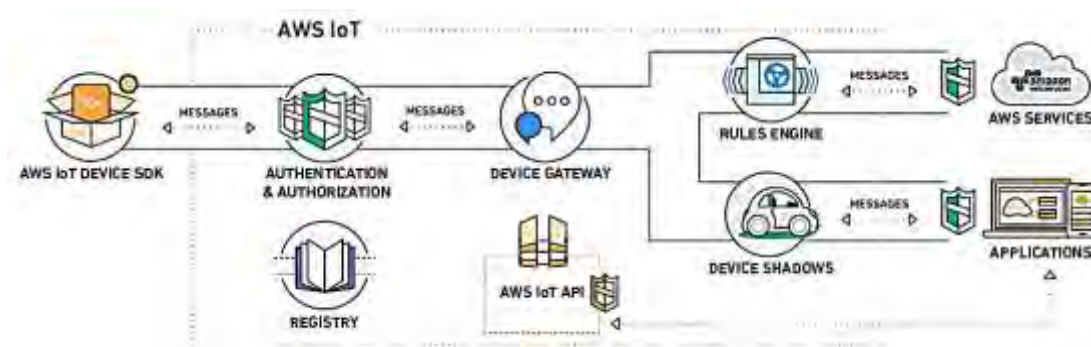
- *Πρόσθετα εργαλεία:* Επιτρέπουν στους προγραμματιστές του IoT να παράγουν πρωτότυπα, να δοκιμάζουν και να εμπορεύονται χρήσεις IoT δημιουργώντας εφαρμογές οικοσυστήματος πλατφόρμας για την οπτικοποίηση, τη διαχείριση και τον έλεγχο συνδεδεμένων συσκευών.
- *Εξωτερικές διεπαφές:* Ενσωμάτωση με τα συστήματα τρίτων και το υπόλοιπο ευρύτερο οικοσύστημα πληροφορικής μέσω ενσωματωμένων διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (API), ανάπτυξης λογισμικού (SDK) και πυλών. [53],[36]

2.6.1 Πλατφόρμα AWS IoT

Προσφέρει ένα εκτεταμένο SDK για τη σύνδεση συσκευών IoT και την οργάνωση ανταλλαγών δεδομένων μεταξύ τους χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα MQTT, HTTP ή WebSockets.(Εικόνα 15) Υποστηρίζοντας τις γλώσσες προγραμματισμού C, JavaScript και Arduino (ένα εκτεταμένο υποσύνολο C / C ++), αυτή η πλατφόρμα έχει χαμηλό όριο εισόδου.

Κύρια χαρακτηριστικά του Amazon Web Services IoT:

- *Πύλη συσκευής:* Η πύλη συσκευής AWS IoT μπορεί να παρέχει ασφαλή σύνδεση πάνω από ένα δισεκατομμύριο διαφορετικών συσκευών στην εφαρμογή σε μοντέλο δικτύου "point-to-point" ή "point-to-multipoint". Η πύλη της συσκευής υποστηρίζει μηνύματα μέσω δημοσιεύσεων και μοντέλων συνδρομής που παρέχουν διεπαφές "ένα προς ένα" και "ένα προς πολλά".



Εικόνα 15 ΠλατφόρμαAWS

- *Διαδικασίες εξουσιοδότησης και επαλήθευσης συσκευής:* Η εξουσιοδότηση συσκευής και ο έλεγχος ταυτότητας στο δημιουργημένο δίκτυο πραγματοποιούνται μέσω της AWS

Signature Version 4 και σύμφωνα με το πρότυπο X.509. Επιπλέον, το μητρώο ολοκληρωμένων συσκευών επιτρέπει την αναγνώριση των χαρακτηριστικών των συνδεδεμένων συσκευών.

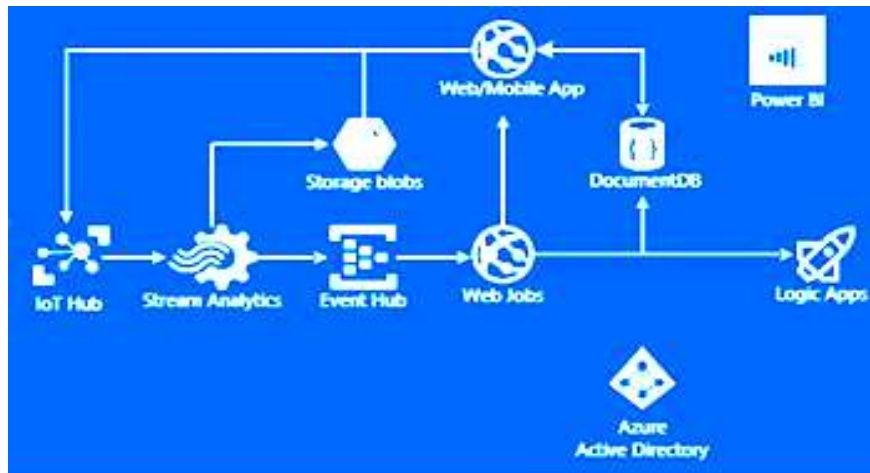
- *Συσκευή σκίασης. (shadowing):* Το AWS διατηρεί τις στιγμιαίες καταστάσεις όλων των συνδεδεμένων συσκευών σε στιγμιότυπα. Τα αποθηκευμένα στιγμιότυπα μπορούν να αποκατασταθούν αργότερα στις συσκευές.
- *Πολυκριτηριακή ανάλυση δεδομένων:* Ο μηχανισμός κανόνων AWS είναι ένα ειδικό εργαλείο για τη δημιουργία εφαρμογών, η λειτουργία των οποίων περιλαμβάνει τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση πληροφοριών από άλλες υπολογιστικές συσκευές ή από υπηρεσίες cloud. Τα επεξεργασμένα δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν σε άλλα τελικά σημεία του AWS, όπως το AWS Lambda, το Amazon Kinesis κ.λπ.

Οι κατασκευαστές αναμένεται να εμπορευματοποιήσουν λύσεις που λειτουργούν με AWS Greengrass στα chips της Qualcomm Technologies, όπως οι Advantech και Thundersoft. Για το σκοπό αυτό, ανακοινώθηκε πρόσφατα η υποστήριξη για το 'Manos Web Brice (AWS) Greengrass σε επιλεγμένα Brice, συμπεριλαμβανομένου του Snapdragon 410E. Συνδυάζοντας την ισχύ επεξεργασίας της CPU, της GPU και του DSP με το λογισμικό AWS, οι υπολογισμοί, η ανταλλαγή μηνυμάτων, η προσωρινή αποθήκευση δεδομένων και οι δυνατότητες συγχρονισμού μπορούν να συμβούν σε τοπικό επίπεδο.

2.6.2 Η Πλατφόρμα Azure IoT Suite

Είναι μια πλατφόρμα IoT, (Εικόνα 16) που βασίζεται στο υπολογιστικό νέφος της Microsoft και είναι ιδανική για τη δημιουργία εφαρμογών υψηλής απόδοσης στους κλάδους της υγειονομικής περίθαλψης, της ψυχαγωγίας, της χρηματοδότησης, του λιανικού εμπορίου και της μεταποιητικής βιομηχανίας. Περιλαμβάνει έναν συγκεντρωτή IoT, μηχανισμούς προηγμένης μηχανικής μάθησης υποστηρίζει έναν τεράστιο αριθμό διαφορετικών συσκευών (συμπεριλαμβανομένης μιας ευρείας επιλογής λειτουργικών συστημάτων). Κύρια χαρακτηριστικά της σουίτας Azure IoT:

- *Διάφορες επιλογές ανάπτυξης εφαρμογών:* Ο προγραμματιστής μπορεί να επιλέξει τη μέθοδο που είναι πιο κατάλληλη για αυτόν: βασισμένη σε φυσικές συσκευές, χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό νέφος ή μια υβριδική επιλογή.
- *Αυτόματη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας*
- *Υψηλή ανοχή σφάλματος.*



Εικόνα 16 Η πλατφόρμα Azure IoT Suite

- *Σημαντική απόδοση:* Οι σύνθετες εφαρμογές Azure IoT Suite που απαιτούν αλληλεπίδραση με εκατοντάδες χιλιάδες συσκευές IoT και η άμεση διαλογή και ανάλυση δεδομένων αποτελούν το κορυφαίο εργαλείο μέτρησης απόδοσης γραμμής top of the line performance metrics.

2.6.3 Η πλατφόρμα ThingWorx.

Κύρια χαρακτηριστικά του ThingWorx:

- *Θεμελίωση:* Το ThingWorx Foundation συνδέεται με όλα τα στοιχεία του ThingWorx, παρέχοντας μια απλή και απρόσκοπτη προσέγγιση στην ανάπτυξη λογισμικού με ολοκληρωμένες υπηρεσίες και δυνατότητες.
- *Βοηθητικά προγράμματα:* Το ThingWorx Utilities είναι μια τεράστια συλλογή εργαλείων για την υλοποίηση διαδικασιών που ελέγχουν όλες τις ζωτικές λειτουργίες του δημιουργούμενου λογισμικού (από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται στη βελτιστοποίηση των επιδόσεων των συσκευών IoT).
- *Analytics:* Το ThingWorx Analytics περιέχει πολλές λειτουργίες για την ανάλυση και την παρακολούθηση των συλλεγόμενων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.
- *Στούντιο:* Ο επεξεργαστής ThingWorx Studio μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών βασισμένων σε AR. Περιέχει όλα τα εργαλεία που είναι απαραίτητα για έναν προγραμματιστή που δεν έχει εμπειρία δημιουργώντας λογισμικό με στοιχεία αυξημένης πραγματικότητας.
- *Βιομηχανική επικοινωνία:* Ο βιομηχανικός σύνδεσμος ThingWorx έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αξιόπιστη και, πιο σημαντικό, ασφαλή σύνδεση με βιομηχανικούς ελεγκτές, καθώς και με σχετικό λογισμικό.

2.6.4 Η πλατφόρμα IBM Watson

Υποστηριζόμενο από την αναπτυξιακή πλατφόρμα PaaS (πλατφόρμα ως υπηρεσία) της IBM, το Bluemix, το Watson IoT επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύξουν εύκολα εφαρμογές IoT.

Οι χρήστες της IBM Watson έχουν:

- *Διαχείριση Συσκευών*
- *Ασφαλείς επικοινωνίες*
- *Ανταλλαγή δεδομένων πραγματικού χρόνου*
- *Αποθήκευση δεδομένων*
- *Πρόσφατα προστιθέμενος αισθητήρας δεδομένων και υπηρεσία δεδομένων καιρού*

2.6.5 Η πλατφόρμα Artik

Η Samsung Electronics δημιούργησε την Artik, πλατφόρμα IoT, Με υπηρεσίες όπως η Artik Module, το Cloud, η Ασφάλεια και το οικοσύστημα, η Samsung στοχεύει να παρέχει μια πλατφόρμα που θα φροντίζει για την απόλυτη ασφάλεια. Η πλατφόρμα Artik προσφέρει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- *Cloud*: Εύκολο στη χρήση. Μπορεί να αγγίζει νέα ρεύματα εσόδων.
- *Ενότητες*: Χτισμένο για απόδοση και ασφάλεια.
- *Ασφάλεια*: Προστατεύει από την πειρατεία.

2.6.6 Η πλατφόρμα Oracle IoT

Είναι μία από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες IoT. Κύρια χαρακτηριστικά του Oracle IoT:

- *Επεξεργασία μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων* : Το Oracle IoT είναι ιδανικό για τη συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών που μπορούν αργότερα να αποθηκευτούν σε κέντρα δεδομένων μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιώντας τις βάσεις δεδομένων Oracle και MySQL
- *Εκτεταμένες επιχειρηματικές ευκαιρίες*: Το Oracle IoT είναι ιδανικό για τη δημιουργία εμπορικών εφαρμογών.
- *Υποστήριξη Java*.
- *Προηγμένα πρωτόκολλα ασφαλείας*

2.6.7 Η πλατφόρμα Kaa

Είναι μια πολύ ευέλικτη πλατφόρμα IoT ανοικτής πηγής, η οποία είναι ιδανική για την εφαρμογή εφαρμογών με οποιαδήποτε υπάρχουσα αρχιτεκτονική, εκτός από το εμπορικό μοντέλο PaaS..

Κύρια χαρακτηριστικά του Kaa:

- *Διαθεσιμότητα:* Λόγω του ανοίγματος της, αυτή η πλατφόρμα δεν απαιτεί ετήσιες πληρωμές και πληρωμές υπηρεσιών.
- *Συμβατότητα με λύσεις τρίτων κατασκευαστών*
- *Μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών.*
- *Πολλές επιλογές για ανάπτυξη λογισμικού:* Τυπικά, οι πλατφόρμες PaaS υποστηρίζουν μόνο την ανάπτυξη του νέφους. Με τη σειρά τους, οι εφαρμογές που δημιουργήθηκαν με την Kaa έχουν τέσσερις επιλογές ανάπτυξης: on-premise, cloud, hosted και hybrid. [55]
[54]

2.7 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα στο IoT

Η ταχεία ανάπτυξη των συσκευών IoT και οι προκλήσεις που θέτει η ασύρματη συνδεσιμότητα μεταξύ τους απαιτούν μια εκτεταμένη εστίαση στην ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Οι συσκευές IoT είναι διαρκώς συνδεδεμένες και ενεργοποιημένες . Η αύξηση των συνδεδεμένων συσκευών και η τεράστια ποσότητα δεδομένων που μπορούν να παράγουν είναι εκπληκτική. Η έκθεση της Federal Trade Commission με τίτλο «Internet of Things Challenge to Combat Security Vulnerabilities in Home Devices» διαπίστωσε ότι λιγότερα από 10.000 νοικοκυριά μπορούν να δημιουργούν 150 εκατομμύρια διακριτά σημεία δεδομένων κάθε μέρα.[37] Η διασφάλιση του IoT είναι μια δύσκολη επιχείρηση καθώς οι συσκευές IoT έρχονται σε κάθε μορφή, μέγεθος και λειτουργία. Επιπλέον, οι συσκευές είναι περιορισμένες από πλευράς πόρων όσον αφορά την ισχύ, τις επιδόσεις και τη λειτουργικότητα. Είναι σχεδόν αδύνατο για τους διαχειριστές δικτύου να γνωρίζουν τι συμβαίνει με όλες τις συσκευές. Επίσης πολλές συσκευές IoT έχουν πολύ μεγάλους κύκλους ζωής και σχεδόν καμία ασφάλεια και δεν μπορούν εύκολα να διορθωθούν ή να αναβαθμιστούν με το πιο πρόσφατο λογισμικό λόγω του αρχικού σχεδιασμού ή των περιορισμένων πόρων τους, Τέλος, πολλές συνδεδεμένες συσκευές χρησιμοποιούν μη τυποποιημένα πρωτόκολλα επικοινωνίας που δεν αναγνωρίζονται από τα περισσότερα προϊόντα ασφαλείας.

Όπως επισημαίνει το CSO, οι εταιρείες πιέζουν να βγάλουν γρήγορα τις συσκευές τους, καταλήγοντας σε συμβιβασμούς στην ασφάλεια. Ακόμα κι αν μπορούν να προσφέρουν αναβαθμίσεις υλικολογισμικού για κάποιο χρονικό διάστημα, συχνά σταματούν όταν εστιάζουν στην κατασκευή της επόμενης συσκευής, αφήνοντας τους πελάτες με ελαφρώς ξεπερασμένο υλικό που μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο ασφαλείας. Οι τεράστιοι αποθηκευτικοί χώροι όπου αποθηκεύονται τα δεδομένα IoT, μπορούν να γίνουν ελκυστικοί στόχοι για τους εταιρικούς χάκερ και τους βιομηχανικούς κατασκόπους που βασίζονται σε μεγάλα δεδομένα για να κάνουν κέρδη. Οι φορετές συσκευές μπορούν επίσης να αποτελέσουν πηγή απειλής για το ιδιωτικό απόρρητο, καθώς οι χάκερ μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους αισθητήρες κίνησης ενσωματωμένους σε smartwatches για να κλέψουν τις πληροφορίες που πληκτρολογούμε ή μπορούν να συλλέξουν δεδομένα υγείας από εφαρμογές smartwatch ή συσκευές παρακολούθησης της υγείας που ενδεχομένως χρησιμοποιούμε.

Δημοσιευμένα στοιχεία έχουν αποδείξει τους κινδύνους ανεπαρκούς ασφάλειας του IoT. Ίσως το πιο γνωστό ήταν η επίθεση "Stuxnet", σε βιομηχανικούς προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) σε μια ιρανική εγκατάσταση εμπλουτισμού ουρανίου. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι η Stuxnet κατέστρεψε έως και 1.000 φυγοκεντρητές συνδεδεμένους μέσω δικτύων ευρείας περιοχής (WAN) με συσκευές PLC που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Windows σε τυποποιημένες πλατφόρμες PC [57] . Το Δεκέμβριο του 2015, μια ομάδα από χάκερ κατέστρεψε ένα ηλεκτρικό δίκτυο σε μια περιοχή της δυτικής Ουκρανίας για να προκαλέσει την πρώτη διακοπή λειτουργίας από μια επιθέσεις στον κυβερνοχώρο[38].

Στις 21 Οκτωβρίου 2016, ο πάροχος υπηρεσιών Dyn-διαδικτύου DSN δέχθηκε επίθεση η οποία εμπόδιζε την πρόσβαση σε δημοφιλείς ιστότοπους. Οι επιτιθέμενοι μπόρεσαν να πάρουν τον έλεγχο μεγάλου αριθμού συσκευών συνδεδεμένων στο διαδίκτυο, όπως DVRs και κάμερες. [39]

2.7.1 Προστασία προσωπικών δεδομένων

- *Ανεπιθύμητο δημόσιο προφίλ:* Η προαναφερθείσα έκθεση της FTC διαπίστωσε ότι οι εταιρείες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα συλλεγόμενα δεδομένα που οι καταναλωτές προσφέρουν. Για παράδειγμα, μια ασφαλιστική εταιρεία μπορεί να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τις οδηγικές συνήθειες μέσω ενός συνδεδεμένου αυτοκινήτου κατά τον υπολογισμό του ποσού της ασφάλειας,. Το ίδιο θα μπορούσε να συμβεί και για την ασφάλιση υγείας ή ζωής χάρη στους ιχνηλάτες γυμναστικής.

- *Παρακολούθηση*: Οι κατασκευαστές ή οι χάκερ θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν μια συνδεδεμένη συσκευή για να εισβάλουν ουσιαστικά στο σπίτι ενός ατόμου.
- *Εμπιστοσύνη των καταναλωτών*: Κάθε ένα από αυτά τα προβλήματα θα μπορούσε να βλάψει την επιθυμία των καταναλωτών να αγοράσουν συνδεδεμένα προϊόντα, πράγμα που θα εμπόδιζε το IoT να εκπληρώσει το πραγματικό του δυναμικό[39].

2.7.2 Τεχνολογίες για τη βελτίωση της ασφάλειας του διαδικτύου:

Με βάση την ανάλυση της Forrester, οι κυριότερες τεχνολογίες για την ασφάλεια του Διαδικτύου είναι :

- *Ασφάλεια δικτύου IoT*: Προστασία και διασφάλιση του δικτύου που συνδέει συσκευές IoT με συστήματα back-end στο Διαδίκτυο. Οι βασικές δυνατότητες περιλαμβάνουν τις παραδοσιακές λειτουργίες ασφάλειας τελικού σημείου, όπως τα antivirus και τα antimalware, καθώς και άλλα χαρακτηριστικά όπως firewalls και συστήματα πρόληψης και ανίχνευσης εισβολών. Προμηθευτές: Bayshore Networks, Cisco, Darktrace και Senrio.
- *Προστασία διασύνδεσης*: Οι περισσότεροι σχεδιαστές υλικού και λογισμικού έχουν πρόσβαση σε συσκευές μέσω διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (API). Η διασφάλιση αυτών των διεπαφών απαιτεί τη δυνατότητα επαλήθευσης και έγκρισης συσκευών που πρέπει να ανταλλάσσουν δεδομένα. Μόνο εξουσιοδοτημένες συσκευές, προγραμματιστές και εφαρμογές θα πρέπει να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ ασφαλών συσκευών.
- *Πιστοποίηση IoT*: Παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να ελέγχουν ταυτόχρονα μια συσκευή IoT, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης πολλαπλών χρηστών μιας μόνο συσκευής (όπως ένα συνδεδεμένο αυτοκίνητο), που κυμαίνονται από απλούς στατικούς κωδικούς πρόσβασης έως πιο ισχυρούς μηχανισμούς ελέγχου ταυτότητας, πιστοποιητικά και βιομετρικά στοιχεία. Πολλά σενάρια ελέγχου ταυτότητας IoT (όπως οι ενσωματωμένοι αισθητήρες) βασίζονται σε μηχανή χωρίς μηχανική παρέμβαση.
- *IoT*: Κρυπτογράφηση δεδομένων σε κατάσταση ηρεμίας και διαμετακόμισης μεταξύ edge devices IoT και συστημάτων back-end με χρήση τυπικών κρυπτογραφικών αλγορίθμων, συμβάλλοντας στη διατήρηση της ακεραιότητας των δεδομένων και την αποτροπή της διαρροής δεδομένων από τους χάκερ. Επιπλέον, όλη η κρυπτογράφηση IoT πρέπει να συνοδεύεται από ισοδύναμες πλήρεις διαδικασίες διαχείρισης πλήρους κύκλου κρυπτογράφησης, καθώς η κακή διαχείριση κλειδιών θα μειώσει τη συνολική ασφάλεια.

- *IoT PKI*: Παροχή πλήρους ψηφιακού πιστοποιητικού X.509 και κρυπτογραφικού κλειδιού και δυνατότητες κύκλου ζωής, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας, διανομής, διαχείρισης και ανάκλησης δημόσιου / ιδιωτικού κλειδιού. Οι προδιαγραφές υλικού για ορισμένες συσκευές IoT μπορούν να περιορίσουν ή να αποτρέψουν την ικανότητά τους να χρησιμοποιούν το PKI. Τα ψηφιακά πιστοποιητικά μπορούν να φορτωθούν με ασφάλεια στις συσκευές IoT τη στιγμή της κατασκευής και στη συνέχεια να ενεργοποιηθούν από τις σουίτες λογισμικού PKI τρίτων κατασκευαστών. Τα πιστοποιητικά θα μπορούσαν επίσης να εγκατασταθούν μετά την κατασκευή.
- *Αναλύσεις ασφαλείας του IoT*: Συλλογή, συσσωμάτωση, παρακολούθηση και ομαλοποίηση δεδομένων από συσκευές IoT και παροχή συναγερμού για την αναφορά και ειδοποίηση σχετικά με συγκεκριμένες δραστηριότητες ή όταν οι δραστηριότητες δεν εμπίπτουν στις καθιερωμένες πολιτικές. Τα αναλυτικά στοιχεία ασφάλειας του IoT θα απαιτηθούν ολόένα και περισσότερο για την ανίχνευση επιθέσεων και παρεμβολών που αφορούν το IoT, οι οποίες δεν εντοπίζονται από παραδοσιακές λύσεις ασφάλειας δικτύων.
- *Ασφάλεια API του IoT*: Παροχή της δυνατότητας επαλήθευσης και έγκρισης της κίνησης δεδομένων μεταξύ συσκευών IoT, συστημάτων back-end και εφαρμογών που χρησιμοποιούν τεκμηριωμένα API που βασίζονται σε REST. Η ασφάλεια του API θα είναι απαραίτητη για την διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων που διακινούνται μεταξύ των συσκευών ακμής και των συστημάτων back-end, ώστε να διασφαλίζεται ότι μόνο εξουσιοδοτημένες συσκευές, προγραμματιστές και εφαρμογές επικοινωνούν με API, καθώς επίσης ανιχνεύει πιθανές απειλές και επιθέσεις εναντίον συγκεκριμένων API.
- *Επιθέσεις πλευρικών καναλιών*: Τέτοιες επιθέσεις εστιάζονται λιγότερο στη μεταφορά πληροφοριών και περισσότερο στο πώς παρουσιάζονται αυτές οι πληροφορίες. Οι επιθέσεις πλευρικών καναλιών (SCAs) συλλέγουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά, το χρόνο εκτέλεσης, τους καταναλωτές ισχύος, την ηλεκτρομαγνητική εκπομπή του σχεδίου για την ανάκτηση πλήκτρων και την εισαγωγή βλαβών - για να αποκτήσουν άλλες γνώσεις στο σχεδιασμό.
- *Ανάλυση ασφαλείας και πρόβλεψη απειλών*: Δεν πρέπει μόνο να παρακολουθούνται και να ελέγχονται τα σχετικά με την ασφάλεια δεδομένα, αλλά και να χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη μελλοντικών απειλών. Η πρόβλεψη απαιτεί νέους αλγόριθμους και την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης για την πρόσβαση σε μη παραδοσιακές στρατηγικές επίθεσης.

- *Μηχανισμοί παράδοσης:* Θα χρειαστούν συνεχείς ενημερώσεις και ενημερώσεις για να αντιμετωπιστούν οι διαρκώς μεταβαλλόμενες τακτικές των κυβερνοεπιχειρητών. Αυτό θα απαιτήσει εμπειρογνωμοσύνη σε επιδιορθώσεις, που ουσιαστικά θα καθορίζουν τα κενά στο κρίσιμο λογισμικό εν πτήση.
- *Ανάπτυξη συστήματος:* Η ασφάλεια του Διαδικτύου απαιτεί μια συνολική προσέγγιση στο σχεδιασμό του δικτύου. Επίσης, η ασφάλεια πρέπει να είναι μια πλήρης δραστηριότητα ανάπτυξης προϊόντος-κύκλου ζωής, η οποία γίνεται δύσκολη αν το προϊόν είναι μόνο ένας έξυπνος αισθητήρας. Η ασφάλεια είναι ακόμα μια σκέψη για τους περισσότερους σχεδιαστές, κάτι που ακολουθεί τη φάση της εφαρμογής (όχι σχεδιασμού). Είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη τόσο το υλικό όσο και το λογισμικό σε αυτά τα ασφαλή συστήματα. [40], [41], [42]

Τώρα οι εταιρείες ασφάλειας και οι κατασκευαστές ενώνουν τις τάξεις τους για να βοηθήσουν στην εξασφάλιση του κόσμου της IoT. Μετά το χάκερ Jeep Cherokee[83] η αυτοκινητοβιομηχανία Fiat εξέδωσε ανάκληση ασφαλείας για 1.4 εκατομμύρια αυτοκίνητα και φορτηγά ΗΠΑ για να εγκαταστήσει μια ενημερωμένη έκδοση ασφαλείας patch. Το επεισόδιο χρησίμευσε επίσης ως αφύπνιση για ολόκληρη τη βιομηχανία IoT. Η εταιρεία ψηφιακής ασφάλειας Gemalto σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει την εμπειρία της στις πληρωμές μέσω κινητού τηλεφώνου για να βοηθήσει στη διασφάλιση συσκευών IoT. Η Gemalto θα προσφέρει την τεχνολογία Secure Element (SE) στην αυτοκινητοβιομηχανία και στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Το SE είναι ένα στοιχείο ανθεκτικό στην παραβίαση, το οποίο ενσωματώνεται σε συσκευές που επιτρέπουν την προηγμένη ψηφιακή ασφάλεια και τη διαχείριση του κύκλου ζωής μέσω κρυπτογράφησης και περιορισμού του ελέγχου πρόσβασης σε ευαίσθητα δεδομένα. Η Microsoft εισέρχεται επίσης στην αγορά και έχει υποσχεθεί να προσθέσει τεχνολογία κρυπτογράφησης BitLocker και τεχνολογία Secure Boot στο Windows 10 IoT, το λειτουργικό σύστημα του λογισμικού γιγάντων για συσκευές και πλατφόρμες IoT όπως το Raspberry Pi. Το BitLocker είναι μια τεχνολογία κρυπτογράφησης που μπορεί να κωδικοποιεί ολόκληρους τόμους δίσκων και έχει χαρακτηριστεί στα λειτουργικά συστήματα των Windows από την έκδοση Vista. Αυτό μπορεί να είναι κρίσιμο για την εξασφάλιση δεδομένων στη συσκευή. Το Secure Boot είναι ένα πρότυπο ασφαλείας που αναπτύχθηκε από μέλη της βιομηχανίας PC για να διασφαλίσει ότι η εκκίνηση του υπολογιστή μας χρησιμοποιεί μόνο λογισμικό που εμπιστεύεται ο κατασκευαστής του υπολογιστή.

Μια ομάδα κορυφαίων εταιρειών τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένης της Vodafone, ίδρυσε το Ίδρυμα Internet of Things Security, ένα μη κερδοσκοπικό όργανο που θα είναι υπεύθυνο για την εξέταση συσκευών που συνδέονται με το Διαδίκτυο για ευπάθειες και ατέλειες και θα προσφέρει βοήθεια ασφαλείας σε παρόχους τεχνολογιών, χρήστες. Το IoTSF ευελπιστεί να αυξήσει την ευαισθητοποίηση μέσω διασυννοριακής συνεργασίας και να ενθαρρύνει τους κατασκευαστές να εξετάσουν την ασφάλεια των συνδεδεμένων συσκευών σε επίπεδο υλικού.

2.8 IoT στη Βιομηχανία

Οι σημαντικότερες εταιρείες που ασχολούνται με το IoT(Πίνακας 1)

Πίνακας 1

Honeywell	Hitachi	T-Mobile
IBM	Amazon	Skyworks
Ambarella	ARM Holdings	Garmin
CalAmp	LogMeIn	InterDigital
Texas Instruments	PTC	Fitbit
Comcast	GE	AT&T (T)
Apple	Sierra Wireless	Google
InvenSense	Microsoft	Control4
Ruckus Wireless	Linear Technology	Red Hat
ORBCOMM	Blackrock	Silver Spring Networks

3 Εφαρμογές του IoT

3.1 e-Health

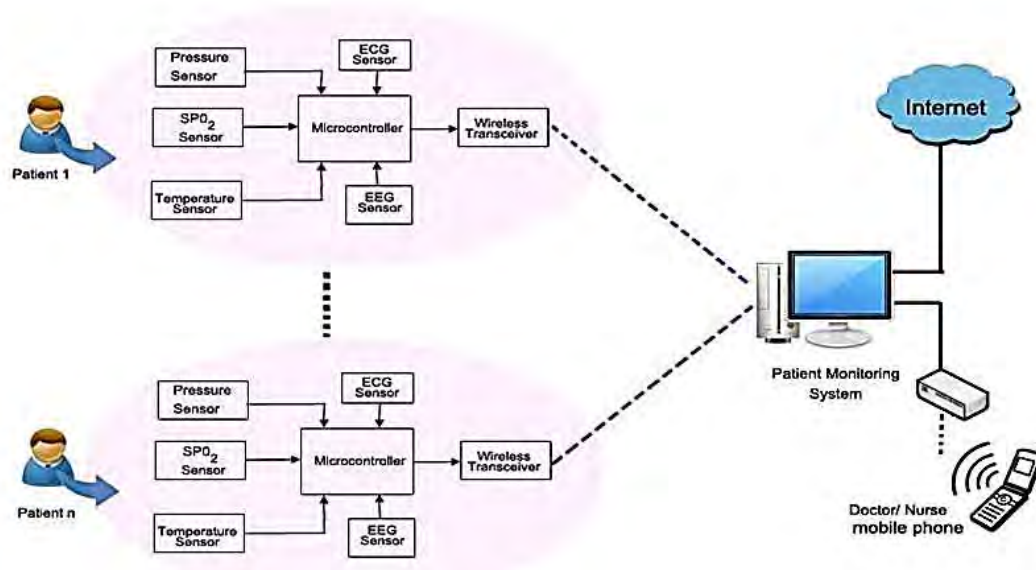
Οι λύσεις IoT βοηθούν στη παροχή ολοκληρωμένης και συντονισμένης φροντίδας αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα του νοσηλευτικού προσωπικού, βελτιώνοντας την παρακολούθηση των ασθενών και παρέχοντας καλύτερη παρακολούθηση του κρίσιμου εξοπλισμού.

3.1.1 Παρακολούθηση ασθενών στα νοσοκομεία

Τα IoT συστήματα παρακολούθησης παρέχουν μια συνεχή αυτοματοποιημένη ροή πληροφοριών για νοσηλεύμενους ασθενείς που η κατάσταση τους απαιτεί συνεχή παρακολούθηση. Χρησιμοποιούνται αισθητήρες για τη συλλογή πληροφοριών οι οποίες αναλύονται και αποθηκεύονται με τη βοήθεια των πυλών και του νέφους. Αυτές οι πληροφορίες αποστέλλονται ασύρματα στο ιατρικό προσωπικό για περαιτέρω ανάλυση και ανασκόπηση (Εικόνα 17). Οι πολλαπλές παράμετροι που παρακολουθούνται είναι η αρτηριακή πίεση, η θερμοκρασία, το ECG και το EEG. [47]

Η αρχιτεκτονική IoT συστήματος παρακολούθησης περιλαμβάνει 4 επίπεδα

- *Επίπεδο συσκευής IoT:* Περιλαμβάνει διαφορετικές συσκευές (αισθητήρες μέτρησης και ενεργοποιητές) που υποστηρίζουν διαφορετικά μέτρα αλληλογραφίας, όπως Zigbee, Z-Wave, ANT S και WiFi κ.λπ.
- *Επίπεδο πύλης:* Αποτελείται από πύλες IoT. Λόγω της σημαντικής ετερογένειας των συσκευών μπορούν να δώσουν μια πιο ομοιόμορφη διεπαφή με το επόμενο επίπεδο IoT.
- *Επίπεδο πλατφόρμας υπηρεσιών IoT :* Ορίζει και δίνει λύσεις στη διαχείριση του IoT που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικές εφαρμογές
- *Κεντρικό δίκτυο IoT :* Το βασικό δίκτυο συνδέει τα διάφορα μέρη του δικτύου πρόσβασης και παρέχει την πύλη σε άλλα δίκτυα. Είναι ένα σύστημα βασισμένο σε IP που μπορεί να ενισχυθεί από τεράστιους αριθμούς βάσεων τηλεπικοινωνιών, DSL, κυψελοειδή συστήματα DSL, κυψελοειδή συστήματα (2G, 3G, 4G) κ.λπ.[46]

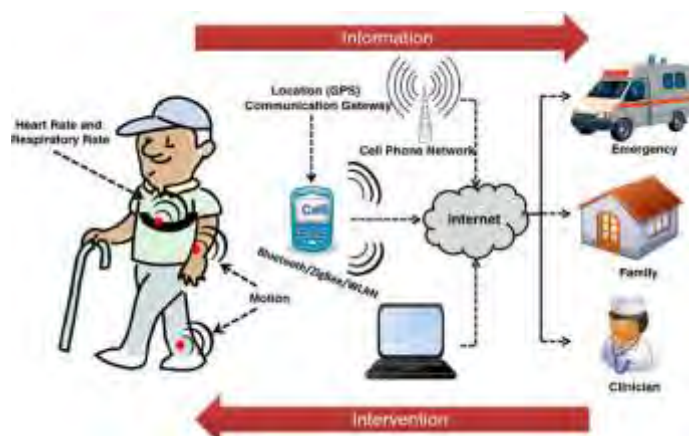


Εικόνα 17 Σύστημα παρακολούθησης ασθενών

Τα δεδομένα των αισθητήρων μπορούν να υποστούν επεξεργασία κοντά στις συσκευές ανίχνευσης και ενεργοποίησης με την επεξεργασία παρυφών (εντός των αισθητήρων) αντί του νέφους. Η αρχιτεκτονική της επεξεργασίας παρυφών μπορεί να επεξεργαστεί τα δεδομένα κοντά στον ασθενή και να μεταδώσει πληροφορίες από μηχανή σε μηχανή ή μηχανή σε άνθρωπο σε χιλιοστά του δευτερολέπτου ή δευτερόλεπτα.

3.1.2 Παρακολούθηση από απόσταση.

Εφαρμόζεται για να παρέχει βοήθεια σε ευπαθείς ομάδες (π.χ. ηλικιωμένους) ή πλυθυσμό που χρήζει ειδικής βοήθειας (π.χ. ανθρώπους που ζουν σε παραμεθόριες περιοχές ή σε περιοχές μακριά από αστικά κέντρα) (Εικόνα 18). Οι αισθητήρες IoT χρησιμοποιούνται



Εικόνα 18 Παρακολούθηση ασθενών – ηλικιωμένων από απόσταση

για τη συνεχή παρακολούθηση και καταγραφή των συνθηκών υγείας τους. Οι παράμετροι που παρακολουθούνται είναι το επίπεδα γλυκόζης, το βάρος, η θερμοκρασία, ο καρδιακός παλμός, η πίεση του αίματος. Αισθητήρες επίσης μπορούν να ανιχνεύσουν την πτώση ενός ατόμου και να στείλουν το κατάλληλο σήμα. Τα δεδομένα αποστέλλονται στον ιατρό για την κατάλληλη ιατρική βοήθεια από απόσταση και για την έγκαιρη πρόληψη δυσάρεστων καταστάσεων όταν οι μετρήσεις αποκλίνουν των φυσιολογικών επιπέδων.

Για την αντιμετώπιση μικροπροβλημάτων η IoT app έχει τη δυνατότητα να δράσει προληπτικά και να προτείνει μία αγωγή στον ασθενή (χρήστη). [45], [47] Υπηρεσίες τηλεϊατρικής έχουν αναπτυχθεί από τη Philips, τη Verizon κλπ.

3.1.3 Φορετές Συσκευές.

Υπάρχουν πολλές συσκευές φορετού αισθητήρα όπως έξυπνα ρολόγια, βραχιολάκια, επιθέματα παρακολούθησης (Εικόνα 19). Διαθέτουν ιατρικούς αισθητήρες οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα καταγραφής τιμών & πληροφοριών όπως ο καρδιακός παλμός, η τιμή της αρτηριακής πίεσης, η θερμοκρασία του σώματος, ο ρυθμός αναπνοής και το επίπεδο γλυκόζης κ.α..

Τα επιθέματα παρακολούθησης είναι επικολλημένα στο δέρμα και τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα είναι ενσωματωμένα σε αυτά. Μπορούν να μεταδίδουν τα ανιχνευθέντα δεδομένα ασύρματα. Μία από τις πιο συνηθισμένες εφαρμογές τέτοιων επιθεμάτων είναι η παρακολούθηση της αρτηριακής πίεσης της γλυκόζης του αίματος, του ιδρώτα .[48]

Τα έξυπνα χάπια είναι αισθητήρες που μπορούμε να τους καταπιούμε και μπορούν να καταγράψουν διάφορες φυσιολογικές μετρήσεις. Η Proteus Digital Health έχει αναπτύξει ένα σύστημα που αποτελείται από ένα smartphone, ένα αισθητήρα και ένα χάπι. Κάθε χάπι περιέχει έναν αισθητήρα που είναι επικαλυμμένος με δύο εύπεπτα μέταλλα: χαλκό και μαγνήσιο. Κατά την κατάποση, ο αισθητήρας ενεργοποιείται από



Εικόνα 19 (α) Έξυπνο επίθεμα, (β) έξυπνο βραχιόλι, (γ) έξυπνο ρολόι, (δ) έξυπνο χάπι.

ηλεκτρολύτες μέσα στο σώμα. Το χάπι μεταδίδει ένα σήμα σε ένα μικρό, τροφοδοτούμενο από την μπαταρία επίθεμα που φοριέται στον κορμό του χρήστη και στέλνει τα δεδομένα μέσω Bluetooth στο smartphone του ιατρού ή σε μέλος της οικογένειάς του.

Το *έξυπνο χάπι με κάμερα* χρησιμοποιείται στην ενδοσκόπησης κάψουλας. Αν καταπιεί κάποιος ένα έξυπνο χάπι με κάμερα μίας χρήσης μπορεί να πάρει φωτογραφίες υψηλής ταχύτητας του εντερικού σωλήνα αντί να έχει μια επεμβατική διαδικασία κολονοσκόπησης. Απευθύνεται σε ασθενείς που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να υποβληθούν σε τυπικές κολονοσκοπήσεις λόγω προβλημάτων ανατομίας, προηγούμενης χειρουργικής επέμβασης ή διαφόρων παθήσεων του παχέος εντέρου. Η Scripps Health δημιούργησε νανοαισθητήρες που μπορούν να μεταφέρονται στην κυκλοφορία του αίματος και να στείλουν μηνύματα σε ένα smartphone, ειδοποιώντας τον χρήστη για σημεία λοίμωξης, επικείμενη καρδιακή προσβολή ή άλλα καρδιαγγειακά προβλήματα. [49] [50].

3.1.4 Υγεία και φυσική κατάσταση

Στον τομέα της γυμναστικής, έχουμε τα έξυπνα ρολόγια ή συσκευές fitness trackers που παρακολουθούν την καθημερινή δραστηριότητα και εξάγουν συμπεράσματα για την φυσική κατάσταση ενός ατόμου.

Ένα έξυπνο ρολόι περιλαμβάνει λειτουργίες όπως συνδεσιμότητα με ένα smartphone, αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρο και οθόνη παρακολούθησης καρδιακού ρυθμού [51]. Επιπλέον, τα μηχανήματα γυμναστικής είναι σε θέση να φέρουν αισθητήρες για την μέτρηση του των ασκήσεων που εκτελούνται. Ένα ρολόι δρομέα με ενσωματωμένο GPS, ένα ρολόι triathlon, καταγράφει επίσης τον χρόνο επαφής με το έδαφος, το μήκος του βήματος και τον εκτιμώμενο χρόνο αποκατάστασης που απαιτείται μετά από μια προπόνηση.

Θωρακική λωρίδα HRM που φοριέται μόνο κατά τη διάρκεια της άσκησης εκτιμά ακόμη και την μέγιστη εκτίμηση VO₂ και το όριο γαλακτικού οξέος. Είναι ασύρματα (μέσω Bluetooth ή ANT+) συνδέεται με ένα συμβατό ρολόι λειτουργίας, έτσι ώστε να έχετε δεδομένα καρδιακού ρυθμού σε πραγματικό χρόνο, ενώ βρίσκεστε σε κίνηση.

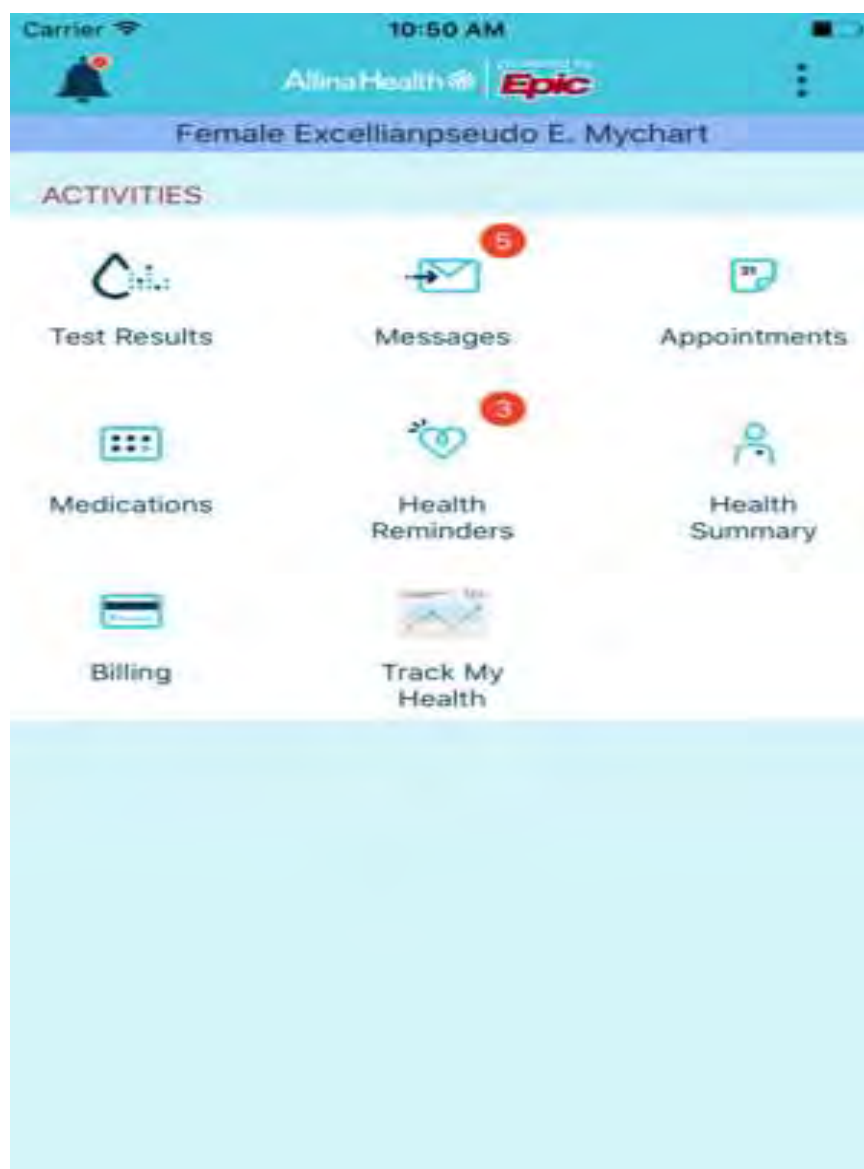
3.1.5 Εφαρμογές e-health

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιαστούν κάποιες δημοφιλείς εφαρμογές e-health.

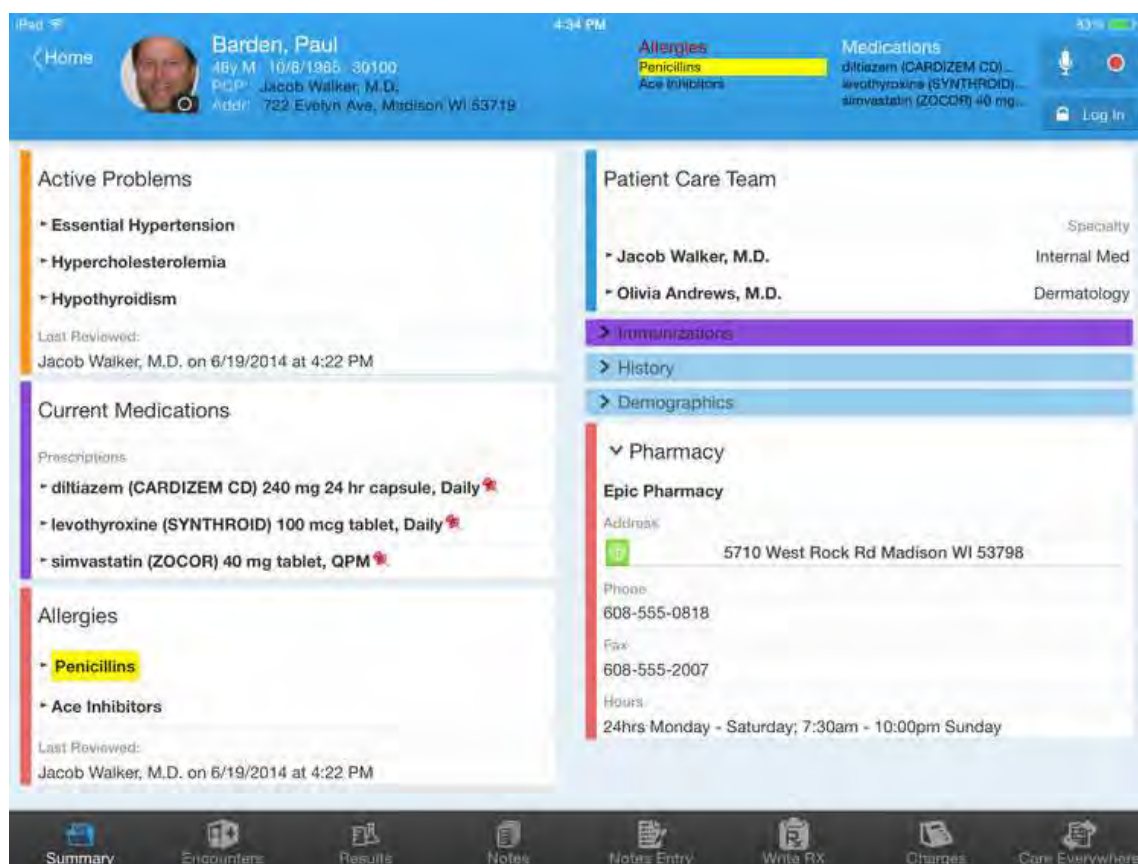
Epic App Store

Η εταιρεία Epic έχει αναπτύξει για τις Εταιρείες Υγείας Cerner, Orion το καινούριο Epic App Store, που δίνει τη δυνατότητα στους ασθενείς και τους φροντιστές υγείας με τη

χρήση των έξυπνων κινητών συσκευών τους (smartphones και tablets) να διατηρούν ηλεκτρονικές πύλες (portals) για τους ασθενείς, να συμπληρώνουν με πληροφορίες και δεδομένα τους ιατρικούς φακέλους, και γενικά να διατηρούν κατανοητά, μετακινήσιμα, διαλειτουργικά συστήματα ιατρικών φακέλων. Επιπλέον, θα δίνεται η δυνατότητα στις συσκευές των καταναλωτών να ενημερώνουν τους ηλεκτρονικούς ιατρικούς φακέλους σε πραγματικό χρόνο. Τους δίνεται η δυνατότητα να δημιουργήσουν κατανοητές και μεταφέρσιμες καταγραφές υπό τον έλεγχο των ασθενών. Τα δεδομένα και η μετάδοση τους (σε όσο το δυνατόν πιο πραγματικό χρόνο) είναι πρωταρχικός στόχος αυτής της εφαρμογής. Παρακάτω, Εικόνα 20 και Εικόνα 21, βλέπουμε απεικόνιση του Epic App Store.



Εικόνα 20 Epic App Menu



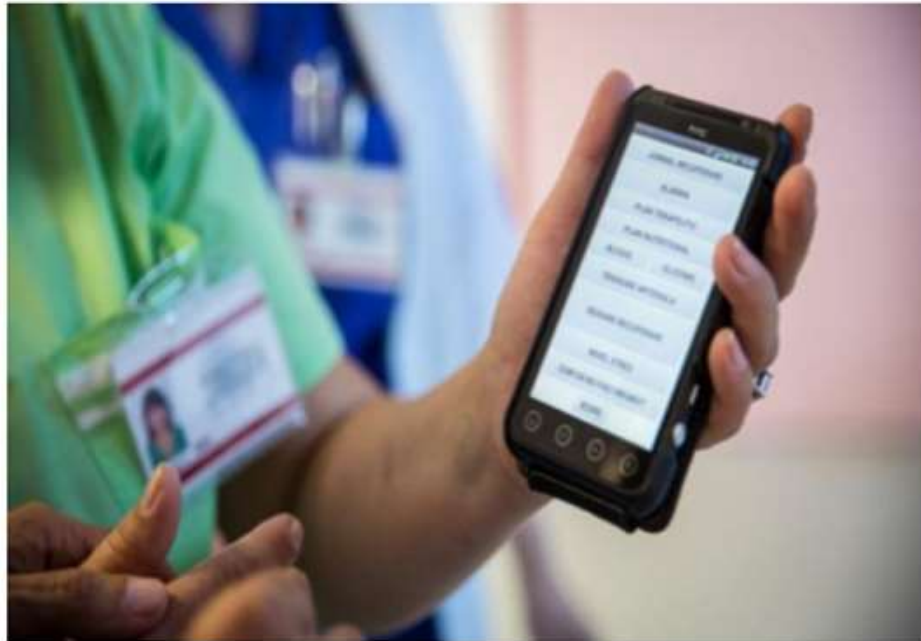
Εικόνα 21 Epic App Καρτέλα Ασθενή

Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα αυξανόμενης πρόσβασης σε υπηρεσίες υγείας, φιλικές προς τον ασθενή, προσαρμόσιμες στο προφίλ του κάθε χρήστη. Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να μειώσουν δραστικά τις δαπάνες στον τομέα της υγείας, αποφεύγοντας αχρείαστες επισκέψεις σε νοσοκομεία για θέματα πρωτοβάθμιας ιατρικής φροντίδας και περίθαλψης, με την έγκαιρη διαλογή αποτελεσμάτων και γρήγορη διάγνωση.

CardioStar

Η εφαρμογή CardioStar αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος FISTAR (Future Internet Social and Technological Alignment). Οι φορείς οι οποίοι συμμετείχαν στο πρόγραμμα ήταν το τμήμα Καρδιολογίας του Νοσοκομείου Έκτακτων Αναγκών «Bagdasar-Arseni» και το Πανεπιστήμιο Ιατρικής και Φαρμακευτικής «Carol-Davila». Η εφαρμογή CardioStar είναι μία λύση τηλεϊατρικής από το σπίτι η οποία εστίασε στην αποκατάσταση των ασθενών που έπασχαν από οξεία καρδιαγγειακά συμβάντα. Έτσι αναπτύχθηκε μια εφαρμογή για κινητά - η CardioStar - που σχεδιάστηκε αρχικά για άτομα που μιλούν Ρουμανικά. Η εφαρμογή αυτή είναι σε θέση να αναγνωρίζει τις ηλεκτρονικές συσκευές που προσφέρει το νοσοκομείο σε κάθε ασθενή για παρακολούθηση

και καταγραφή από το σπίτι των ζωτικών παραμέτρων και φυσικά τη μετάδοση τους στον κεντρικό server από το νοσοκομείο σε πραγματικό χρόνο (Εικόνα 23). Αυτός ο κεντρικός server εποπτεύεται από έναν γιατρό όλη την ώρα, έτσι ώστε κάθε ιατρικό πρόβλημα να μπορεί να προσεγγιστεί αμέσως (Εικόνα 22). [87]



Εικόνα 22 CardioStar Mobile Device



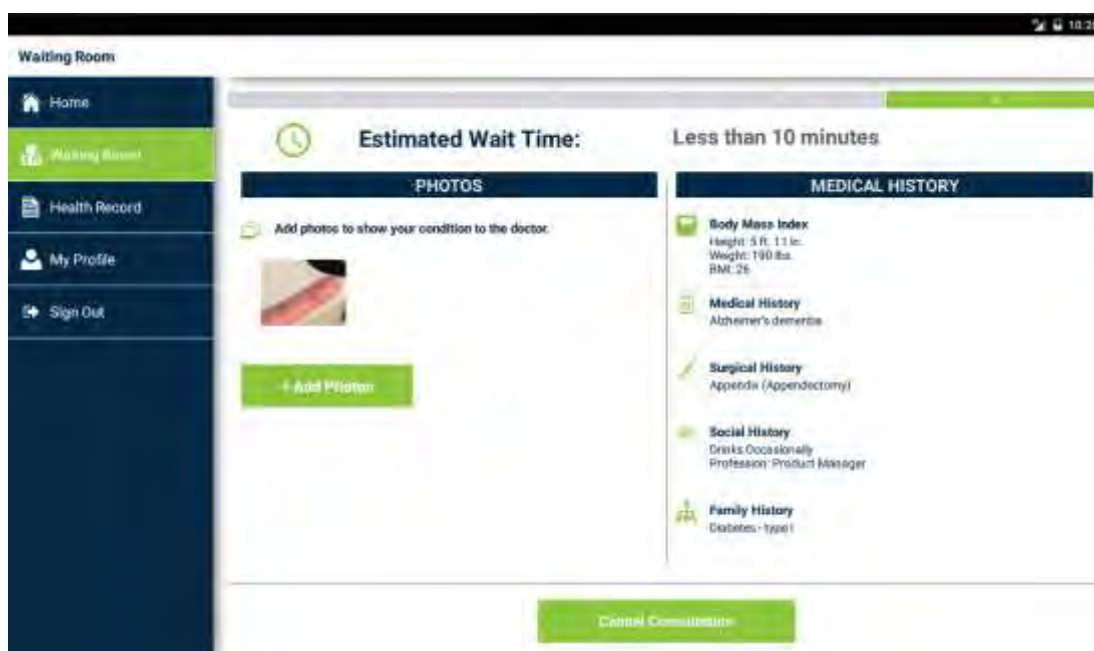
Εικόνα 23 Ο κεντρικός Server

VideoDoc

Η κατ'οίκον VideoDoc, Εικόνα 24, λύση της Health Net Connect επιτρέπει στους επαγγελματίες της υγείας να πραγματοποιούν εξαιρετικά αποδοτικές, και εικονικές κλήσεις από το σπίτι για να ελέγξουν την κατάσταση υγείας των ασθενών τους. Αυτή η μέθοδος παρακολούθησης κρίνεται εξαιρετικά αποτελεσματική στην παρακολούθηση ασθενών ευπαθών ομάδων (π.χ. ηλικιωμένοι ασθενείς) που έχουν πάρει πρόσφατα εξιτήριο από το νοσοκομείο αλλά εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν προβλήματα υγείας), οι έγκυες γυναίκες οι οποίες χρειάζονται ξεκούραση και παραμονή στο κρεβάτι, και οι υποψήφιοι μεταμόσχευσης καρδιάς που πάσχουν από μυοκαρδιοπάθεια (διευρυμένη καρδιά). Η λύση έχει σχεδιαστεί από την οπτική ενός γιατρού και γι' αυτό το λόγο, η διεπαφή χρήστη έχει σχεδιαστεί για να είναι όσο πιο ρεαλιστική γίνεται, (Εικόνα 25). Οι γιατροί απλά κάνουν κλικ στα κουμπιά στην αριστερή πλευρά της οθόνης για να αποκτήσουν πρόσβαση στις διαφορετικές ενότητες. Τα skins και τα κουμπιά είναι παραμετροποιημένα. Για παράδειγμα, ένα κουμπί θα μπορούσε να μεταβιβάσει τον πάροχο στο κέντρο δεδομένων ενός ασθενή, ένα άλλο να ξεκινήσει μια συνεδρία βίντεο, και ένα τρίτο να ελέγχει μια κάμερα 360 μοιρών που θα βρίσκεται δίπλα από το κρεβάτι. Οι ασθενείς λαμβάνουν μία συμβατή (διαθέτει ενσωματωμένη βιντεοκάμερα, μικρόφωνο, ηχείο) έξυπνη κινητή συσκευή η οποία έχει προεγκατεστημένη τη εφαρμογή. Η χρήση της δεν απαιτεί εξειδικευμένες ψηφιακές δεξιότητες και είναι εξίσου απλή όσο η χρήση ενός μηχανήματος ανάληψης χρημάτων ATM. Όταν οι ασθενείς θα καταγράψουν τις μετρήσεις τους στο σπίτι, με την επιλογή ενός κουμπιού φορτώνονται τα δεδομένα και είναι διαθέσιμα στον επιβλέποντα ιατρό για διάγνωση. [90]



Εικόνα 24 VideoDoc



Εικόνα 25 Διεπαφή VideoDoc

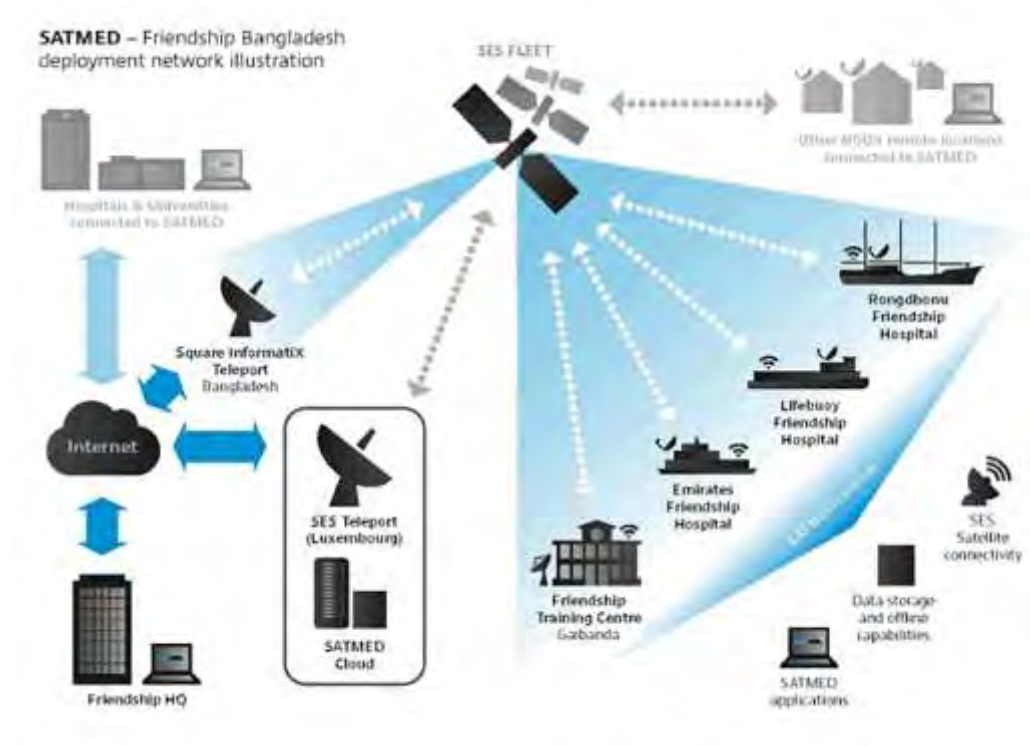
Τηλεϊατρική Πλατφόρμα SATMED

Η εταιρεία SES συνεργάζεται πέραν της κυβέρνησης του Λουξεμβούργου, με 5 μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ) (τη Friendship Luxembourg, τη Medicines Sans Frontiers (Γιατροί Χωρίς Σύνορα) και τη Fondation Follerau, την Archemed και τη German Doctors). Αυτές σε συνεργασία με την SES είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη της πλατφόρμας SATMED μίας τηλεϊατρικής πλατφόρμας που σχεδιάστηκε από την SES TechCom και υποστηρίζεται από την κυβέρνηση του Λουξεμβούργου και του Υπουργού Συνεργασίας και Ανθρωπιστικής Δράσης. Η SATMED είναι μια πλατφόρμα η οποία στηρίζεται σε επικοινωνία μέσω δορυφόρου και έχει ως κύριο στόχο τη βελτίωση της δημόσιας υγείας στις αναδυόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες. Η πρώτη δοκιμή αυτής της πλατφόρμας έγινε στη Σιέρα Λεόνε της Αφρικής, για την υποστήριξη του αγώνα κατά του ιού του Έμπολα. Η πλατφόρμα SATMED διαθέτει μια σειρά από εργαλεία, έχει διεπαφή φιλική προς το χρήστη (Εικόνα 26), είναι συμβατή με μια σειρά από λειτουργικά συστήματα και μπορεί να λειτουργήσει παράλληλα με τις περισσότερες εφαρμογές διαχείρισης αρχείων ηλεκτρονικής-υγείας, αρχείων εικόνας, e-συμβουλών, e-learning, περιεχομένου, τηλεδιάσκεψης και εποπτείας των χρηματοοικονομικών της ηλεκτρονικής υγείας. Λόγω του ότι η πλατφόρμα SATMED στηρίζεται σε τεχνολογία νέφους δεν είναι υψηλό το κόστος

συντήρησης και επέκτασης. Με τη χρήση της πλατφόρμας SATMED επιτρέπεται η επικοινωνία και ανταλλαγή γνώσεων ανάμεσα στους γιατρούς με αποτέλεσμα την μεταφορά και την ανταλλαγή της ιατρικής γνώσης και την υποστήριξη εργαλείων ιατρικής τηλεθέασης και αυτοδιδασκαλίας (Εικόνα 27).[91]



Εικόνα 26 Πλατφόρμα SATMED



Εικόνα 27 Πλατφόρμα SATMED Friendship Bagladesh deployment network

3.2 Έξυπνο σπίτι

Έξυπνο σπίτι είναι ένα σπίτι που είναι εξοπλισμένο με "έξυπνα προϊόντα" συνδεδεμένα στο διαδίκτυο μέσω WiFi, Bluetooth ή παρόμοια πρωτόκολλα για τον έλεγχο, την αυτοματοποίηση και τη βελτιστοποίηση λειτουργιών όπως θερμοκρασία, φωτισμό, ασφάλεια, από ένα smartphone, ένα tablet, έναν υπολογιστή ή ένα ξεχωριστό σύστημα μέσα στο ίδιο το σπίτι. Είναι δυνατόν να έχουμε έλεγχο από απόσταση όλων των οθονών οικιακών ενεργειών μέσω του Διαδικτύου ενσωματώνοντας ένα απλό περιβάλλον εργασίας(Εικόνα 28).



Εικόνα 28 Έξυπνο σπίτι

Στο έξυπνο σπίτι οι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον (συνθήκες φωτός, θερμοκρασίας, υγρασίας, αερίων και πυρκαγιάς). Ένας πολλαπλός αισθητήρας συνδυάζει διάφορους αισθητήρες σε μία συσκευή με δυνατότητες που περιλαμβάνουν κίνηση, θερμοκρασία, φωτισμό, υγρασία, δόνηση και υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτά τα δεδομένα τροφοδοτούν ένα συσσωρευτή περιβάλλοντος, ο οποίος τα προωθεί στον μηχανισμό εξυπηρέτησης που είναι γνωστός στο πλαίσιο. Αυτός επιλέγει υπηρεσίες βάσει του πλαισίου. Όλες οι συσκευές ελέγχονται από έναν κύριο ελεγκτή αυτοματισμού στο σπίτι. Αυτός ελέγχει και παρακολουθεί τις διασυνδεδεμένες συσκευές όπως βύσματα, φώτα, αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας, ανιχνευτές καπνού, αερίου και πυρκαγιάς καθώς και συστήματα έκτακτης ανάγκης και ασφάλειας. Τα σύγχρονα συστήματα χρησιμοποιούν το SNMP για καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι περισσότερες από αυτές τις συσκευές δυσλειτουργούν.

Η φυσική συνδεσιμότητα μεταξύ των συσκευών παρέχεται από ειδικά ασύρματα δίκτυα οπτικών ινών, ethernet, ARCNET, RS-232, RS-485 ή ασύρματο δίκτυο ειδικού σκοπού χαμηλού εύρους ζώνης. Τα σύγχρονα συστήματα βασίζονται σε ετερογενή δικτύωση πολλαπλών πρωτοκόλλων βασισμένη σε πρότυπα όπως IEEE 1905.1 για τη δημιουργία τεχνολογιών δικτύωσης δικτύου, ασύρματου δικτύου, ομοαξονικού καλωδίου και Ethernet και επαληθεύεται από το σήμα ελέγχου nVoy που είναι το πρόγραμμα πιστοποίησης για το IEEE 1905.1.

Το πρότυπο IEEE 1901. επιτρέπει στους καταναλωτές και τους παρόχους υπηρεσιών να συνδυάζουν τις δυνατότητες διαφορετικών δικτύων για τη μεγιστοποίηση της συνολικής απόδοσης και αξιοπιστίας ενός οικιακού δικτύου. Εξυπηρετεί τις συσκευές επικοινωνίας υψηλής ταχύτητας, συσκευές ευρυζωνικής γραμμής ισχύος (BPL), μέσω γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας, ethernet, ασύρματα δίκτυα υψηλού εύρους ζώνης όπως LTE και IEEE 802.11n και IEEE 802.11. Χρησιμοποιούνται συχνότητες μετάδοσης κάτω από 100 MHz.

Τα πρωτόκολλα επικοινωνιών οικιακού αυτοματισμού είναι Bluetooth ,GSM , ZigBee , WiFi και X10 (107). Το Zigbee και το Z-Wave είναι δύο από τα πιο κοινά πρωτόκολλα, μικρής εμβέλειας, το Z-Wave έχει 30 μέτρα και το Zigbee 10 μέτρα και χαμηλής ισχύος για τη σύνδεση έξυπνων οικιακών συστημάτων. Στην Ευρώπη, το Instabus γίνεται ένα αναγνωρισμένο πρωτόκολλο έξυπνης οικιακής τεχνολογίας για ψηφιακή επικοινωνία μεταξύ έξυπνων συσκευών. Δύο από τα γνωστότερα συστήματα smart home είναι το, Insteon Hub και το Samsung .

3.2.1 Λύσεις για το έξυπνο σπίτι

Τα πιο κοινά στοιχεία ενός συστήματος αυτοματισμού στο σπίτι είναι:

Φωτισμός: Οι αισθητήρες μπορούν να ενεργοποιήσουν ένα μόνο φως, μια ομάδα φώτων ή κάθε φως. Οι αισθητήρες κίνησης μπορούν να συνδεθούν με τον φωτισμό ή τον θερμοστάτη για να βοηθήσουν στον έλεγχο της χρήσης ενέργειας σε ένα δωμάτιο με βάση την πληρότητα του δωματίου, π.χ. θα σβήσει τα φώτα αν δεν βρίσκεται κανείς στο δωμάτιο . Τα φώτα μπορούν να ρυθμιστούν στο επιθυμητό επίπεδο σε κάθε θέση. Οι λυχνίες LED Hue της Philips προσφέρουν εφέ φωτισμού σε σχεδόν οποιοδήποτε συνδυασμό χρωμάτων και φωτεινότητας ,μπορούν να ελεγχθούν έως και 50 φώτα σε μια γέφυρα (η οποία συνδέει τα φώτα στο τηλέφωνό) και να προσαρμόσουν τον φωτισμό ανάλογα με τις ανάγκες.

Σκιάσεις / περσίδες: Μηχανοκίνητα μοντέλα μπορούν να ανταποκριθούν σε εντολές από το σύστημα αυτοματισμού.

HVAC (Θέρμανση, Εξαερισμός, Κλιματισμός) : Ο έλεγχος (HVAC) δίνει την δυνατότητα ορισμού κάποιων ορίων (thresholds). Για παράδειγμα πάνω από 28° C βαθμούς επιτρέπεται η αυτόματη ενεργοποίηση του AC (air condition) ή απενεργοποιείται η συσκευή απομακρυσμένα κ.α.. Οι έξυπνοι θερμοστάτες, όπως το Nest, διαθέτουν ενσωματωμένο WiFi, επιτρέποντας στους χρήστες να προγραμματίζουν, να παρακολουθούν και να ελέγχουν εξ αποστάσεως τη θερμοκρασία του σπιτιού. Αυτές οι συσκευές μαθαίνουν επίσης τις συμπεριφορές των ιδιοκτητών σπιτιού και τροποποιούν αυτόματα τις ρυθμίσεις, παρέχοντας στους κατοίκους μέγιστη άνεση και αποτελεσματικότητα.

Η έξυπνη συσκευή GLAS, με διάφανη οθόνη αφής, χρησιμοποιεί τόσο την τεχνολογία της Microsoft σε interfaces αφής, το IoT core, όσο και την τεχνολογία αναγνώρισης φωνής της Cortana. Το GLAS μπορεί να “καταλάβει” αν υπάρχουν άτομα στο κάθε δωμάτιο, ώστε να μεταβάλλει τις ρυθμίσεις καταλλήλως, ενώ ταυτοχρόνως παρακολουθεί και αναλύει την ποιότητα του αέρα, τόσο εσωτερικά όσο και στο εξωτερικό του σπιτιού. Μπορεί να ανοίξει τον εξαερισμό αυτομάτως, αν η ποιότητα του εσωτερικού αέρα πέσει κάτω από τα αποδεκτά όρια, αλλά και να ενεργοποιήσει τα συστήματα θέρμανσης ή ψύξης. Το GLAS μπορεί μέχρι και να πάρει στοιχεία από το ημερολόγιο και επιτρέπει (και) τη διαχείριση του ημερολογίου μέσω της οθόνης. Δέχεται φωνητικές εντολές και η οθόνη του προβάλλει πληροφορίες, όπως θερμοκρασίες εντός και εκτός σπιτιού, πρόγνωση καιρού, καιρικές συνθήκες, ημερολόγιο, ώρα κλπ.

Ασφάλεια : Ένα σύστημα ασφαλείας μπορεί να ενσωματωθεί ως μέρος ενός συστήματος αυτοματισμού στο σπίτι. Με τις έξυπνες κάμερες ασφαλείας, οι κάτοικοι μπορούν να παρακολουθούν τα σπίτια τους από απόσταση. Οι κάμερες θα εντοπίσουν το εξωτερικό του σπιτιού, ακόμη και αν είναι μαύρο. Θα στείλουν μια προειδοποίηση στο smartphone όταν ανιχνεύεται κίνηση γύρω από το σπίτι και μπορεί να δει κανείς τη διαφορά ανάμεσα σε κατοικίδια ζώα και διαρρήκτες. Χρησιμοποιώντας έξυπνες κλειδαριές και ανοιγόμενες πόρτες γκαράζ, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επιτρέψουν ή μη την πρόσβαση στους επισκέπτες. Οι κλειδαριές θυρών και οι πόρτες γκαράζ μπορούν να ανοίξουν αυτόματα καθώς προσεγγίζει το smartphone. Οι έξυπνες κλειδαριές μπορούν επίσης να εντοπίσουν όταν οι κάτοικοι πλησιάζουν και ξεκλειδώνουν τις πόρτες για αυτούς. Ορισμένες έξυπνες κλειδαριές είναι συμβατές με έξυπνα οικιακά οικοσυστήματα όπως το Nest, το Apple HomeKit και το Wink. [52]

Ανίχνευση Φωτιάς /CO: Ένας ανιχνευτής μονοξειδίου του άνθρακα μετρά τα

επίπεδα CO στον αέρα και προειδοποιεί αν τα επίπεδα είναι επικίνδυνα. Ο αισθητήρας Sensirion ανιχνεύει τον καπνό και το CO, αλλά μπορεί επίσης να παρακολουθεί τη συνολική ποιότητα αέρα στο σπίτι, ρύπους όπως σκόνη, αιθάλη, γύρη, θερμοκρασία, υγρασία, ακινησία αέρα και να ενεργοποιεί ειδοποιήσεις και συναγερμούς στο σπίτι.

Ψυχαγωγία: Καλή υποδοχή κάθε βράδυ με μουσική της επιλογής. Οι έξυπνες τηλεοράσεις συνδέονται στο Διαδίκτυο για πρόσβαση στο περιεχόμενο μέσω εφαρμογών, όπως βίντεο και μουσική κατά παραγγελία. Ορισμένες έξυπνες τηλεοράσεις περιλαμβάνουν επίσης αναγνώριση φωνής ή χειρονομίας.

Ανίχνευση διαρροής/υγρασίας: Οι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν γύρω από θερμοσίφωνες, πλυντήρια πιάτων, ψυγεία, νεροχύτες, αντλίες φρεατίων και οτιδήποτε κινδυνεύει με διαρροή νερού. Οι αισθητήρες συνδέονται με τον κεντρικό έξυπνο κόμβο και μπορούμε να δούμε την κατάσταση μιας συσκευής στο τηλέφωνο ή το tablet. Αν ο αισθητήρας ανιχνεύσει ανεπιθύμητο νερό, στέλνει ειδοποίηση. Οι περισσότεροι έξυπνοι αισθητήρες έχουν ασύρματη τεχνολογία χαμηλής κατανάλωσης, όπως το Z-Wave.

Η φροντίδα των κατοικίδιων ζώων: Μπορεί να αυτοματοποιηθεί με συνδεδεμένους τροφοδότες. Το Petnet δίνει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες κατοικίδιων ζώων να προγραμματίσουν τους χρόνους σίτισης. Το Whistle παρακολουθεί την τοποθεσία και τη δραστηριότητα του κατοικίδιου από οπουδήποτε και μπορεί να παρακολουθεί την κατάσταση της υγείας του ζώου.

Εξυπνοι μετρητές: Αφορά στην ανάγνωση έξυπνων μετρητών αερίου, νερού, ηλεκτρισμού (AMR), (Εικόνα 29) Τα συστήματα AMR αποτελούνται από μικρούς ραδιοπομπούς χαμηλής ισχύος που συνδέονται με μεμονωμένους μετρητές νερού ή ενέργειας (αέριο, ηλεκτρικό) και αποστέλλουν καθημερινές μετρήσεις κατανάλωσης, διαγνωστικού ελέγχου και κατάστασης από μετρητές σε κεντρική βάση δεδομένων για χρέωση, αντιμετώπιση προβλημάτων και ανάλυση δεδομένων. Η ανάγνωση μετρητών στο IoT αποτελείται από τρία μέρη: τον ελεγκτή, την ανίχνευση κλοπής και το τμήμα WiFi. Το τμήμα ελέγχου, ελεγκτής Arduino, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο σύστημα. Όλες οι πληροφορίες μπορούν να σταλθούν μέσω αυτού στα άλλα μέρη του συστήματος και αποθηκεύει τις πληροφορίες που περιέχει. Το τμήμα WiFi εκτελεί το IoT. Το τμήμα ανίχνευσης κλοπής, αν συμβεί κάτι τέτοιο, θα στείλει την πληροφορία στην εταιρεία και θα διακόψει την παροχή.[80]



Εικόνα 29 Έξυπνοι μετρητές

3.2.2 Έξυπνες εφαρμογές

Samsung

Η εταιρεία τεχνολογίας Samsung έχει αναπτύξει την εφαρμογή SmartThings η οποία διασυνδέει τις οικιακές συσκευές ενός σπιτιού. Η SmartThings (Εικόνα 30) παρέχει στους χρήστες οικιακών συσκευών μια σειρά από ευκολίες όπως αυτόματες κλειδαριές, χρονοδιακόπτες, ηλεκτρικούς διακόπτες ανιχνευτές κίνησης και θερμοστάτες. Εξού και το όνομα, things.[109]. Το SmartThings επιτρέπει στον ένοικο να παρακολουθεί την κατάσταση στο σπίτι από μακριά. Για παράδειγμα, ο ένοικος ρυθμίζει τον θερμοσίφωνα να ζεστάνει το νερό την χρονική στιγμή που επιθυμεί να κάνει μπάνιο ή την καφετιέρα να του ετοιμάσει τον καφέ πριν ακόμα ξυπνήσει κι άλλα πολλά.



Εικόνα 30 Samsung Smart Home

Επιπλέον η Samsung, στα πλαίσια του αυτοματισμού των συστημάτων παρουσίασε μια σειρά από εφαρμογές τις SmartApps[109]. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με όλες τις οικιακές συσκευές αλλά και να τις παραμετροποιεί ανάλογα με τις ανάγκες του λόγω ότι βασίζεται σε ανοιχτή πλατφόρμα. [92]

Microsoft



Εικόνα 31 Microsoft Έξυπνο Σπίτι

Η εταιρεία τεχνολογίας Microsoft από το καλοκαίρι του 2014 έδωσε τη δυνατότητα στην Cortana (ψηφιακός προσωπικός βοηθός) να ελέγχει και να επικοινωνεί με οικιακές συσκευές, ξεκινώντας από τη ρύθμιση του φωτισμού και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (Εικόνα 31). Η Cortana είναι η αντίστοιχη τεχνολογική 'ανταποκρίτρια' της Microsoft με το Now της Google και το Siri της Apple, μόνο που σε αντίθεση με τους ανταγωνιστές της, επιτρέπει σε άλλες εταιρίες να δημιουργήσουν καινούριες εφαρμογές, βασισμένες στο λογισμικό της. Η Cortana εξελίχθηκε τόσο, που να μπορεί να αναγνωρίζει την κατάσταση σε ένα δωμάτιο και να ενημερώνει το χρήστη αν επιθυμεί κάποια αλλαγή ή όχι.[93]

Συσκευή ΕΡΜΗΣ 101

Η ανάπτυξη μιας καινοτομίας από τη futurehome.gr, μιας ηλεκτρονικής συσκευής, με το όνομα ΕΡΜΗΣ 101, Εικόνα 32, η οποία επιτρέπει την συνεργασία ενός κεντρικού ελεγκτή Omni της Leviton με το bus Dupline καθώς και την υποδοχή αναλογικών και ψηφιακών σήματα, την επικοινωνία με κεντρικούς υπολογιστές μέσω Web services για μεταφορά δεδομένων, την επικοινωνία μέσω του Διαδικτύου.



Εικόνα 32 ΕΡΜΗΣ 101

Τα κύρια πλεονεκτήματα μιας συσκευής ΕΡΜΗΣ 101 είναι οι

- Η κατά 20% μείωση του κόστους εγκατάστασης μιας λύσης έξυπνου σπιτιού
- Η απλή διαδικασία εγκατάστασης μιας λύσης έξυπνου σπιτιού (μόνο 15% παραπάνω καλωδίωση)

3.3 Πόλη

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έξυπνη πόλη είναι ένας τόπος όπου τα παραδοσιακά δίκτυα και υπηρεσίες γίνονται πιο αποτελεσματικά με τη χρήση ψηφιακών και τηλεπικοινωνιακών τεχνολογιών προς όφελος των κατοίκων και των επιχειρήσεων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση επενδύει στην έρευνα και την καινοτομία των ΤΠΕ και αναπτύσσει πολιτικές για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και τη βελτίωση της βιωσιμότητας των πόλεων ενόψει των 20-20-20 στόχων της Ευρώπης[55].

3.3.1 Χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης.

Για να θεωρηθεί μια πόλη έξυπνη, πρέπει να υιοθετήσει μια "έξυπνη" νοοτροπία.

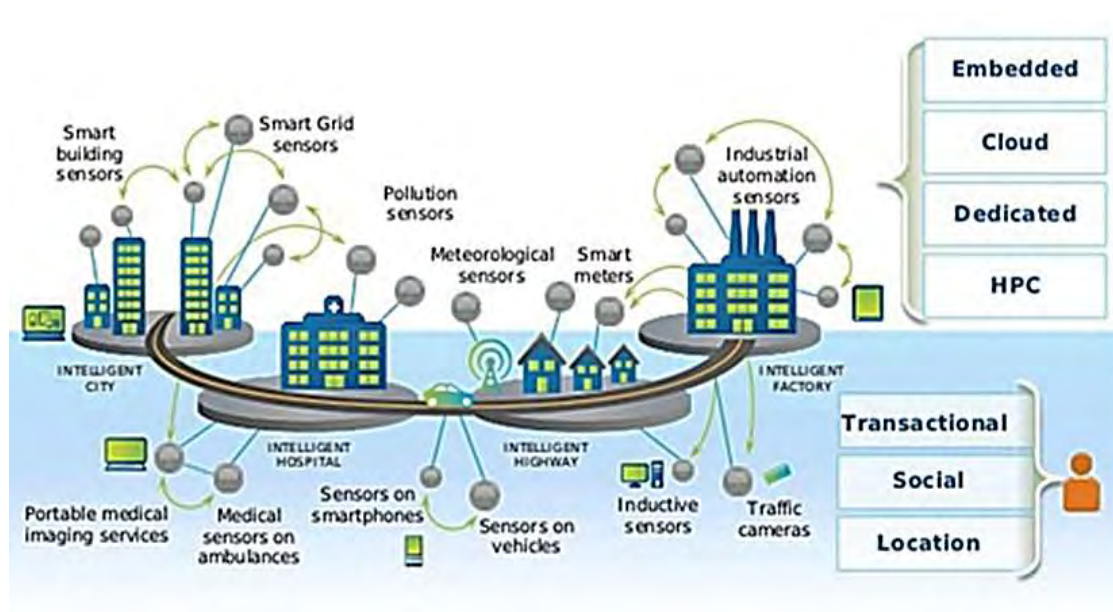
- Δεδομένα στην υπηρεσία των πολιτών: Η ευφυής επεξεργασία δεδομένων βασίζεται στις αρχές της συμμετοχής και της διαφάνειας. Η ανάληψη δράσης ανταποκρίνεται στις

προσδοκίες και τα συμφέροντα των πολιτών. Δεν είναι ούτε ενοχλητικό ούτε μέσο ελέγχου της ιδιωτικής ζωής.

- Για να είναι έξυπνη, η πόλη χρειάζεται αρκετά *data projects* που αφορούν διάφορους αστικούς φορείς. Η πόλη του Παρισιού, για παράδειγμα, εκτελεί ένα πειραματικό έργο για τη μέτρηση της κίνησης καθώς και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ηχορύπανσης στον κυκλοφοριακό κύκλο Place de la Nation. Αυτά τα δεδομένα είναι διαθέσιμα στην πύλη Open Data της πόλης.
- Να είμαστε σε επαγρύπνηση σχετικά με την έννοια της χρονικής ευαισθησίας των δεδομένων στην έναρξη και την πρόβλεψη των ενεργειών. Η πρόβλεψη της ανάπτυξης μιας πόλης ή της ποιότητας ζωής των πολιτών δεν καθορίζεται με βάση τα ίδια δεδομένα με εκείνα που αφορούν την πρόληψη ατυχημάτων ή την κυκλοφορία της κυκλοφορίας. [56], [57]

3.3.2 Λύσεις για την έξυπνη πόλη

Οι λύσεις αυτές επηρεάζουν κρίσιμα σημεία διαβίωσης στις μεγάλες πόλεις και αφορούν: (Εικόνα 33)



Εικόνα 33 Έξυπνη Πόλη

Τα έξυπνα συστήματα στάθμευσης : Χρησιμοποιούν αισθητήρες για να ανιχνεύσουν εάν οι θέσεις στάθμευσης είναι ελεύθερες. Αυτά τα δεδομένα φορτώνονται σε κεντρικό εξυπηρετητή και ειδοποιούν τους οδηγούς όταν εμφανίζεται ελεύθερη θέση στάθμευσης.

Το σύστημα αισθητήρων. μπορεί να συνδεθεί με την ευρωπαϊκή ζώνη 868 MHz και για τη ζώνη 900-930 MHz (ΗΠΑ / Καναδάς). Ένα από τα συστήματα, το Smart Parking από τη Libelium, περιλαμβάνει συσκευή στάθμευσης - με LoRaWAN και Sigfox.

Ευφυή συστήματα μεταφορών: Βοηθούν στον συντονισμό των δημόσιων συγκοινωνιών και παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Τα έξυπνα ταξί βοηθούν τους πελάτες, επιτρέποντάς τους να κάνουν κράτηση αυτοκινήτου με μια εφαρμογή, ενώ χρησιμοποιούν τη θέση τους για να βρουν την πιο γρήγορη διαδρομή τους διαθέσιμη.

Εφαρμογές για την ασφάλεια των οδηγών: Πρωταρχικός σκοπός αυτής της κατηγορίας των εφαρμογών είναι η μελέτη της οδηγικής συμπεριφοράς των οδηγών και η πρόληψη συμπτωμάτων των οδηγών όπως η υπνηλία, η κούραση, η ζάλη, η μέθη κ.α. Για την εύρεση των παραπάνω συμπτωμάτων κατάλληλες είναι οι τεχνικές ανίχνευσης προσώπου, κίνησης ματιών, αναγνώρισης εκφράσεων προσώπου και αισθητήρες πίεσης στο τιμόνι (για να μετρηθεί η πρόσφυση των χεριών του οδηγού στο σύστημα διεύθυνσης). Η τεχνολογία ADAS μπορεί να ανιχνεύσει αντικείμενα, να τα ταξινομήσει, να ειδοποιήσει τον οδηγό για επικίνδυνες οδικές συνθήκες και σε ορισμένες περιπτώσεις να επιβραδύνει ή να σταματήσει το όχημα. Είναι εξαιρετικό για εφαρμογές όπως η παρακολούθηση τυφλών σημείων, η βοήθεια στην αλλαγή λωρίδων και οι προειδοποιήσεις μετωπικής σύγκρουσης. Οι υπολογιστές αυτοκινήτων NVIDIA DRIVE™ PX AI χρησιμοποιούν τις βιβλιοθήκες βαθιάς μάθησης και λογισμικού για εφαρμογές με εντατικούς αλγόριθμους για ανίχνευση αντικειμένων, εντοπισμό χαρτών και προγραμματισμό διαδρομής. Έτσι το ADAS ενός οχήματος μπορεί να διακρίνει ένα αστυνομικό αυτοκίνητο από ένα ταξί, ένα ασθενοφόρο από ένα φορτηγό παράδοσης, ή ένα σταθμευμένο αυτοκίνητο από ένα που πρόκειται να βγει στην κυκλοφορία. Μπορεί ακόμη και να επεκτείνει αυτή την ικανότητα να εντοπίζει τα πάντα από τους ποδηλάτες στο πεζοδρόμιο μέχρι τους αφηρημένους πεζούς.

Έξυπνα φανάρια: Σε αυτήν την κατηγορία των εφαρμογών πρωταρχικοί στόχοι είναι η ανίχνευση της ροής της κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση. Τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται αναλύονται σε πραγματικό χρόνο και αποστέλλονται σε γειτονικά φανάρια ή κεντρικό ελεγκτή. Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για την βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας και αποφυγή συμφόρησης. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, τα φανάρια μπορούν να δώσουν προτεραιότητα στο ασθενοφόρο και ενημερώνονται επίσης τα γειτονικά φανάρια γι' αυτό.

Έξυπνος φωτισμός και έξυπνη αστυνόμευση: Ο έξυπνος αστικός φωτισμός θα μειώσει την κατανάλωση ενέργειας ρυθμίζοντας την ένταση του φωτός ανάλογα με τα άτομα που

βρίσκονται ή να τα κλείνει όταν κανείς δεν βρίσκεται στο δρόμο. Περιλαμβάνει αισθητήρες κίνησης, κάμερες, αισθητήρες φωτός και πύλες συνδεδεμένες στο διαδίκτυο, που θα συλλέγουν τα δεδομένα των αισθητήρων και θα τα στέλνουν στους διακομιστές. Μπορεί να συλλάβει την εικόνα του ατόμου που περπατάει κοντά στο φως του δρόμου και το στέλνει στον server για αναγνώριση. Εάν το πρόσωπο αυτό ενδιαφέρει (εγκληματίας ή τρομοκράτης), τότε το σύστημά μας μπορεί να στείλει ειδοποιήσεις στο αστυνομικό τμήμα και σε άλλους οργανισμούς [55]

Οι έξυπνοι κάδοι και η διαχείριση σκουπιδιών: Θα αυξήσουν την αποτελεσματικότητα της συλλογής αποβλήτων αφήνοντας τις πόλεις καθαρότερες. Η SmartBin εγκατέστησε αισθητήρες στάθμης πλήρωσης στα καπάκια των δοχείων απορριμμάτων, για την παρακολούθηση της ποσότητας απορριμμάτων σε κάθε κάδο απορριμμάτων. Με αυτές τις πληροφορίες, η Cogio σχεδίασε τις διαδρομές παραλαβής των κάδων που ήταν σχεδόν γεμάτοι, μειώνοντας τους χρόνους μεταφοράς τους, το κόστος και τις δαπάνες καυσίμων με τη χρήση ασύρματης τεχνολογίας επικοινωνίας μηχανής προς μηχανή (M2M). Το σύστημα παρακολούθησης συνδέεται με ένα δίκτυο αισθητήρων που μπορούν να "μιλούν" - ή να μοιράζονται πληροφορίες - μεταξύ τους για να καθορίσει ποιοι κάδοι απορριμμάτων είναι γεμάτοι και χωρίς καμία ανθρώπινη αλληλεπίδραση, θα καλέσει αυτόματα για παραλαβή.

Διαφημιστικές πινακίδες: Όλες οι αστικές διαφημίσεις θα είναι πλέον προσαρμοσμένες σε κάθε πολίτη, βοηθώντας προσωπικά τους πελάτες να βλέπουν και να αγοράζουν τα πράγματα που τους αρέσουν με τα κλικ της εφαρμογής από την σήμανση.

Έλεγχος της ποιότητας του αέρα: Το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας Αέρα σε Πραγματικό Χρόνο αποτελεί σημαντικό στοιχείο κάθε έξυπνης πόλης. Η SensorInsight δημιούργησε το κιτ δείκτη ποιότητας αέρα (AQI). Αυτή η συσκευή IoT έγινε σε συνδυασμό με την εταιρεία αισθητήρων Libelium που ελέγχουν την παρουσία διαφόρων ρύπων, σωματιδίων, αερίων θερμοκηπίου και άλλων παραγόντων ποιότητας του αέρα όπως: Διοξείδιο του άνθρακα, Μεθάνιο, Μονοξείδιο του άνθρακα, Διοξείδιο του αζώτου, Όζον σε επίπεδο εδάφους, Διοξείδιο του θείου και σωματίδια, θερμοκρασία υγρασία, ατμοσφαιρική πίεση, φωτεινότητα. Τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο συλλέγονται από το κιτ AQI και υποβάλλονται σε ανάλυση. Στη συνέχεια, τα δεδομένα μπορούν να εμφανιστούν σε πίνακα οργάνων, όπου μπορούν να συγκριθούν με το νόμο για το καθαρό αέρα, τα εθνικά πρότυπα ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα (NAAQS) της EPA και τα αειφόρα πρότυπα κατασκευής.

Έλεγχος της ηχορύπανσης: Χρησιμοποιείται η τεχνολογία IoT που συνδέει τους αισθητήρες και συσκευές μικροτσιπ με συνδεσιμότητα WiFi. Τα δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν μεταξύ συσκευών και συλλέγονται σε ένα αποθετήριο που βασίζεται στο νέφος. Οι μετρήσεις της ηχορύπανσης μπορούν να εμφανιστούν στο διαδίκτυο μέσω των κανονικών προγραμμάτων, παρέχοντας έναν εύκολο τρόπο για να δούμε τα επίπεδα θορύβου. [58]

Οι έξυπνοι αυτοκινητόδρομοι: Είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει δρόμους που χρησιμοποιούν αισθητήρες και τεχνολογία IoT και καθιστούν την οδήγηση ασφαλέστερη και πιο πράσινη. Κάμερες CCTV που έχουν ήδη αναπτυχθεί στην υποδομή των αυτοκινητοδρόμων. Η εκτέλεση αναλύσεων βίντεο ή ακόμη και η αποθήκευση στις παρυφές και η μεταφορά μόνο των "αποτελεσμάτων" είναι πολύ φθηνότερη.

Οι έξυπνοι δρόμοι μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο στους οδηγούς για τις καιρικές συνθήκες, παγωμένους δρόμους, πληροφορίες κυκλοφορίας, διαθεσιμότητα στάθμευσης, προειδοποιώντας για την εισερχόμενη κυκλοφορία ή τις καταλισθήσεις. Οι έξυπνοι δρόμοι μπορούν επίσης να παράγουν ενέργεια για χρήση σε φώτα δρόμου ή να φορτίζουν ηλεκτρικά οχήματα εν κινήσει. Τα συστήματα παρακολούθησης σε σήραγγες είναι επίσης ευρέως διαδεδομένα σε όλο τον κόσμο. Η ροή αέρα μέχρι την ορατότητα και μια μεγάλη γκάμα αερίων (CO, CO₂, NO₂, O₂, H₂S και PM-10) είναι οι σημαντικότερες παράμετροι για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα μέσα στις σήραγγες.[59]

3.3.3 Το μέλλον των έξυπνων πόλεων στην Ελλάδα

Στα πλαίσια της ανάπτυξης έξυπνων πόλεων στην Ελλάδα κάποιοι δήμοι όπως τα Τρίκαλα, η Χαλκίδα, η Πάτρα και το Ηράκλειο έχουν πρωτοπορήσει και έχουν αναπτύξει εφαρμογές οι οποίες διευκολύνουν τους δημότες τους.

Για παράδειγμα ο δήμος Τρικάλων προσφέρει στους πολίτες υπηρεσίες μέσω μιας πλατφόρμας ηλεκτρονικής διακυβέρνησης Smart Trikala,(Εικόνα 34) όπως:

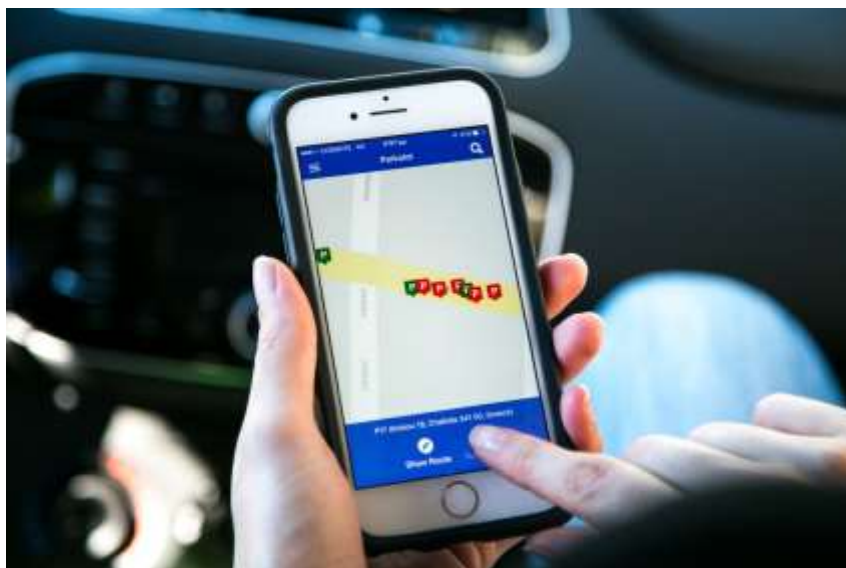
- e-ΚΕΠ (Αυτοματοποιημένο Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολίτη)
- Σύστημα Έξυπνου Φωτισμού,
- Σύστημα Έξυπνης Στάθμευσης,
- Σύστημα παρακολούθησης περιβαλλοντικών συνθηκών,
- Ολοκληρωμένο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) κ.α.



Εικόνα 34 Smart Trikala

Ο δήμος Πάτρας σε συνεργασία με την Cosmote ανέπτυξε την πρώτη εφαρμογή της τεχνολογίας Narrow-Band Internet of Things (NB-IoT) σε επιλεγμένα σημεία στο κέντρο της Πάτρας.

Ο δήμος Χαλκίδας πρωτοπόρησε και ανέπτυξε πιλοτικά «έξυπνες» εφαρμογές στάθμευσης (Εικόνα 35), φωτισμού και μέτρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων σε με ενιαία πλατφόρμα διαχείρισης.



Εικόνα 35 Εφαρμογή Parking e-Χαλκίδα

Ο δήμος Ηρακλείου έχει αναπτύξει μια Στρατηγική Έξυπνης Πόλης που εξυπηρετεί τους παρακάτω βασικούς άξονες:

- Ενέργεια και Περιβάλλον,
- Βιώσιμη Κινητικότητα και Μεταφορές,
- Ανοιχτή και Έξυπνη Διακυβέρνηση,
- Υποδομές Ευρυζωνικότητας, κ.α.

[89] [94]

3.4 Έξυπνη Γεωργία

3.4.1 Κτηνοτροφία

Εντοπισμός ζώων

Με την τεχνολογία RFID γίνεται η καταμέτρηση και η παρακολούθηση των ζώων που σε όλη την έκταση της φάρμας σε πραγματικό χρόνο για την αποτροπή κλοπών. Τα δεδομένα εμφανίζονται στο Internet και είναι διαθέσιμα από κινητό, tablet, pc.

Γονιμότητα

Οι αγελάδες έχουν ένα μικρό χρονικό διάστημα όταν βρίσκονται σε γονιμότητα - μπορεί να είναι οκτώ ώρες το μήνα. Το Moo Monitor ανιχνεύει την υγεία και τη γονιμότητα των αγελάδων. Οι πληροφορίες μπορούν να συλλεχθούν μέσω αισθητήρων σε εύρος 1.000 μέτρων και συνδέονται με μια κινητή συσκευή.

Άρμεγμα

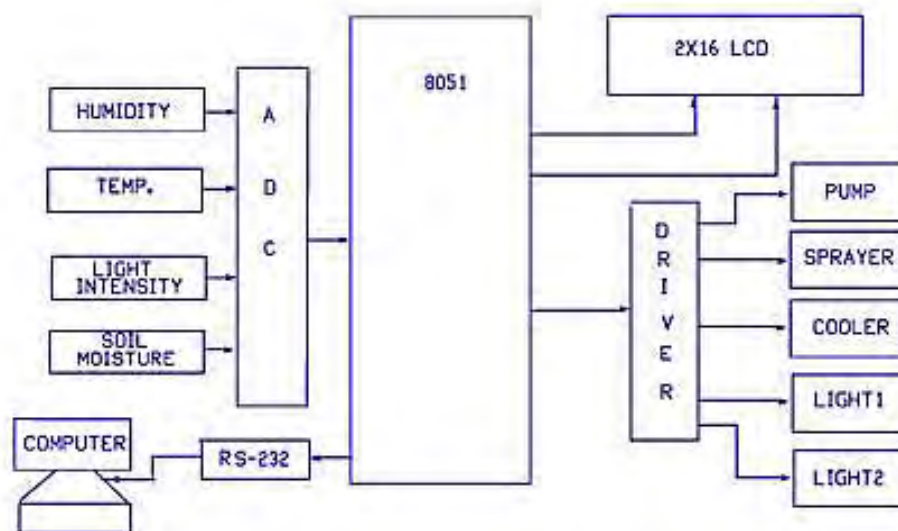
Με βοήθεια από το IoT, ρομπότ αυτοματοποιούν κάθε στάδιο της διαδικασίας αρμέγματος, από τον καθαρισμό των θηλών έως την τοποθέτηση κυπέλλων σε κάθε αγελάδα.

3.4.2 Κηπουρική

Συστήματα παρακολούθησης του θερμοκηπίου

Το σύστημα μέτρησης και ελέγχου του περιβάλλοντος θερμοκηπίου αποτελείται από τερματικό σύνδεσμο, επιχειρηματικό σύνδεσμο και πλατφόρμα υποστήριξης M2M (Εικόνα 36). Οι αισθητήρες καλωδίων μπορούν να συνδεθούν απευθείας με το τερματικό επικοινωνίας και στη συνέχεια να επικοινωνήσουν με την πλατφόρμα υποστήριξης M2M. Οι αισθητήρες ασύρματης επικοινωνίας μπορούν να επικοινωνούν μέσω της ραδιοσυχνότητας της πλατφόρμας υποστήριξης M2M. Η διαχείριση λειτουργίας γίνεται από την πλατφόρμα υποστήριξης υπηρεσιών και το σύστημα παρακολούθησης της γεωργικής παραγωγής μπορεί να αποκτήσει τα δεδομένα πραγματικού χρόνου θερμοκηπίου τα οποία μπορούν να στείλουν στο κινητό τερματικό μέσω της πύλης SMS.

Το δίκτυο Zig-Bee ορίζει τρεις διαφορετικούς τύπους συσκευών: Συντονιστή, Δρομολογητή και End Device. Η θερμοκρασία, η υγρασία, η ένταση του φωτός η υγρασία του εδάφους, μπορούν να παρακολουθούνται μέσω διαφόρων αισθητήρων. Όταν λειτουργεί το σύστημα, ο αισθητήρας θερμοκρασίας μετατρέπει απευθείας το σήμα θερμοκρασίας σε ψηφιακό σήμα και στη συνέχεια διαβάζεται στη μονάδα MCU (Micro Control Unit). Εάν η θερμοκρασία αυξηθεί, θα ενεργοποιήσει τις συσκευές ψύξης. Ο αισθητήρας υγρασίας μπορεί να πάρει τα αναλογικά σήματα από την ανίχνευση υδρατμών του αέρα του θερμοκηπίου ή από την υγρασία του εδάφους που δεν μπορεί να διαβάσει το MCU και οι μετατροπείς από την υγρασία του εδάφους που δεν μπορούν να διαβάσουν το MCU και οι μετατροπείς AD τα μετατρέπουν σε ψηφιακά σήματα. Η αλλαγή της σχετικής υγρασίας (RH) του περιβάλλοντος θα ενεργοποιήσει τον ελεγκτή που με τη σειρά του θα ενεργοποιήσει τους ψεκαστήρες. Ο αισθητήρας φωτός είναι εξαιρετικά ευαίσθητος, καθώς το εύρος ορατού φωτός ενεργοποιεί αυτόματα τα τεχνητά φώτα, όταν το φυσικό φως γύρω από το περιβάλλον δεν επαρκεί. Η μονάδα MCU συλλέγει και επεξεργάζεται συνεχώς τα σήματα και οι ενδείξεις εμφανίζονται στην οθόνη



Εικόνα 36 Το σύστημα μέτρησης και ελέγχου του περιβάλλοντος παραγωγής θερμοκηπίου LCD. Η μονάδα τροφοδοσίας παρέχει ενέργεια για να λειτουργήσει το σύστημα, καθώς και μερικοί άλλοι αισθητήρες όπως ανίχνευσης θερμοκρασίας του νερού, του PH, του CO₂ μπορούν να έχουν πρόσβαση στη διασύνδεση MCU μέσω RS485. Το τερματικό ασύρματης επικοινωνίας είναι ένα μόντεμ GSM που υποστηρίζει το GPRS μια τεχνολογία μεταγωγής πακέτων για δίκτυα GSM. Οι Plantlink και Harvestgeek είναι κάποιες από τις γνωστότερες πλατφόρμες. [60]

Διαχείριση των υδάτων

Το Ola Smarts, βοηθά στην κατασκευή αυτοματοποιημένων συστημάτων άρδευσης για τους αγρότες. Στο έδαφος εισάγεται ένα δίκτυο αισθητήρων για να υπολογισθούν οι ανάγκες άρδευσης στα φυτά, η παρακολούθηση της ζήτησης και η βελτιστοποίηση της χρήσης νερού από απόσταση.

Καταγραφικό Θερμοκρασίας Παγολεκάνης – Ψυκτικών εγκαταστάσεων

Πρόκειται για Web εφαρμογή που διαχειρίζεται σε πραγματικό χρόνο τις μετρήσεις της θερμοκρασίας παγολεκάνης ή άλλων ψυκτικών εγκαταστάσεων. Ενημερώνει με SMS / Email για υπέρβαση των ορίων της θερμοκρασίας καθώς και για διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος.

gaiasense Το σύστημα gaiasense (Εικόνα 37), είναι μία από τις ελληνικές προτάσεις για



Εικόνα 37- Εφαρμογή gaiasense

την ενίσχυση της γεωργίας με τις τεχνολογίες πληροφορικής. Η εφαρμογή gaiasense είναι καινοτόμα και πρωτοπόρα λύση στον τομέα της ευφυούς γεωργία όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. τομέα της ευφυούς γεωργίας το gaiasense είναι πρωτοποριακό σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Συμβάλει και βελτιώνει την λήψη εύστοχων αποφάσεων για αγροτικές καλλιέργειες ανεξαρτήτου μεγέθους.

Το gaiasense έχει τη δυνατότητα της συλλογής δεδομένων από το χωράφι, το δορυφόρο, τον επιστήμονα και τον αγρότη και την παρουσίασή τους στο γεωργικό σύμβουλο, τον ερευνητή και τον αγρότη για να αξιοποιήσουν κάθε δυνατότητα. Το gaiasense είναι προσιτό και αφορά σε όλους τους γεωργούς ανεξαρτήτου εάν η ιδιοκτησία του είναι μικρή ή μεγάλη. [95]

3.5 Έξυπνο δίκτυο

Το έξυπνο δίκτυο είναι η ενσωμάτωση του παραδοσιακού ηλεκτρικού δικτύου ηλεκτροδότησης του 20ού αιώνα με τις πιο πρόσφατες τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών και πληροφοριών. Αυτή η ενσωμάτωση επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση των πόρων για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, την εγκατάσταση και διαχείριση καταναμμένων ενεργειακών πηγών, καθώς και την ανταλλαγή της παραγόμενης ενέργειας. Ένα έξυπνο δίκτυο συνδυάζει το παλαιό ηλεκτρικό δίκτυο ενώ παράλληλα χρησιμοποιεί την συλλέγει, καταγράφει και αναλύει πληροφορίες που προέρχονται είτε από τους προμηθευτές είτε από τους καταναλωτές και δημιουργεί μοτίβα συμπεριφορών με στόχο την βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας, της αξιοπιστίας, τους κόστους και της βιωσιμότητας της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 38). Δίνει τη δυνατότητα της ροής και προς τις δύο κατευθύνσεις της ισχύος. Βρίσκει εφαρμογή όταν ο καταναλωτής διαθέτει δικό του σύστημα ενέργειας (π.χ. ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Οι χρήστες έξυπνων δικτύων επικοινωνούν σε αμφίδρομες κατευθύνσεις χρησιμοποιώντας αρκετά ασύρματα και ενσύρματα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως Zigbee, WiFi, Homeplug, φορέα ηλεκτρικής γραμμής, GPRS, WiMax, LET, Lease line και Fibers. Έχουν αναπτυχθεί πακέτα λογισμικού για τη συντήρηση και τη διαχείριση του δικτύου, όπως το σύστημα διαχείρισης διανομής (DMS), τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), τα συστήματα διαχείρισης διακοπής (OMS), καθώς και σύστημα εποπτείας και συλλογής δεδομένων (SCADA).



Εικόνα 38 Έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο

Ένα έξυπνο δίκτυο, διαθέτει αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι σε όλο το σύστημα με στόχο την καταγραφή όλων των κινήσεων και την διασφάλιση της ορθής λειτουργίας. Είναι στην πραγματικότητα ένα κατανεμημένο δίκτυο μικροδίκτυων που παράγουν ενέργεια για να καλύψουν τις απαιτήσεις των τοπικών χώρων και να μεταφέρουν την πλεονασματική ενέργεια στο κεντρικό δίκτυο και ο χρήστης θα πληρωθεί και να απαιτήσουν ενέργεια από το κεντρικό δίκτυο.

Μια κατηγορία εφαρμογών του IoT σε ένα έξυπνο δίκτυο είναι η μελέτη και συλλογή δεδομένων από τις γραμμές μεταφοράς για την έγκαιρη πρόληψη συμβάντων και την αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας σε έξυπνα σπίτια. Τα έξυπνα σπίτια διαθέτουν έξυπνο μετρητή για την μελέτη και καταγραφή της κατανάλωσης ενέργειας.

Τα πλεονεκτήματα του έξυπνου δικτύου είναι:

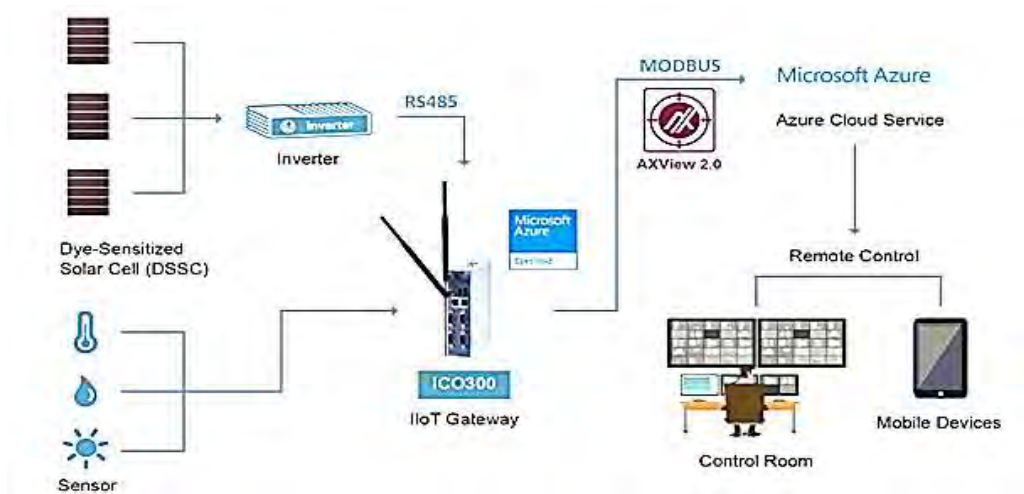
- Ορθή μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας
- Γρηγορότερη αντίδραση σε διαταραχές και τάχιστα αποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας
- Μικρότερο κόστος διαχείρισης και τελικά χαμηλότερο κόστος ενέργειας για τους καταναλωτές
- Καλύτερη διαχείριση της ζήτησης στις ώρες αιχμής
- Αυξημένη ενοποίηση των συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας μεγάλης κλίμακας
- Καλύτερη ενσωμάτωση των συστημάτων παραγωγής ενέργειας από τους ιδιοκτήτες πελάτες, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Πρόληψη συμβάντων, βελτιωμένη ασφάλεια. [61], [63]

3.6 Παρακολούθηση σε σταθμούς ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά (PV) συστήματα θεωρείται μία από τις βασικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενσωματώνονται στα υπάρχοντα δίκτυα και υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο ώστε να βελτιστοποιηθεί η συνολική απόδοση της ηλιακής ενέργειας και να διατηρηθεί η σταθερότητα του δικτύου επειδή η παραγωγή ενέργειας από τα ηλιακά φωτοβολταϊκά είναι μεταβλητή λόγω της αλλαγής της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας και άλλους παράγοντες. Δεδομένου ότι οι περισσότεροι

φωτοβολταϊκοί σταθμοί είναι μη επανδρωμένοι και διασκορπισμένοι γεωγραφικά, το σύστημα παρακολούθησης του εξοπλισμού και των συσκευών είναι πολύ σημαντικό. Η προσέγγιση IoT. Το σύστημα παρακολούθησης για απομακρυσμένα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα περιλαμβάνει την ανάλυση, τη μετάδοση, τη διαχείριση και την ανατροφοδότηση του τηλεχειριστηρίου πληροφοριών. Η τεχνολογία Zigbee είναι ανεπαρκής σε μεγάλη κλίμακα, επειδή δεν μπορεί να αντιμετωπίσει τεράστιες απόστασεις [62], [63]

Η Axiomtek, δημιούργησε της λύση παρακολούθησης της ηλιακής ενέργειας με την πύλη IoT ICO300 που έχει πιστοποιηθεί με την πλατφόρμα Microsoft Azure (Εικόνα 39). Οι έξυπνες συσκευές πύλης ICO300 με το πακέτο λογισμικού παρακολούθησης της Axiomtek λειτουργούν ως έξυπνο σύστημα που παρακολουθεί την παραγωγή ηλιακής ενέργειας, τους αισθητήρες και τα δεδομένα απόδοσης του μετατροπέα, τη διαβίβαση δεδομένων στο νέφος του Microsoft Azure, την παρουσίαση των αναφορών κατάστασης του ηλιακού σταθμού μέσω της πύλης ή για περαιτέρω ανάλυση. Οι ενσωματωμένοι ελεγκτές της Axiomtek, όπως η σειρά ICO ή rBOX DIN-rail, ενσωματώνουν τον έλεγχο, την επικοινωνία και τη διαχείριση και χρησιμοποιούνται σε όλες τις φάσεις παραγωγής, μετάδοσης και διανομής ισχύος. Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο, μέσω της απομακρυσμένης πρόσβασης, το IoT μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ ενός αιολικού πάρκου που βρίσκεται αρκετές ώρες ή ακόμα και μέρες μακριά και ένα τοπικό κέντρο ελέγχου με πρόσβαση ώστε οι υπάλληλοι να μπορούν να προσαρμόζουν από απόσταση τους διακόπτες, το λογισμικό ή τον εξοπλισμό. Το IoT δίνει στους χειριστές των αιολικών πάρκων τη δυνατότητα να ελέγχουν και να ρυθμίζουν τη λειτουργία μιας τουρμπίνας.



Εικόνα 39 Έλεγχος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Axiomtek

Οι στρατιωτικές αποφάσεις βασίζονται σε ανάλυση και την ενσωμάτωση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο από μη επανδρωμένους αισθητήρες και αναφορές από το πεδίο. Αυτές οι συσκευές εξετάζουν το τοπίο της αποστολής και προωθούν δεδομένα που μπορούν να μεταδοθούν σε ένα κέντρο εντολών, όπου αναλύονται και ενσωματώνονται δεδομένα από άλλες πηγές για να καταστεί δυνατή η επίγνωση της κατάστασης. Μέχρι τώρα, η ανάπτυξη τεχνολογιών που σχετίζονται με το Διαδίκτυο για την άμυνα και τη δημόσια ασφάλεια επικεντρώθηκε κυρίως σε εφαρμογές Loukas, Petros, Communications, Computers , Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (C4ISR) και συστήματα Ελέγχου Πυρός.

Συστήματα C4ISR

Χρησιμοποιούν εκατομμύρια αισθητήρες που αναπτύσσονται σε μια σειρά πλατφορμών. Τα δεδομένα ανίχνευσης ραντάρ, βίντεο, υπέρυθρων ή παθητικών ραδιοσυχνοτήτων συγκεντρώνονται από δορυφόρους επιτήρησης, αερομεταφερόμενες πλατφόρμες, UAV (μη επανδρωμένα αεροσκάφη), επίγειους σταθμούς και στρατιώτες στο πεδίο. Αυτά τα δεδομένα παρέχονται σε μια πλατφόρμα ολοκλήρωσης που τα αναλύει και παρέχει πληροφορίες πάνω και κάτω από την αλυσίδα διοίκησης. Αυτές οι πλατφόρμες παρέχουν μια κοινή επιχειρησιακή εικόνα (COP) που επιτρέπει τον ενισχυμένο συντονισμό και τον έλεγχο σε όλο το πεδίο.

Συστήματα ελέγχου πυρός

Στα συστήματα αυτά, η ανάπτυξη των δικτύων αισθητήρων και οι ψηφιακές αναλύσεις επιτρέπουν πλήρως αυτοματοποιημένες απαντήσεις σε απειλές σε πραγματικό χρόνο και παράγουν δύναμη πυρός με ακριβή ακρίβεια. όπως, το σύστημα Aegis Combat του Πολεμικού Ναυτικού του Η.Π.Α. Τα πολεμοφόδια μπορούν επίσης να δικτυωθούν, επιτρέποντας στα έξυπνα όπλα να παρακολουθούν κινητούς στόχους ή να αναπροσανατολίζονται κατά την πτήση. Πρωταρχικά παραδείγματα είναι το όπλο Tomahawk Land Attack Missile (TLAM) και οι παραλλαγές του, τα όπλα ακριβείας του ναυτικού για επίθεση μεγάλων, μεσαίων και τακτικών στόχων [63]

Ατομικά εφόδια

Η ανάπτυξη ετικετών RFID, αισθητήρων και τυποποιημένων γραμμικών κωδικών επιτρέπει την παρακολούθηση των αναλωσίμων. Το IoT παρέχει ορατότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού σε πραγματικό χρόνο (είτε αποστέλλεται, μεταφέρεται, αναπτύσσεται, κα-

ταναλώνεται), επιτρέπει στους στρατιωτικούς να παραγγέλλουν προμήθειες κατόπιν ζήτησης και να απλοποιούν τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας για τις μονάδες. Σε επίπεδο στρατιωτών το υλικό στρατιωτών (π.χ. νερό, τρόφιμα, μπαταρίες ή σφαίρες) μπορεί να παρακολουθείται με ειδοποιήσεις που εκδίδονται.

Προσωπική ανίχνευση, φροντίδα για την υγεία των στρατιωτών και εκπαίδευση. Fitness trackers. επιτρέπουν την παρακολούθηση της σωματικής δραστηριότητας μαζί με σήματα από ζωτικές λειτουργίες του οργανισμού. Οι αισθητήρες που φοριούνται στο σώμα, προσφέρουν πληροφορίες για την υποστήριξη του C4ISR.. Οι στρατιώτες μπορούν να ειδοποιηθούν για μη φυσιολογικές καταστάσεις όπως αφυδάτωση, στέρση ύπνου, αυξημένο καρδιακό ρυθμό ή χαμηλό επίπεδο σακχάρου στο αίμα και, εάν χρειάζεται, ειδοποίηση ομάδας ιατρικής απάντησης σε νοσοκομείο βάσης. Επιπλέον, το IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες ασκήσεις εκπαίδευσης και προσομοίωσης [63], [64]

Το δίκτυο αεράμυνας RADAR αξιοποίησε εναέρια μέσα (AWACS) ως αισθητήρια μέσα.[96]

Τα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα επιπέδου εφαρμογών είναι: CoAP, MQTT, XMPP, AMQP, DDS. DNS Service Discovery (DNS-SD) που μπορούν να βασίζονται σε mDNS (Multicast DNS). Οι πιο δημοφιλείς τεχνολογίες επικοινωνίας περιλαμβάνουν το CAN bus, το κοινό βιομηχανικό πρωτόκολλο (CIP), Ethernet, UPB, X10, Insteon, Z-Wave, EnOcean, nanoNET, IEEE 802.15.4 (6LoWPAN, Zigbee), Bluetooth. Επιπλέον, τα κυψελοειδή δίκτυα περιλαμβάνουν WiMAX [68],[69] και 4G/5G LTE [70]. Χρησιμοποιούνται επίσης η τεχνολογία RFID, η επικοινωνία Near Field (NFC) και η UWB [65].

3.7 IoT στην Εκπαίδευση

Οι σημαντικότερες εφαρμογές του IoT στην εκπαίδευση είναι:

Πίνακες αφίσας

Έχουν εξελιχθεί σε πίνακες με ενεργοποιημένη τη λειτουργία IoT. Αυτό επιτρέπει να μοιραστούν ηλεκτρονικά και να ανακοινώνονται οι δραστηριότητες των μαθητών πολύ εύκολα. στους συμμαθητές και στους καθηγητές μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, μέσω της διεύθυνσης URL της αφίσας και να δημοσιεύθουν σε blog.

Διαδραστική μάθηση

Τα περισσότερα από τα βιβλία συνδυάζονται με ιστότοπους που περιλαμβάνουν επιπλέον υλικό, βίντεο, αξιολογήσεις, κινούμενα σχέδια και άλλα υλικά που υποστηρίζουν τη μάθηση. Αυτό δίνει μια ευρύτερη προοπτική στους μαθητές να μάθουν νέα πράγματα με

καλύτερη κατανόηση και αλληλεπίδραση. Οι εκπαιδευτικοί φέρνουν τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου στις τάξεις και επιτρέπουν στους μαθητές να βρουν τις δικές τους λύσεις.

Εκπαιδευτικές εφαρμογές για φορητές συσκευές και tablet

Οι έξυπνες κινητές συσκευές έχουν σημαντική επίδραση στις τεχνικές διδασκαλίας και μάθησης. Επιτρέπουν στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς τη δημιουργία ψηφιακών σχολικών βιβλίων, 3D πολυμεσικών αρχείων. Μέσω των συσκευών επιτρέπεται η ασύγχρονη εκπαίδευση (παρακολούθηση μαθημάτων από απόσταση). Μέσω εφαρμογών τηλεπαρακολούθησης επιτρέπεται η παρακολούθηση μαθημάτων από απόσταση σε πραγματικό χρόνο.

eBooks

Τα eBooks λόγω της ψηφιακής τους μορφής επιτρέπουν την μεταφορά και αποθήκευσή τους σε πολλά και διαφορετικά σημεία (όχι μόνο στις αίθουσες των βιβλιοθηκών). Εκτός από βιβλία μπορούν να περιέχουν εγχειρίδια χρήσης, πολυμεσικά αρχεία, κινείζ κ.α.

Συστήματα παρακολούθησης

Ένα ισχυρό σύστημα παρακολούθησης του σχολείου βοηθά τους εκπαιδευτικούς να ενημερώνουν το σύστημα με τις απαραίτητες πληροφορίες σχεδόν σε πραγματικό χρόνο και επιτρέπει στους υπαλλήλους του σχολείου να στείλουν ένα ηλεκτρονικό μήνυμα στους γονείς.

Προηγμένα μέτρα ασφαλείας

Τα μέτρα ασφαλείας των σχολείων περιλαμβάνουν το σύστημα ελέγχου πρόσβασης στην πόρτα, το οποίο επαληθεύει τους επισκέπτες πριν ξεκλειδώσουν τις εξωτερικές πόρτες για είσοδο. Κάποιος μπορεί να ξεκλειδώσει ή να κλειδώσει τις πόρτες από απόσταση χρησιμοποιώντας κινητές συσκευές και επίσης να λάβει την ειδοποίηση όταν κάποιος έφτασε στην πόρτα. Η κονσόλα επικοινωνίας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικούς ήχους έκτακτης ανάγκης, ζωντανές ανακοινώσεις, πολλαπλά προγράμματα καμπάνιας και προ-καταγραμμένα εκπαιδευτικά μηνύματα που θα κατευθύνουν το προσωπικό και τους μαθητές κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης

Εκπαίδευση ανά πάσα στιγμή και οπουδήποτε

Η προηγμένη τεχνολογία βοηθά τους εκπαιδευτικούς να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών. Το Edmodo επιτρέπει την απομακρυσμένη επικοινωνία καθηγητή-φοιτητή τόσο σε πραγματικό χρόνο όσο και ασύγχρονα. Επιτρέπει στους φοιτητές και τους

εκπαιδευτικούς να παραμείνουν συνδεδεμένοι με διαφορετικά μέσα, ελέγχοντας μηνύματα και επερχόμενες εκδηλώσεις μακριά από την τάξη και ακόμη και απαντώντας σε θέσεις. [66], [67]. Ιδιαίτερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση το IoT ίσως βοηθά αποτελεσματικότερα καθώς οι σπουδαστές, απομακρύνονται όλο και περισσότερο από τα βιβλία χαρτιού προς τους φορητούς υπολογιστές. Οι συσκευές που συνδέονται με το νέφος επιτρέπουν στους καθηγητές να συλλέγουν δεδομένα για τους μαθητές τους και στη συνέχεια να καθορίζουν ποιοι από αυτούς χρειάζονται την περισσότερη προσοχή. Αυτά τα στατιστικά στοιχεία επιτρέπουν επίσης στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόζουν σωστά τα σχέδια μαθημάτων για τις μελλοντικές τάξεις.

3.8 Εφοδιαστική αλυσίδα

Το Διαδίκτυο έχει γίνει ένα σημαντικό μέσο για τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών για εταιρείες logistics. Τα οφέλη που μπορούν να αντληθούν είναι:

- *Ακριβής παρακολούθηση των οχημάτων* : Όταν χρησιμοποιούνται προηγμένοι αισθητήρες και συσκευές εντοπισμού GPS σε φορτηγά οχήματα, οι εταιρείες εφοδιαστικής μπορούν να παρακολουθούν τις κινήσεις τους σε κάθε στιγμή.
- *Εξάλειψη καθυστέρησης*: Τα οχήματα μπορούν να αλλάξουν συνηθισμένες διαδρομές εάν είναι διαθέσιμα τα νέα σχετικά με την κυκλοφορία.
- *Μείωση κόστους*: Τα δεδομένα που έχουν ληφθεί σχετικά με την κατάσταση της κυκλοφορίας μπορούν να βοηθήσουν τα οχήματα μεταφοράς φορτίου να αποφύγουν τις επιβαρυνμένες κυκλοφοριακές διαδρομές. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η μείωση του προϋπολογισμού των καυσίμων.
- *Μείωση ζημιών ποιότητας φορτίου*: Τα φθαρτά φορτία, συμπεριλαμβανομένων των λαχανικών και τροφίμων, μπορεί να υποστούν ζημιά εξαιτίας της απροσδόκητης αύξησης της θερμοκρασίας, της υγρασίας ή της βλάβης εμπορευματοκιβωτίων με ελεγχόμενη θερμοκρασία κ.λπ. Με φορτηγά οχήματα με δυνατότητα IoT, η διατήρηση της επιτήρησης στο εσωτερικό του εμπορευματοκιβωτίου γίνεται ευκολότερη.
- *Παρακολούθηση απογραφής*: Με ψηφιακή και ακριβή παρακολούθηση με τη χρήση κάμερας RFID και CCTV συνδεδεμένων με συσκευές ενεργοποίησης IoT, η διαχείριση αποθεμάτων γίνεται καλύτερη. Οι εταιρείες μπορούν να ενημερώνονται ανά πάσα στιγμή σχετικά με τη θέση των αποθεμάτων στις αποθήκες.

- *Παρακολούθηση των φάσεων των μεταφορών:* Μερικές φορές, οι πάροχοι υπηρεσιών εφοδιαστικής πρέπει να στείλουν φορτίο μέσω των διαφόρων κέντρων τους προτού φτάσουν στη διεύθυνση του πελάτη.
- *Μείωση των σφαλμάτων εξοπλισμού:* Μερικές φορές, μπορούν να σημειωθούν σφάλματα μηχανημάτων σε μεγάλους και μικρούς εξοπλισμούς σε διάφορα στάδια φόρτωσης του φορτίου. Όταν χρησιμοποιούνται αισθητήρες με ενεργοποιημένο IoT για την παρακολούθηση της διακίνησης φορτίου στις περιοχές αυτές και όταν παρουσιαστεί σφάλμα, η εταιρεία ειδοποιείται άμεσα και μπορούν να ληφθούν διορθωτικά μέτρα.
- *Μείωση δυσκολιών κατά την παράδοση:* Αντί να βασίζονται σε έγγραφα για επαλήθευση πελατών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ψηφιακές ταυτότητες που υποστηρίζονται από το IoT.[68] ,[69]

Η εταιρεία Libelium σχεδίασε μια έξυπνη λύση παρακολούθησης χρησιμοποιώντας το Wasmote Plug & Sense! και την πύλη Meshlium. Οι αισθητήρες Wasmote μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των διαδικασιών εφοδιαστικής. Σε περιπτώσεις πτώσης εμπορευματοκιβωτίων, πυρκαγιάς, έκθεσης σε πλημμύρες ή άλλους κινδύνους, η Wasmote μπορεί να στείλει ειδοποιήσεις SMS στον πελάτη, την εταιρεία μεταφοράς ή την επιβολή του νόμου για να ζητήσει άμεση βοήθεια. Το Meshlium λαμβάνει δεδομένα αισθητήρων από το Wasmote Plug & Sense! και το προωθεί απευθείας στο Internet μέσω πρωτοκόλλων Ethernet ή 4G / 3G / GPRS ανάλογα με τις διαθέσιμες επιλογές σύνδεσης στη περιοχή. Στέλνει τα δεδομένα αισθητήρων σε πλατφόρμες λογισμικού νέφους, συμπεριλαμβανομένων των MQTT, Axeda, Thingworx και ESRIT. Το Meshlium μπορεί επίσης να ενσωματώνει μια ενότητα GPS για εφαρμογές κινητών και οχημάτων,[70]

3.9 IoT στο Λιανικό Εμπόριο

Στην περίπτωση του λιανικού εμπορίου, τα "πράγματα" μπορούν να περιλαμβάνουν τσιπ απογραφείς παρακολούθηση αποθέματος RFID, παραδοσιακούς αποθηκευτικούς σταθμούς υπέρυθρης κυκλοφορίας, cellular και WiFi συστήματα παρακολούθησης, ψηφιακή σήμανση, ένα περίπτερο ή ακόμα και κινητή συσκευή πελάτη.

Συγκεκριμένα, οι τομείς όπου οι έμποροι λιανικής εκμεταλλεύονται το IoT είναι:

- Η συντήρηση του εξοπλισμού χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της ενέργειας, την

πρόβλεψη βλάβης του εξοπλισμού ή την ανίχνευση άλλων ζητημάτων εξοπλισμένα με αισθητήρες,

- Η αποτελεσματικότερη μετακίνηση των εμπορευμάτων
- Το IoT μας επιτρέπει να παρακολουθούμε τις ευκαιρίες πωλήσεων σε πραγματικό χρόνο

και να παρακολουθούμε τις χαμένες πωλήσεις στο κατάστημα.

- Η τεχνολογία RFID βρίσκει εφαρμογή στη διαχείριση αποθεμάτων και για τη βελτιστοποίηση της υπηρεσίας.
- Με το IoT, μπορούμε τώρα να κατανοήσουμε το πλαίσιο (τον χρόνο και τον τόπο του πελάτη) για να προσδιορίσουμε πότε είμαστε βέβαιοι ότι ο πελάτης χρειάζεται βοήθεια ή κίνητρο για αγορά και μπορούμε να ανταποκριθούμε προληπτικά.
- Σε ένα έξυπνο πολυκατάστημα, η κίνηση στα διάφορα καταστήματα μπορεί να αναλυθεί, ώστε να κατανοήσουμε το σύνολο των αγορών. Σε έξυπνα καταστήματα, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε παρακολούθηση της κυκλοφορίας με WiFi για να δούμε αν οι πελάτες βρίσκονται σε μια περιοχή προϊόντων. Στη συνέχεια, σε πραγματικό χρόνο, μπορεί να κατευθυνθεί ένας πωλητής για να βοηθήσει αυτόν τον πελάτη ή να αναλύσουν αυτές οι πληροφορίες αργότερα για να προσαρμοσθούν οι διατάξεις των καταστημάτων για πιο αποτελεσματικές επισκέψεις πελατών (131).

Η ανάπτυξη τερματικών ευρυζωνικών σημείων πώλησης (POS) ανοίγει νέο πεδίο για προϊόντα και υπηρεσίες. Οι δρομολογητές που γίνεται δυνατή WWAN και η ασύρματη υπηρεσία Machine to Machine επιτρέπουν να αναπτύχθούν τερματικά POS λιανικής όταν και όπου απαιτείται με συνέπεια την ανάπτυξη των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων σχεδόν παντού. Τα ασύρματα τερματικά POS επιτρέπουν στους επιχειρηματίες να παραμείνουν επιχειρησιακοί κατά τη διάρκεια διακοπών, Αυτά τα τερματικά αποκτούν πρόσβαση στο δίκτυο μέσω των δρομολογητών WWAN και της υπηρεσίας Verizon Wireless Machine to Machine Services, ενώ οι φορητοί σαρωτές επεξεργάζονται και καταγράφουν με ασφάλεια συναλλαγές σε συστήματα λιανικής πώλησης. Σε περιόδους αυξημένης κίνησης λειτουργούν επιπλέον τερματικά POS για την αυξημένη κίνηση των πελατών. [71]

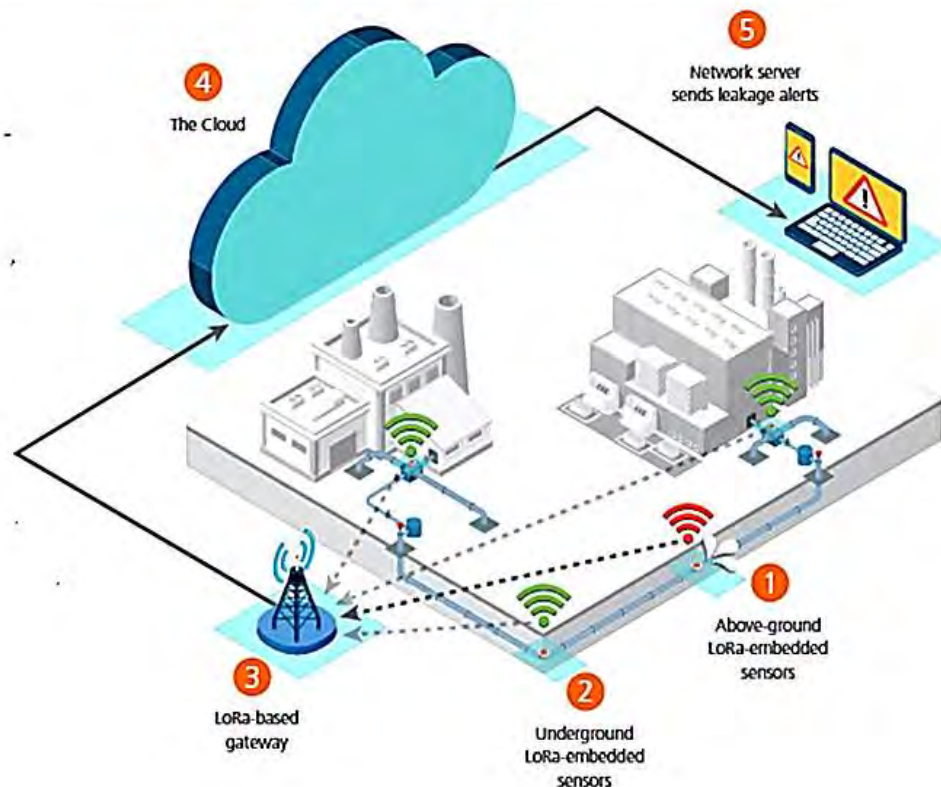
Πληρωμές NFC

Το NFC λύνει την πρόκληση για μη ενεργοποιημένα αντικείμενα που δεν έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο για πληρωμές με βάση τη θέση ή τη διάρκεια δραστηριότητας

για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, γυμναστήρια, θεματικά πάρκα κ.λπ. Οι ενσωματωμένες ετικέτες NFC σε αυτά τα αντικείμενα επιτρέπουν την προσθήκη πληροφοριών από οπουδήποτε. Το NFC θέτει τους χρήστες στον έλεγχο του IoT επιτρέποντας συνδέσεις με τους όρους και τον τρόπο επιλογής τους και καθιστά τη χρήση των συσκευών σύνδεσης εύκολη και διαισθητική. Τέλος το NFC με λειτουργίες που περιορίζουν τις επιλογές παρακολούθησης και την εύκολη εγκατάσταση για πρόσθετες δυνατότητες προστασίας σε κάθε περίπτωση χρήσης προστατεύουν το χρήστη από τους χάκερ.[72],[73]

3.10 Ασφάλεια και έκτακτη ανάγκη

Αφορά τον έλεγχο πρόσβασης σε περιοχές περιορισμένης πρόσβασης και ανίχνευση ατόμων οχημάτων και υλικών σε μη εξουσιοδοτημένες περιοχές. μέσω των εισόδων. Η ανίχνευση περιμέτρου είναι η ανίχνευση της πρόσβασης στα εξωτερικά όρια μιας περιοχής μέσω φυσικών φραγμών, αισθητήρων σε φυσικά εμπόδια ή εξωτερικών αισθητήρων. Οι τεχνολογίες λύσης περιλαμβάνουν αισθητήρες φράχτη, μικροκύματα, σεισμομετρικούς αισθητήρες, ραντάρ και έξυπνο θερμικό βίντεο.(Εικόνα 40)



Εικόνα 40 IoT σύστημα ασφάλειας

Το ανιχνευμένο συμβάν ενεργοποιεί άμεσες ενέργειες:

- Συναγερμός αποστέλλεται σε VMS, PSIM ή NVR
- Πλήρης τροφοδοσία, φωτισμός ζώνης
- Καταγραφή υψηλής ανάλυσης σε κάμερες δικτύου
- Η κάμερα βρίσκεται σε προκαθορισμένη θέση
- Διαχείριση συμβάντων / συναγερμών

Τα συστήματα ανίχνευσης υγρών χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση διαρροών που αφορούν το νερό, το φυσικό αέριο ή τις χημικές ουσίες, αλλά σε πολλές περιπτώσεις τοποθετούνται σε μεγάλα διαστήματα κατά μήκος ενός αγωγού.

Αποτελούνται από αισθητήρες και πύλες ενσωματωμένους στην τεχνολογία LoRa, δίκτυα ευρείας ζώνης χαμηλής ισχύος που βασίζονται στο πρωτόκολλο LoRaWAN. Οι φορείς εκμετάλλευσης αγωγών και οι διαχειριστές βιομηχανικών εγκαταστάσεων αποκτούν την κάλυψη ασύρματου δικτύου μεγάλης εμβέλειας που χρειάζονται σε συνδυασμό με τη μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας που απαιτείται για τους απομακρυσμένους αισθητήρες. Οι εσωτερικοί και οι εξωτερικοί αισθητήρες παρακολουθούν την παρουσία υγρού έξω από το σύστημα για να εντοπίζουν διαρροές. Για τους αγωγούς που είναι θαμμένοι, οι υπόγειοι αισθητήρες ελέγχουν το έδαφος γύρω από τον αγωγό και χρησιμοποιούνται πάνω από το έδαφος RF κεραίες ή υπόγεια ραδιοσυστήματα για να αναμεταδίδουν πληροφορίες.[74]

3.11 Έλεγχος επιπέδων ραδιενέργειας

Αφορά τη μέτρηση των επιπέδων ακτινοβολίας σε πυρηνικούς σταθμούς με τη δημιουργία σημάτων διαρροής. Το Monitor8 Beta και Gamma Geiger Counter σύστημα αισθητήρα πυρηνικής ακτινοβολίας δημιουργήθηκε αρχικά για την πυρηνική καταστροφή στη Fukushima. Μια άλλη εφαρμογή του δικτύου αισθητήρων ελέγχου ακτινοβολίας Monitor8 IoT, είναι η συνεχής μελέτη των επιπέδων ακτινοβολίας για την έγκαιρη αναγνώριση διαρροών σε περιοχές κοντινές των πυρηνικές εγκαταστάσεων. Το Δίκτυο Αισθητήρων Ακτινοβολίας Πρόληψης και Ελέγχου σχηματίζεται με ασύρματη σύνδεση δεκάδων συσκευών αισθητήρων σε περιοχές που περιβάλλουν άμεσα τους πυρηνικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Οι κόμβοι διαβάζουν την τιμή στον ασύρματο και αυτόνομο μετρητή Geiger σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και κατά τη διάρκεια ενός λεπτού. Οι τιμές, αποστέλλονται χρησιμοποιώντας το ZigBee στο Meshlium, την πύλη του δικτύου η οποία αποθηκεύει τις πληροφορίες σε μια βάση δεδομένων Internet. Εάν

οι τιμές είναι πάνω από το καθορισμένο όριο ασφαλείας, εκτός από την αποστολή μέσω του δικτύου ZigBee, οι τιμές μεταδίδονται επίσης απευθείας στο προσωπικό παρακολούθησης ασφαλείας ή πελάτη ή στο προσωπικό παρακολούθησης του Monitor 8 μέσω ενός SMS συναγερμού με το ράδιο GPRS. Επιπλέον, οι αισθητήρες Monitor 8 προσθέτουν τις πληροφορίες GPS (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος) για να δώσουν την ακριβή θέση της πηγής ακτινοβολίας. [76]

3.12 Έλεγχος υπεριώδους ακτινοβολίας.

Για να γνωρίζουμε την ένταση της υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολίας σε μια καθορισμένη στιγμή η πλατφόρμα Waspote ενσωματώνει έναν αισθητήρα ακτινοβολίας (SQ-110) που λειτουργεί στη ζώνη στη ζώνη ακτινοβολίας UV (240-400nm). Η πλατφόρμα Waspote μαζί με την Agricultural Sensor Board επιτρέπει τη δημιουργία κατανεμημένων σημείων μέτρησης UV σε οποιοδήποτε μέρος για να καλύψει μια μεγάλη περιοχή όπως παραλία. Καθώς οι επικοινωνίες πραγματοποιούνται ασύρματα χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα ZigBee και GPRS, οι πληροφορίες μπορούν να μεταδοθούν σε οποιοδήποτε τοπικό ή κεντρικό σημείο όπου μπορούν να επεξεργαστούν και να αποθηκευτούν, δημιουργώντας συναγερμούς όταν οι τιμές βρίσκονται στο υψηλό ή πολύ υψηλό επίπεδο στο δείκτη UV

3.13 Έξυπνο περιβάλλον

3.13.1 Ανίχνευση Πυρκαγιάς

Η προτεινόμενη λύση παρακολουθεί τέσσερις διαφορετικές παραμέτρους για την ανίχνευση και πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, με ανιχνευτές αισθητήρων σε δέντρα και σε στέγες που μετρούν:

- Θερμοκρασία,
- Υγρασία,
- CO₂,
- CO.

Το σύστημα SITHON στην περιοχή της χερσονήσου της Σιθωνίας αποτελείται από ένα ασύρματο δίκτυο οπτικών αισθητήρων in situ και ένα αερομεταφερόμενο σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς που βασίζεται σε έναν ψηφιακό αισθητήρα θερμικής απεικόνισης. Το δίκτυο οπτικών αισθητήρων αποτελείται από πύργους παρακολούθησης, πομπούς και

μονάδες ασύρματης μετάδοσης, που συνδέονται με ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον GIS που περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τους τύπους βλάστησης, τις ποσότητες φορτίου καυσίμου, το οδικό δίκτυο για πρόσβαση σε ενεργές πυρκαγιές, τη μορφολογία της περιοχής, τοποθεσίες υψηλού κινδύνου (οικισμοί, στρατόπεδα, αναδιπλώσεις, αρχαιολογικοί χώροι κλπ.), ευαίσθητες υποδομές (σταθμοί καυσίμων, βιομηχανικές περιοχές κ.λπ.), τη διαθεσιμότητα φυσικών ή τεχνητών δεξαμενών νερού και πολλά άλλα. Η πλατφόρμα SITHON περιλαμβάνει Κέντρο Ελέγχου και Παρακολούθησης (COC), το οποίο λαμβάνει πληροφορίες με τη μορφή οπτικών και θερμικών εικόνων από τα συστήματα ανίχνευσης ασύρματων αισθητήρων. Οι οπτικές εικόνες εμφανίζονται σε οθόνες ευρείας οθόνης και αναλύονται για να αντλούν τη δυναμική εικόνα της εξέλιξης της φωτιάς. Δίκτυα κάμερας που λειτουργούν στο ορατό φάσμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση μεγάλων περιοχών και μπορούν να λειτουργούν από ένα μόνο χρήστη. Το σύστημα σχεδιάστηκε για να επικοινωνεί μέσω του ασύρματου δικτύου με το CO, στον κεντρικό τερματικό σταθμό όπου υπάρχουν δέκα τερματικά (με κάμερες) και τέσσερις πομποί. Οι ασύρματες συνδέσεις υλοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας μόνο πρωτόκολλο WiFi 802.11a στην περιοχή συχνοτήτων 5.1-5.8 GHz. [78]

3.13.2 Αισθητήρες έξυπνου νερού

Η Libelium ξεκίνησε μια πλατφόρμα ασύρματων αισθητήρων Smart Water για απλοποίηση της απομακρυσμένης παρακολούθησης της ποιότητας του σε ποτάμια, λίμνες και θάλασσα. Είναι εξοπλισμένη με πολλαπλούς αισθητήρες που μετρά δώδεκα από τις πιο σχετικές παραμέτρους ποιότητας νερού και διαθέτει αυτόνομους κόμβους που συνδέονται με το νέφος για έλεγχο του νερού σε πραγματικό χρόνο. Οι παράμετροι ποιότητας του νερού περιλαμβάνουν το pH, το διαλυμένο οξυγόνο (DO), το δυναμικό της οξειδώσεως (ORP), την αγωγιμότητα, τη θολότητα, τη θερμοκρασία και τα διαλυμένα ιόντα (φθοριούχο (φθοριούχο (F⁻), ασβέστιο ²⁺), χλωριούχο (Cl⁻), ιωδιούχο (I⁻), χαλκό (Cu²⁺), βρωμιούχο (Br⁻), άργυρο (Ag⁺), φθοροβορικό (BF₄⁻), αμμωνία (NH₄⁺), Νιτρώδη (NO₂⁻), υπερχλωρικό (ClO₄⁻), κάλιο (K⁺), νάτριο (Na⁺). Ρυπαντές μπορούν να ανιχνευθούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο.

Η πλατφόρμα Waspmote Smart Water εξαιρετικά χαμηλής ισχύος μπορεί να χρησιμοποιεί συνδεσιμότητα κυψελοειδούς (3G, GPRS, WCDMA) και μεγάλης εμβέλειας 802.15.4 / ZigBee (868 / 900MHz) για να στέλνει τιμές στο Meshlium Internet Gateway μέσω ζωνών RF μεγάλου εύρους 868MHz και 900MHz. Τα δεδομένα

αισθητήρων είναι διαθέσιμα σε πραγματικό χρόνο, ακόμη και από κόμβους αισθητήρων που βρίσκονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες.[79]

Οι σημαντικότερες εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής είναι:

- *Παρακολούθηση του πόσιμου νερού:* Οι συνήθειες χημικές παράμετροι περιλαμβάνουν το pH, τα νιτρικά και το διαλυμένο οξυγόνο.
- *Ανίχνευση χημικών διαρροών σε ποτάμια:* Οι ακραίες τιμές pH ή οι χαμηλές τιμές διοξειδίου του άνθρακα σηματοδοτούν χημικές διαρροές που οφείλονται σε προβλήματα επεξεργασίας λυμάτων ή προβλήματα σωλήνων τροφοδοσίας.
- *Απομακρυσμένη μέτρηση της πισίνας:* Η μέτρηση των δυνατοτήτων μείωσης της οξείδωσης (ORP), του pH και του χλωριούχου νερού μπορεί να καθορίσει αν η ποιότητα των υδάτων στις πισίνες και τα ιαματικά λουτρά είναι επαρκής για ψυχαγωγικούς σκοπούς.
- *Επίπεδα ρύπανσης στη θάλασσα:* Η μέτρηση των επιπέδων θερμοκρασίας, αλατότητας, pH, οξυγόνου και νιτρικών αλάτων δίνει ανατροφοδότηση για συστήματα ανίχνευσης της ποιότητας στο θαλασσινό νερό.
- *Αποτροπή της διάβρωσης και των ιζημάτων:* Με τον έλεγχο της σκληρότητας του νερού μπορούμε να αποφύγουμε τη διάβρωση και την εναπόθεση ασβεστίου σε πλυντήρια πιάτων και συσκευές επεξεργασίας νερού όπως θερμαντήρες. Η σκληρότητα του νερού εξαρτάται από: το pH, τη θερμοκρασία, την αγωγιμότητα και τις συγκεντρώσεις ασβεστίου (Ca^{+}) / μαγνησίου (Mg^{2+}).
- *Υδατοκαλλιέργεια.* Αφορά την παρακολούθηση δεξαμενών ιχθυοκαλλιέργειας και μέτρηση των υδατικών συνθηκών των υδρόβιων ζώων όπως τα σαλγκάρια, τα ψάρια, οι καραβίδες, οι γαρίδες ή οι γαρίδες σε δεξαμενές. Σημαντικές παράμετροι είναι το pH, το διαλυμένο οξυγόνο (DO), η αμμωνία (NH_4), το νιτρικό (NO_3^-), το νιτρώδες (NO_2^-) και η θερμοκρασία του νερού.
- *Υδροπονία:* Τα φυτά που παίρνουν τα θρεπτικά συστατικά απευθείας από το νερό χρειάζονται ακριβή επίπεδα pH και οξυγόνου σε νερό (DO) για να επιτύχουν τη μέγιστη ανάπτυξη.

3.14 Το βιομηχανικό Διαδίκτυο των πραγμάτων (IIoT)

Το βιομηχανικό Ίντερνετ των πραγμάτων (IIoT) είναι η χρήση των τεχνολογιών Internet of Things (IoT) στην βιομηχανία παραγωγής. Το IIoT ενσωματώνει μηχανική μάθηση

και big data technology, αξιοποιώντας τα δεδομένα των αισθητήρων, τεχνολογίες επικοινωνίας μηχανής-μηχανής (M2M) και τεχνολογίες αυτοματισμού που υπάρχουν σε βιομηχανικά περιβάλλοντα. Η φιλοσοφία το IIoT είναι ότι οι έξυπνες μηχανές είναι καλύτερες από τον άνθρωπο για ακριβή, σταθερή καταγραφή και επικοινωνία δεδομένων. Το IIoT έχει μεγάλες δυνατότητες για ποιοτικό έλεγχο, βιώσιμες και πράσινες πρακτικές, ιχνηλασιμότητα και συνολική αποδοτικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού. Οι εταιρείες επωφελούνται ήδη από τη διαλειτουργικότητα μέσω της εξοικονόμησης κόστους λόγω της προβλεπτικής συντήρησης, της βελτίωσης της ασφάλειας και άλλων λειτουργικών αποτελεσμάτων. Τα δίκτυα ευφών συσκευών IIoT επιτρέπουν στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις να συνδέσουν όλα τα άτομα, τα δεδομένα και τις διαδικασίες τους από το εργοστάσιο στα εκτελεστικά γραφεία. Οι διευθυντές των επιχειρήσεων μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα του IIoT για να αποκτήσουν πλήρη και ακριβή εικόνα του τρόπου με τον οποίο κάνουν οι επιχειρήσεις τους.

Η λύση Ignition IIoT είναι μια πλατφόρμα βιομηχανικών εφαρμογών για HMI, SCADA και IIoT με ενσωματωμένες λειτουργίες HMI / SCADA που αξιοποιεί το MQTT για την εύκολη προώθηση δεδομένων από χιλιάδες συσκευές σε πολλές τοποθεσίες σε μία κεντρική τοποθεσία τόσο για βιομηχανική όσο και για επιχειρηματική εφαρμογή. Η Ignition χρησιμοποιείται για να επιτρέψει τη σύνδεση με δεδομένα IIoT, να εκκινήσει πελάτες σε συσκευές που διαθέτουν πρόγραμμα περιήγησης ιστού και να αναπτύξει αυτοματοποιημένα συστήματα. Ο ενσωματωμένος διακομιστής OPC Unified Architecture (OPC-UA) παρέχει συνδεσιμότητα σε πολλαπλά πρωτόκολλα και η ανοιχτή διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (API) διευκολύνει την αλληλεπίδραση και την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών καθώς και την ανάπτυξη προγραμμάτων οδήγησης για πρωτόκολλα, όπως το MQTT. Η προσθήκη των Modules Cirrus Link MQTT στην πλατφόρμα Ignition επιτρέπει στις εταιρείες να δημιουργήσουν τη δική τους λύση IIoT σε μια υποδομή MQTT που βασίζεται στο μήνυμα Middleware (MOM).

Το πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων (MQTT) εμφανίζεται ως το πρότυπο για το IIoT, λόγω του ελαφρού γενικού κόστους, του μοντέλου δημοσίευσης / εγγραφής και αμφίδρομες δυνατότητες.

Η αρχιτεκτονική του Ignition IIoT έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί στο νέφος, σε ένα ιδιωτικό δίκτυο, ή σε ένα υβρίδιο των δύο.[81],[82]

3.15 Narrow-Band Internet of Things (NB-IoT)

Η τεχνολογία NB-IoT προσφέρει τη δυνατότητα διασύνδεσης συσκευών (αισθητήρες κ.λπ.) ευκολότερα, ασφαλέστερα, χωρίς τη χρήση ειδικού εξοπλισμού και με χαμηλό κόστος. Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται μέσω δικτύου κινητής NB-IoT, το οποίο προσφέρει: κάλυψη ακόμα και σε εσωτερικούς χώρους, χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, αυξάνοντας τη διάρκεια της μπαταρίας των συσκευών έως και 10 έτη, μεγαλύτερη ασφάλεια στην κίνηση δεδομένων και χαμηλό κόστος χρήσης.

Η COSMOTE, πρωτοπορώντας και σε αυτόν τον τομέα, επεκτείνει το δίκτυο της με τη νέα τεχνολογία NB-IoT, με στόχο η πληθυσμιακή κάλυψη να αγγίζει το 95% μέσα στο 2019. Ήδη, έχει υλοποιήσει πιλοτικά προγράμματα μέσω NB-IoT, όπως το “Smart City” στην Πάτρα, “Smart University Campus” στην Ξάνθη και το “Smart Wine” στο οινοποιείο του Κυρ-Γιάννη στην Νάουσσα.[96]

4 Τεχνολογίες Υλοποίησης

4.1 Εξοπλισμός - Λογισμικό

Σε αυτήν την ενότητα θα περιγραφεί ο εξοπλισμός και το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια εκπόνησης του πειραματικού μέρους της πτυχιακής εργασίας.

4.1.1 Arduino Uno

Η Arduino [97], είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα χαμηλού κόστους. Η πλακέτα του αποτελείται από ένα μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους (pins). Για τον προγραμματισμό και την παραμετροποίηση του Arduino χρησιμοποιείται κυρίως η γλώσσα Wiring (παράλλαξη της C). Κύριος σκοπός της πλατφόρμας Arduino (Εικόνα 41), είναι η ανάπτυξη διαδραστικών αντικειμένων τα οποία θα λειτουργούν είτε ανεξάρτητα είτε σε συνεργασία. Στην παρακάτω ενότητα, παρουσιάζεται η πλατφόρμα Arduino, η αρχιτεκτονική της και τα βασικά της χαρακτηριστικά.

Αρχιτεκτονική Arduino

Το Ινστιτούτο Αλληλεπίδρασης Σχεδίασης IVREA πρωτοπαρουσίασε το 2005 [97] την πλακέτα Arduino με κύριο σκοπό οι φοιτητές του Ινστιτούτου να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ενσωματωμένα συστήματα χαμηλού κόστους τα οποία έχουν χρησιμοποιήσει ανοιχτό κώδικα. Το Arduino είναι πιο ευέλικτο από ηλεκτρονικό υπολογιστή και αλληλεπιδρά με εξωτερικά αντικείμενα.

Σε σχέση με άλλες πλατφόρμες χαμηλού κόστους το Arduino:

- Δε χρειάζονται ειδικές γνώσεις προγραμματισμού για την ανάπτυξη μικροπρογραμμάτων.
- Χρησιμοποιούνται τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα και lego programming (προγραμματισμός με πλακίδια) .
- Η χρήση του είναι τόσο για εκπαιδευτικούς σκοπούς όσο και για εμπορικούς σκοπούς.
- Διαθέτει ενεργή και ολοένα αυξανόμενη κοινότητα προγραμματιστών ανοιχτού κώδικα.

Ο αεροελεγκτής λειτουργεί είτε ανεξάρτητα σε επίπεδο υλικού ή με τη χρήση λογισμικού επικοινωνεί με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το Arduino με τη χρήση της

Atmega382 βελτιστοποιεί την μεταφορά δεδομένων και την ταχύτητα στη σειριακή επικοινωνία. Τα προγράμματα του Arduino μεταφορτώνονται στην Desk Support της πλακέτας του Arduino.



Εικόνα 41 Arduino Λογότυπο

Τα δυνατότερα σημεία της πλατφόρμας Arduino είναι τα παρακάτω:

- Η πλατφόρμα Arduino είναι χαμηλού κόστους. Επιπροσθέτως, η αρχιτεκτονική του είναι ανοιχτού κώδικα και ο προγραμματιστής μπορεί να πειραματιστεί σε αυτήν.
- Σε σύγκριση με τον ανταγωνισμό η Arduino και το λογισμικό που αναπτύσσεται πάνω σε αυτήν είναι πλήρως δυσλειτουργική στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα. Η πλατφόρμα Arduino διακρίνεται για την επεκτασιμότητα της λόγω του ότι το λογισμικό της είναι ανοιχτό και ελεύθερο για όλους.
- Η πλατφόρμα Arduino υποστηρίζεται από μία μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών.
- Η πλατφόρμα Arduino, αλληλεπιδρά με το περιβάλλον μέσω σημάτων που λαμβάνει από μια σειρά αισθητήρων. [97]

Μοντέλα Arduino

Όλα τα μοντέλα της πλατφόρμας Arduino (Εικόνα 42) που είναι διαθέσιμα στην αγορά [98] εμφανίζονται στην παρακάτω εικόνα. Το μοντέλο που κρίθηκε πιο κατάλληλο για την υλοποίηση του πρακτικού είναι το Arduino UNO(Εικόνα 43). [99]



Εικόνα 42 Μοντέλα Arduino



Εικόνα 43 Πλακέτα Arduino Uno

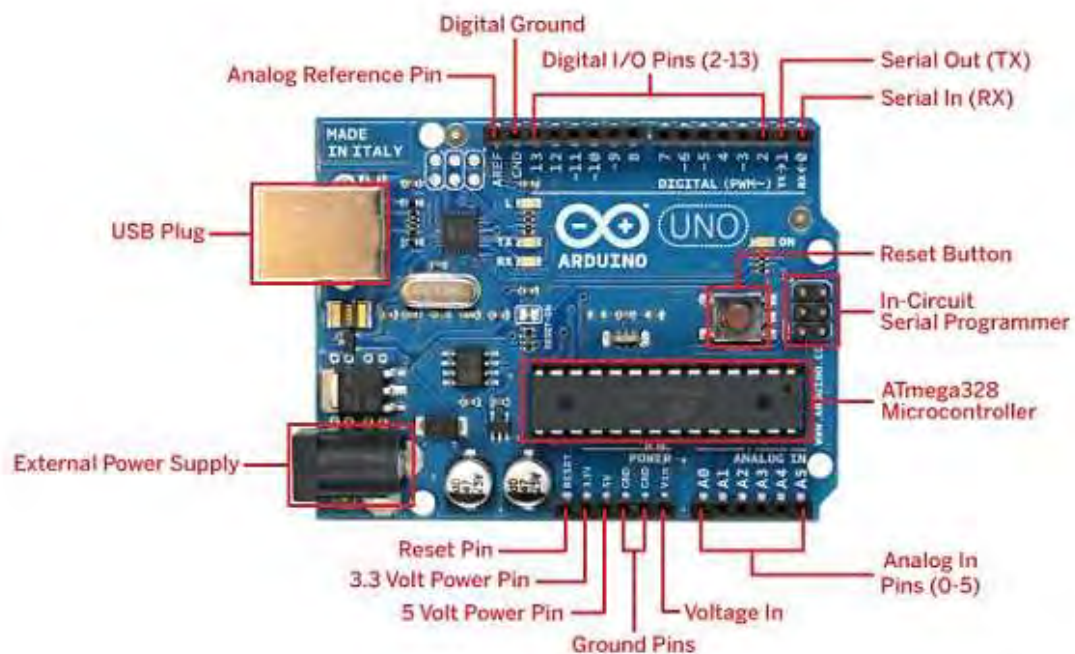
Τεχνικά χαρακτηριστικά του Arduino Uno

Ο πίνακας 2 παρουσιάζει ο τα βασικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά του Arduino Uno[98].

Πίνακας 2

Ο Αεροελεγκτής ATMEGA328	
Voltage	5V
Input	7-12V
Voltage Limits	6-20V
Digital Pins	I/O 14, (6 PWM έξοδοι)
Analog Pins	6
Flash memory	32KB (ATMEGA328)
SRAM memory	2KB (ATMEGA328)
EEPROM memory	1KB (ATMEGA328)
Clock speed	16MHz

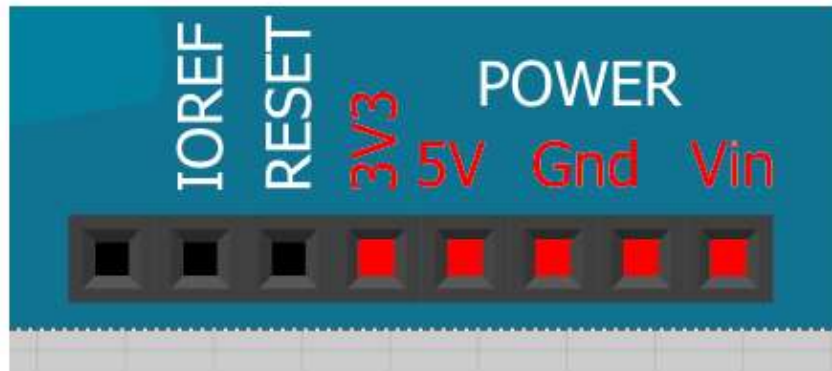
Στην Εικόνα 44,παρουσιάζεται η πλακέτα Arduino και τα βασικότερα μέρη της.



Εικόνα 44- Μέρη της πλατφόρμας Arduino Uno

Τροφοδοσία

Για την ορθή λειτουργία της πλακέτας του Arduino, απαιτείται η τροφοδοσία του με ρεύμα είτε μέσω της τροφοδοσίας (μιας υποδοχής των 2.1mm) είτε μέσω θύρας USB.(Εικόνα 45-Arduino UNO τροφοδοσία) Η εξωτερική τροφοδοσία θα πρέπει να είναι μεταξύ των 7 V και των 12 V . Στην Εικόνα 45 εμφανίζονται οι εισοδοί και έξοδοι τροφοδοσίας του Arduino UNO. [98]



Εικόνα 45-Arduino UNO τροφοδοσία

Οι ακροδέκτες (pins) τροφοδοσίας, είναι οι ακόλουθοι:

- Ο ακροδέκτης με όνομα Vin ισοδυναμεί με την τάση εισόδου της πλακέτας, όταν χρησιμοποιεί εξωτερική πηγή ενέργειας.
- Ο ακροδέκτης με όνομα 5V δείχνει την τάση της πλακέτας η οποία ισούται με 5V, (από εξωτερική τροφοδοσία ή μέσω USB ή είναι η ρυθμισμένη τάση που δίνεται μέσω του Vin).
- Ο ακροδέκτης με όνομα 3.3V δείχνει την τάση που προέρχεται από το ολοκληρωμένο κύκλωμα FTDI (Future Technology Devices International). Σύμφωνα με τις προδιαγραφές το προς άντληση ρεύμα δεν ξεπερνάει τα 50mA.
- Οι δύο ακροδέκτες με όνομα GND λειτουργούν ως γείωση για την πλακέτα.

Μνήμη Arduino Uno

Ο μικροεπεξεργαστής ATmega328, διαθέτει τρεις διαφορετικούς τύπους μνήμης.

- Την Flash memory η οποία είναι χωρητικότητας 32Kb και αποθηκεύονται τα Arduino sketch και ο bootloader του Arduino. Περίπου 27 Kb είναι ο ωφέλιμος χώρος για τα προγράμματα του Arduino και 5Kb για τον bootloader. Τα δεδομένα και οι πληροφορίες της μνήμης flash δε χάνονται με διακοπή ρεύματος τροφοδοσίας ή επανεκκίνησης της πλακέτας.

- την SRAM (static random access memory), την οποία χρησιμοποιεί το sketch κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής του για την αποθήκευση και τροποποίηση μεταβλητών. Η συνολική χωρητικότητά της είναι 2kb. Τα δεδομένα τα οποία είναι αποθηκευμένα σε αυτήν χάνονται όταν η πλακέτα του Arduino δεν τροφοδοτείται με ρεύμα ή πατηθεί το κουμπί επανεκκίνησης.

Ακροδέκτες Arduino Uno

Η πλατφόρμα Arduino για την αλληλεπίδραση με τον περιβάλλοντα χώρο, χρησιμοποιεί αισθητήρες και άλλα εξαρτήματα τα οποία συνδέονται σε μια σειρά από ακροδέκτες (pins). Κάθε ακροδέκτης (pin) έχει τη δυνατότητα να δέχεται ή να αποστέλλει σήματα. (είτε ως είσοδος είτε ως έξοδος). Η πλακέτα του Arduino Uno αποτελείται από 20 ακροδέκτες εκ των οποίων οι 14 είναι ψηφιακοί και οι 6 είναι αναλογικοί. Παρακάτω παρουσιάζονται οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των ακροδεκτών. (Εικόνα 46) [98]

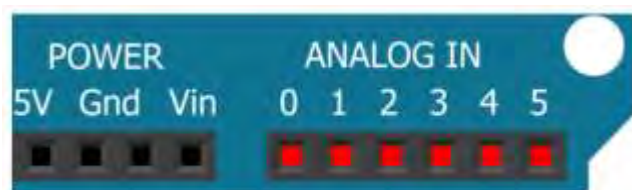
- Τα pins 0 και 1 επιτελούν την λειτουργία transmit/receive της σειριακής θύρας. Έτσι, όταν το πρόγραμμά στέλνει δεδομένα στη σειριακή θύρα, αυτά προωθούνται και στη θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB και στον ακροδέκτη 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή. Η ενεργοποίηση της σειριακής διεπαφής, σειριακό interface έχει ως αποτέλεσμα τη δέσμευση 2 ψηφιακών εισόδων/εξόδων της πλατφόρμας.
- Τα pins 2 και 3 έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupts (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Η λειτουργία τους καθορίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρουσιάζουν τις ιδιότητες των ψηφιακών εισόδων. Δηλαδή όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, αναστέλλεται η κανονική λειτουργία του προγράμματος και εκκινείται μία ορισμένη συνάρτηση. Τα εξωτερικά interrupts βρίσκουν εφαρμογή σε εφαρμογές που για την λειτουργία τους είναι απαραίτητος ο συγχρονισμός μεγάλης ακρίβειας.

Τα pins 3, 5, 6, 9, 10 και 11 έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν ως ψευδό- αναλογικές έξοδοι με τη χρήση του συστήματος PWM (Pulse Width Modulation).



Εικόνα 46- Ακροδέκτες Ψηφιακοί Arduino Uno

Επιπλέον, η πλακέτα Arduino περιλαμβάνει μια σειρά από αναλογικές ακίδες με αριθμούς από το 0 έως το 5, όπως εμφανίζεται και στην παρακάτω Εικόνα 47. Η πλακέτα Arduino αποτελείται από έναν αναλογικό-σε-ψηφιακό μετατροπέα 6 καναλιών. Ο μετατροπέας έχει ως έξοδο ακέραιους αριθμούς από 0 έως 1023. Οι ακροδέκτες ANALOG IN έχουν ως κύρια λειτουργία την ανάγνωση αναλογικών αισθητήρων και γενικά όλων των γενικών ακίδων εισόδου/εξόδου.









Εικόνα 47- Αναλογικοί ακροδέκτες του Arduino UNO

Arduino IDE

Το Arduino IDE [99], είναι το πιο δημοφιλές περιβάλλον ανάπτυξης (integrated development environment) για την πλακέτα Arduino. Το Arduino IDE είναι το γραφικό περιβάλλον το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη, μεταγλώττιση και φόρτωση των προγραμμάτων (arduino sketch). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος ανάπτυξης.

Πίνακας 3 Χαρακτηριστικά Arduino IDE[98]

Arduino IDE	
Εργαλείο	Περιγραφή
	Με την επιλογή του κουμπιού στα δεξιά, πραγματοποιείται συντακτικός έλεγχος.
	Με την επιλογή του κουμπιού στα δεξιά, πραγματοποιείται συντακτικός έλεγχος. Στην περίπτωση που ο έλεγχος δεν βρει κάποιο λάθος το Arduino sketch φορτώνεται στο Arduino.
	Με την επιλογή του κουμπιού στα δεξιά, δημιουργείται ένα καινούριο sketch.
	Με την επιλογή του κουμπιού στα δεξιά, εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο δίνεται η επιλογή όλων των sketch.
	Με την επιλογή του κουμπιού στα δεξιά, αποθηκεύονται οι αλλαγές στο sketch.
	Αποθηκεύει ένα sketch.

Το Arduino IDE έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Βασίζεται στην γλώσσα προγραμματισμού Java .
- Ειδική σήμανση για τη σωστή σύνταξη των προγραμμάτων του Arduino.
- Δυνατότητα προσθήκης βιβλιοθηκών για προέκταση της λειτουργικότητας της πλακέτας Arduino. Η προσθήκη βιβλιοθηκών πραγματοποιείται είτε μέσω του διαδικτύου είτε μέσω zip αρχείων.
- Διαθέτει σειριακή οθόνη η οποία παρουσιάζει όλες τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), δίνει τη δυνατότητα της αποστολής αλφαριθμητικών στο Arduino και χρησιμοποιείται από τους προγραμματιστές για την εκσφαλμάτωση των sketch (σεναρίων).
- Δίνει τη δυνατότητα της μεταφόρτισης των μεταγλωττισμένων sketch στο Arduino.
- Η γλώσσα προγραμματισμού των sketch του Arduino, είναι η Wiring, η οποία είναι μια διαφορετική έκδοχή της C/C++ για μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής AVR όπως ο ATmega. Η Wiring είναι συμβατή με την C, καθώς και εν μέρει με την C++.
- Ο AVR gcc μεταγλωττίζει τα sketch βάσει της βιβλιοθήκης AVR libe.

Η γλώσσα Wiring και η C παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες ιδιαίτερες στις βασικές εντολές και συναρτήσεις, στους ίδιους τύπων δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στη C. Επιπλέον διαθέτει ορισμένες εντολές, συναρτήσεις και σταθερές οι οποίες είναι υπεύθυνες για την παραμετροποίηση και λειτουργία του υλικού του Arduino.

Κάθε sketch αποτελείται από τις παρακάτω δύο συναρτήσεις: [99]

- Συνάρτηση Setup(): (Εικόνα 48) Στην αρχή της εκτέλεση του sketch καλείται η συνάρτηση Setup(). Συνήθως στην συνάρτηση αυτή πραγματοποιείται η αρχικοποίηση των μεταβλητών και ο ορισμός των ακροδεκτών που θα χρησιμοποιηθούν ακολούθως.

```
int buttonPin = 3;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop()
{
  // ...
}
```

Εικόνα 48- Συνάρτηση Setup()

- Συνάρτηση Loop(): Αφού οριστεί αρχικά η συνάρτηση Setup, το επόμενο βήμα είναι ο ορισμός της συνάρτησης Loop (βρόχος). Η συνάρτηση Loop εκτελείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, σε κάθε επανάληψη (οι μεταβλητές ανανεώνονται) το πρόγραμμα λειτουργεί βάσει των νέων δεδομένων (Εικόνα 49). Η κύρια λειτουργία της συνάρτησης Loop() είναι ο έλεγχος της λειτουργίας της πλακέτας Arduino.

```
const int buttonPin = 3;

// setup initializes serial and the button pin
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

// loop checks the button pin each time,
// and will send serial if it is pressed
void loop()
{
  if (digitalRead(buttonPin) == HIGH)
    Serial.write('H');
  else
    Serial.write('L');

  delay(1000);
}
```

Εικόνα 49 Συνάρτηση Loop()

4.1.2 Αισθητήρας θερμοκρασίας & υγρασίας DHT11

Το DHT11 (Εικόνα 50) είναι ένας χαμηλού κόστους αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας. Χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα υγρασίας χωρητικής λειτουργίας και ένα θερμίστορ για να μετρήσει τον περιβάλλοντα αέρα, και βγάζει ως έξοδο ένα ψηφιακό σήμα στο data pin.) Είναι αρκετά απλό στη χρήση του, αλλά απαιτεί αυστηρό χρονοδιάγραμμα για την εξόρυξη των δεδομένων. Το μόνο πραγματικό μειονέκτημα αυτού του αισθητήρα είναι ότι μπορούμε να πάρουμε καινούρια δεδομένα κάθε 2 δευτερόλεπτα, δηλαδή έχει συχνότητα λειτουργίας 0.5 Hz, επομένως κατά τον προγραμματισμό του και τη χρήση του, θα πρέπει να το λάβουμε υπόψη.



Εικόνα 50 Αισθητήρας θερμοκρασίας & υγρασίας DHT11

Τεχνικά χαρακτηριστικά

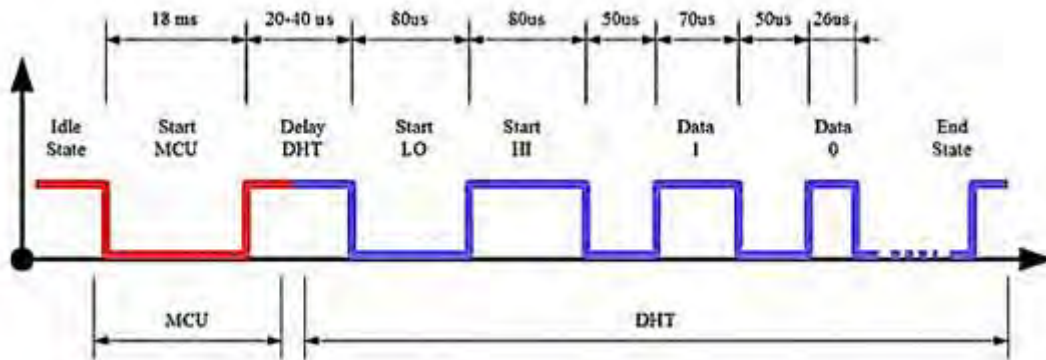
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα θερμοκρασίας/υγρασίας DHT11 που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, φαίνονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4 Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα θερμοκρασίας/υγρασίας DHT11

Ο Αεροελεγκτής ATMEGA328	
Voltage	5V
Input	7-12V
Voltage Limits	6-20V
Digital Pins	I/O 14, (6 PWM έξοδοι)
Analog Pins	6
Flash memory	32KB (ATMEGA328)
SRAM memory	2KB (ATMEGA328)
EEPROM memory	1KB (ATMEGA328)
Clock speed	16MHz

Τρόπος λειτουργίας

Για την αποστολή μηνύματος από τον αισθητήρα DHT11, είναι απαραίτητη η μετάβαση από τη λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης σε λειτουργία υψηλής ταχύτητας, μέχρις τη στιγμή που ο host να είναι έτοιμος και επομένως ο αισθητήρας να στείλει ένα σήμα απόκρισης για την αποστολή δεδομένων 40bit, και το έναυσμα για μια συλλογή πληροφορίας. Παράδειγμα μορφής μηνύματος παρουσιάζεται στην Εικόνα 51 (χρονοδιάγραμμα).



Εικόνα 51- Μορφή μηνύματος από τον αισθητήρα DHT11

Τα 40 bits δεδομένων που στέλνονται έχουν την πιο κάτω μορφή. Επίσης το πιο κάτω παράδειγμα δείχνει πως αναλύονται σε μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας.

(Πίνακας 5- bits δεδομένων του αισθητήρα DHT115)

Πίνακας 5- bits δεδομένων του αισθητήρα DHT11

0011 0101	0000 0000	0001 1000	0000 0000	0100 1101
High Humidity	Low Humidity	High Temp	Low Temp	Parity Bit

Υπολογίζουμε: $0011\ 0101 + 0000\ 0000 + 0001\ 1000 + 0000\ 0000 = 0100\ 1101$

Άρα τα ληφθέντα δεδομένα είναι ορθά λόγω του ελέγχου του parity bit και οι μετρήσεις είναι: Υγρασία: $0011\ 0101 = 35H = 53\%$

Θερμοκρασία: $0001\ 1000 = 18H = 24\ ^\circ C$

Τόσο στην εφαρμογή όσο και στην προσομοίωση που αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε ένας αισθητήρας DHT11.[100]

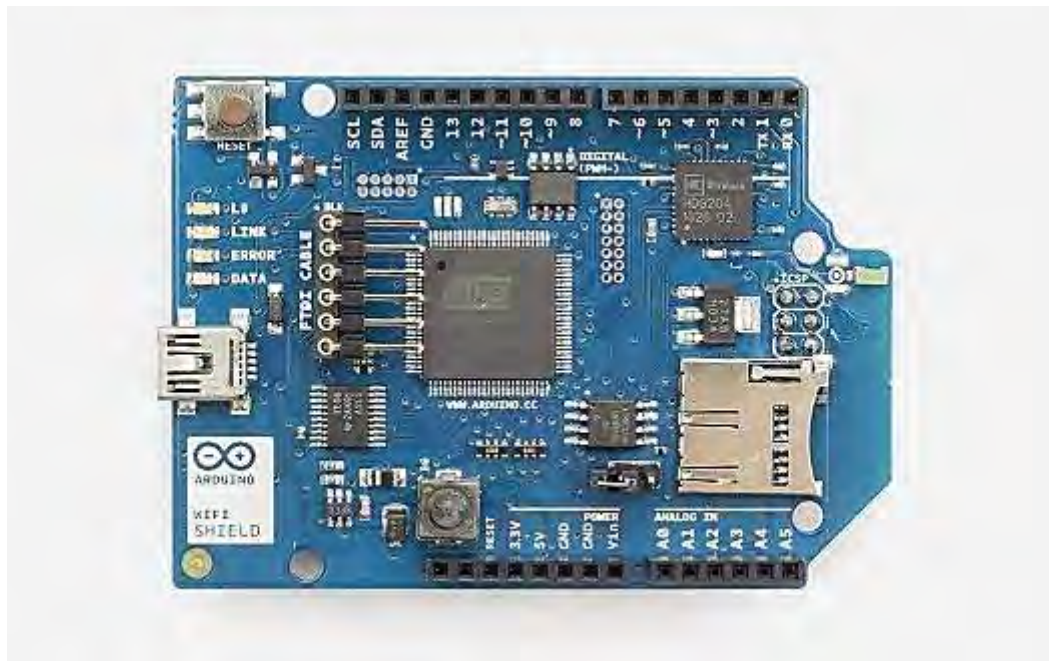
4.1.1 BreadBoard



Εικόνα 52- Breadboard

[101]

4.1.2 Arduino WiFi Shield



Εικόνα 53- Arduino WiFi Shield

Η κάθε shield (ασπίδα) προσθέτει επιπλέον υλικό (hardware) στην πλακέτα του Arduino. Το Arduino WiFi Shield ,Εικόνα 53 ,συνδέει το Arduino στο διαδίκτυο με ασύρματο τρόπο.Επιτρέπει στην πλακέτα να συνδεθεί στο internet χρησιμοποιώντας 802.11b/g δίκτυα, παρέχοντας την ικανότητα τόσο για TCP, όσο και για UDP σύνδεση.

Επιπλέον, διαθέτει μία υποδοχή κάρτας micro-SD που χρησιμοποιείται ως επιπλέον αποθηκευτικός χώρος για την αποστολή αρχείων στο δίκτυο. Η θύρα SPI χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με την πλακέτα του Arduino, ενώ τέλος διαθέτει και υποδοχή Mini-USB για την ενημέρωση νέων firmware. Στην πτυχιακή μου εργασία χρησιμοποίησα μία Arduino WiFi shield για την σύνδεση με το διαδίκτυο και την μεταφορά δεδομένων στην πλατφόρμα IoT Thingspeak. [107]

4.1.3 LCD

Η Οθόνη LCD κρυστάλλων χρησιμοποιήθηκε στην προσομοίωση που αναπτύχθηκε κατά την διάρκεια της πτυχιακής εργασίας με τη χρήση του Λογισμικού Proteus. Τα pins και οι λειτουργίες τους, συνοπτικά παρουσιάζονται στην παρακάτω οθόνη (Πίνακας 6).

Πίνακας 6- Pins LCD 2x16

Pin No.	Symbol	Function
1	Vss	Ground
2	Vdd	+5V
3	Vo	LCD contrast adjust
4	RS	Register select
5	R/W	Read / write
6	E	Enable
7	DB0	Data bit 0
8	DB1	Data bit 1
9	DB2	Data bit 2
10	DB3	Data bit 3
11	DB4	Data bit 4
12	DB5	Data bit 5
13	DB6	Data bit 6
14	DB7	Data bit 7
+	BL+	Power Supply for BL+
-	BL-	Power Supply for BL-

4.1.4 Proteus

Το Λογισμικό Προσομοίωσης (Simulation Software) χρησιμοποιήθηκε στην πτυχιακή εργασία και έχει ως κύριο χαρακτηριστικό τον σχεδιασμό και αναπαράσταση ενός αληθινού φαινομένου σε μαθηματικό μοντέλο με τη χρήση μιας σειράς από μαθηματικές μεθόδους. Το λογισμικό Proteus δίνει τη δυνατότητα της παρατήρησης, καταγραφής δεδομένων μιας λειτουργίας (μέσω της προσομοίωσης) χωρίς να είναι απαραίτητη η εκτέλεση αυτής της λειτουργίας. Το Proteus και γενικότερα εργαλεία προσομοίωσης βρίσκουν αποδοχή και εφαρμογή στη σχεδίαση τελικών & ενδιάμεσων προϊόντων χωρίς να απαιτείται η κατασκευή τους. Επιπλέον, πιο σύνθετα εργαλεία προσομοίωσης, έχουν τη δυνατότητα της ανάπτυξης μοντέλων πρόβλεψης των καιρικών συνθηκών, χημικών αντιδράσεων και άλλα. [102]

5 ThingSpeak



Εικόνα 54-Η πλατφόρμα Thingspeak

Η Thingspeak (Εικόνα 54), είναι μία από τις πιο επιτυχημένες και δημοφιλείς πλατφόρμες νέφους (cloud) Internet of Things (IoT).

Κάποια από τα κύρια χαρακτηριστικά και δυνατότητες της είναι :

- Η real-time καταγραφή και αποθήκευση πληροφοριών τα οποία προέρχονται από τους αισθητήρες των συνδεδεμένων συσκευών.
- Η χρήση του λογισμικού MATLAB για την αναπαράσταση και επεξεργασία των αποθηκευμένων δεδομένων
- Η αποστολή notifications (ειδοποιήσεων). Αυτόματη κίνηση των δεδομένων και επικοινωνία χρησιμοποιώντας 3rd party υπηρεσίες όπως το Twitter
- Επιτρέπεται η επικοινωνία συσκευών. Εύκολη ρύθμιση των συσκευών στην αποστολή δεδομένων χρησιμοποιώντας δημοφιλή IoT Protocols.
- Ανοικτό API
- Η καταγραφή γεωγραφικών δεδομένων (χωρικά δεδομένα, γεωγραφικό μήκος & πλάτος)
- Λειτουργεί ως συλλέκτης δεδομένων.

Πιο αναλυτικά, η πλατφόρμα ThingSpeak δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης με low-cost πλακέτες όπως το Arduino και το Raspberry Pi πλατφόρμες όπως η ioBridge / RealTime.io και Electric Imp καθώς και εφαρμογές Mobile / Web Applications, τα κοινωνικά δίκτυα καθώς και δεδομένα Analytics μέσω του MATLAB. [108]

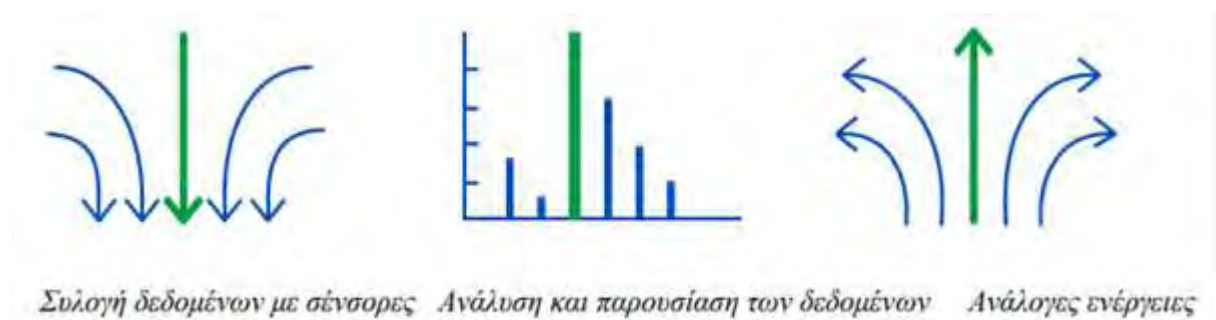
Η πλατφόρμα ThingSpeak είναι μια Internet of Things πλατφόρμα της Mathworks που επιτρέπει την συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων που υπάρχουν στο υπολογιστικό νέφος σε πραγματικό χρόνο. Το Thingspeak έχει την ικανότητα άμεσης αναπαράστασης των πληροφοριών που συλλέγονται από τις συνδεδεμένες συσκευές. Επιπλέον, είναι εφικτή η εκτέλεση κώδικα σε Matlab κατευθείαν στο ThingSpeak για την ταχύτερη και πιο αποτελεσματική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων που εισέρχονται από την συσκευή σε πραγματικό χρόνο.

Σύμφωνα με τους προγραμματιστές [108] το ThingSpeak είναι μια open source IoT πλατφόρμα API για την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων χρησιμοποιώντας το HTTP πρωτόκολλο μέσω internet ή τοπικής σύνδεσης. Το ThingSpeak κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2010 από την ioBridge σε μια προσπάθεια υποστήριξης εφαρμογών του Internet of Things. API είναι ένα σετ από υπορουτίνες και συναρτήσεις, πρωτόκολλα και εργαλεία για την ανάπτυξη software εφαρμογών.

5.1 Βασικές Λειτουργίες

Οι βασικές λειτουργίες της πλατφόρμας ThingSpeak είναι: (Εικόνα55)

- Η συλλογή δεδομένων με σένσορες
- Η ανάλυση κι παρουσίαση των δεδομένων.
- Ανάλογες ενέργειες.



Εικόνα 55- Βασικές λειτουργίες της πλατφόρμας ThingSpeak

5.1.1 Συλλογή

Υπάρχουν αισθητήρες παντού - στα σπίτια μας, τα έξυπνα τηλέφωνα, τα αυτοκίνητα, την υποδομή των πόλεων και τον βιομηχανικό εξοπλισμό. Οι αισθητήρες ανιχνεύουν και μετρούν πληροφορίες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η πίεση. Και επικοινωνούν τα δεδομένα με κάποια μορφή, όπως μια αριθμητική τιμή ή ένα ηλεκτρικό σήμα.

Οι αισθητήρες ή τα πράγματα, αισθάνονται δεδομένα και τυπικά δρουν τοπικά. Το ThingSpeak επιτρέπει σε αισθητήρες, όργανα και ιστότοπους να στέλνουν δεδομένα στο σύννεφο όπου αποθηκεύονται είτε σε ιδιωτικό είτε σε δημόσιο κανάλι. Το ThingSpeak αποθηκεύει τα δεδομένα σε ιδιωτικά κανάλια από προεπιλογή, αλλά τα δημόσια κανάλια εφαρμόζονται σε περιπτώσεις διαμοιρασμού δεδομένων με άλλους. Μόλις τα δεδομένα βρίσκονται σε ένα κανάλι ThingSpeak, μπορείτε να τα αναλύσετε και να τα απεικονίσετε, να υπολογίσετε νέα δεδομένα ή να αλληλεπιδράσετε με τα κοινωνικά μέσα, τις υπηρεσίες ιστού και άλλες συσκευές.

5.1.2 Ανάλυση

Η αποθήκευση δεδομένων στο σύννεφο παρέχει εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα σας. Χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά εργαλεία ανάλυσης, μπορείτε να εξερευνήσετε και να απεικονίσετε δεδομένα. Μπορείτε να ανακαλύψετε τις σχέσεις, τα πρότυπα και τις τάσεις στα δεδομένα. Μπορείτε να υπολογίσετε νέα δεδομένα. Και μπορείτε να το απεικονίσετε σε plots, charts και gauges. Το ThingSpeak παρέχει πρόσβαση στο MATLAB για να σας βοηθήσει να έχετε νόημα των δεδομένων. Μπορείς να:

- Μετατρέψεις, συνδυάσεις και υπολογίσεις νέα δεδομένα.
- Προγραμματίσεις υπολογισμούς για εκτέλεση σε συγκεκριμένες ώρες.
- Κατανοήσεις οπτικά τις σχέσεις στα δεδομένα χρησιμοποιώντας ενσωματωμένες λειτουργίες σχεδίασης.
- Συνδυάσεις δεδομένα από πολλά κανάλια για να δημιουργήσετε μια πιο εξελιγμένη ανάλυση.

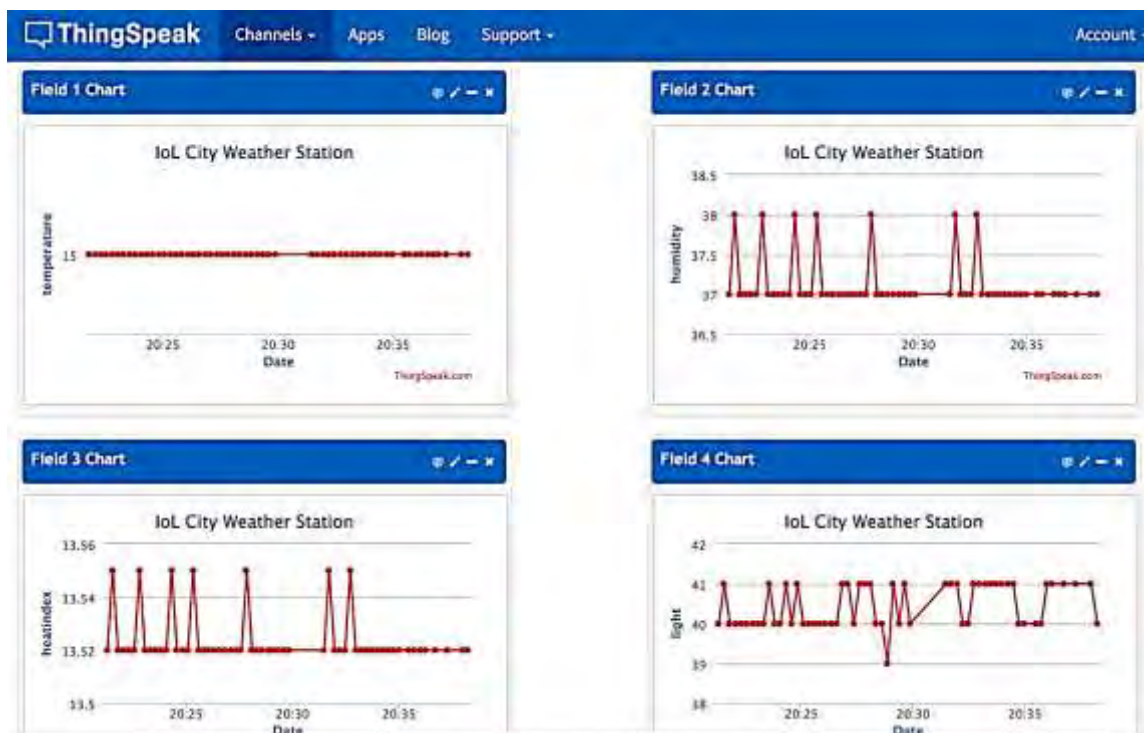
5.1.3 Δράση

Η δράση σε μεταβολή της τιμής κάποιων δεικτών (αλλαγή στα δεδομένα), μπορεί να είναι μία ειδοποίηση όπως ένα tweet ότι η θερμοκρασία που ανέβηκε πάνω από το όριο

των 23°C. Ή μπορούμε να δημιουργήσουμε μια πιο περίπλοκη ενέργεια, όπως ενεργοποίηση ενός κινητήρα όταν η στάθμη του νερού στη δεξαμενή νερού σας πέσει κάτω από ένα καθορισμένο όριο. Μπορούμε να ελέγξουμε ακόμη και συσκευές από απόσταση, όπως κλειδαριές πόρτας με μπαταρία.

5.2 Λειτουργία Thingspeak

Η πλατφόρμα αυτή προσφέρεται δωρεάν για τον χρήστη και απαιτείται μόνο η χρήση ενός απλού λογαριασμού ηλεκτρονικού ταχυδρομείου e-mail για την εγγραφή του σε αυτήν. Προσφέρει τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οπτικοποίηση των δεδομένων που συλλέγονται με τη μορφή διαγραμμάτων, την δυνατότητα να δημιουργηθούν προσθήκες (plugins) και εφαρμογές για τη συνεργασία με διαδικτυακές υπηρεσίες, κοινωνικά δίκτυα και άλλα APIs(Εικόνα 56). Τα δεδομένα αυτά τα λαμβάνει από διάφορους αισθητήρες ή ενεργοποιητές, όπως Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black και άλλα.



Εικόνα 56- Συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, με τη μορφή διαγραμμάτων

Το βασικό στοιχείο του ThingSpeak είναι το “κανάλι ThingSpeak” (Thingspeak Channel).(Εικόνα57)

Εικόνα 57 Κανάλι ThingSpeak

Το κανάλι αυτό αποθηκεύει τα δεδομένα που στέλνουμε στο ThingSpeak και αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- 8 πεδία για την αποθήκευση δεδομένων οποιουδήποτε τύπου: Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση των δεδομένων από έναν αισθητήρα ή από μια ενσωματωμένη συσκευή.
- 3 πεδία τοποθεσίας (location fields): Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποθηκεύσουν το γεωγραφικό πλάτος, μήκος και το υψόμετρο. Αυτά είναι πολύ χρήσιμα για την παρακολούθηση μιας κινητής συσκευής.
- 1 πεδίο κατάστασης (status field): Ένα σύντομο μήνυμα για να περιγράψει τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο κανάλι.

Επίσης το ThingSpeak support toolbox επιτρέπει την χρήση της MATLAB για την ανάλυση και απεικόνιση δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στο thingspeak.com ή σε ιδιωτικές εγκαταστάσεις ThingSpeak. Συγκεκριμένα, μπορούν να εκτελεστούν οι ακόλουθες εργασίες με την MATLAB και το ThingSpeak support toolbox:

- Να αποκτηθούν πιο πρόσφατα δεδομένα από δημόσια και ιδιωτικά κανάλια του ThingSpeak.

- Να αποκτηθούν ταυτόχρονα δεδομένα από όλα τα πεδία (και τα 8) ενός ThingSpeak καναλιού.
- Να αποκτηθούν τα δεδομένα του καναλιού και του πεδίου κατά σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- Να εγγράφονται τα δεδομένα από την MATLAB σε ένα κανάλι ThingSpeak.
- Να εκτελούνται στατιστικές αναλύσεις των δεδομένων του καναλιού.

Η έναρξη χρήσης της πλατφόρμας ThingSpeak, προϋποθέτει την εγγραφή και δημιουργία ενός καναλιού (Εικόνα 58). Μόλις ολοκληρωθεί η δημιουργία του καναλιού, είναι εφικτή η αποστολή και διάδοση των δεδομένων και μετέπειτα η επεξεργασία τους.



Εικόνα 58 Η οθόνη έναρξη χρήσης της πλατφόρμας ThingSpeak

Όταν δημιουργείται ένα κανάλι, παράγεται ένα API κλειδί εγγραφής (write API key). Το write API key χρησιμοποιείται για την αποστολή δεδομένων στο κανάλι και το API key ανάγνωσης (read API key) χρησιμοποιείται για να διαβάσει τα δεδομένα του καναλιού.

Ουσιαστικά το write API key, πρόκειται για ένα κλειδί ταυτοποίησης της συσκευής στη πλατφόρμα του Thingspeak, το οποίο είναι και ο μοναδικός τρόπος ταυτοποίησης, καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα χρήσης username-password. Το κλειδί αυτό αποτελείται από αλφαριθμητικούς χαρακτήρες και πρέπει να αποθηκευτεί σε ασφαλές μέρος από τον χρήστη. Σε περίπτωση απώλειας, υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθεί καινούργιο κλειδί. Στον κώδικα που θα αναλυθεί στα παρακάτω κεφάλαια, θα φανεί πιο συγκεκριμένα ο ρόλος και η χρήση του κλειδιού αυτού.

5.2.1 Πρώτα βήματα με τη ThingSpeak

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές για υπολογιστές ή για έξυπνα κινητά που μπορούμε να συνδέσουμε το Arduino, να καταγράψουμε τις τιμές των αισθητήρων, να το χειριστούμε από

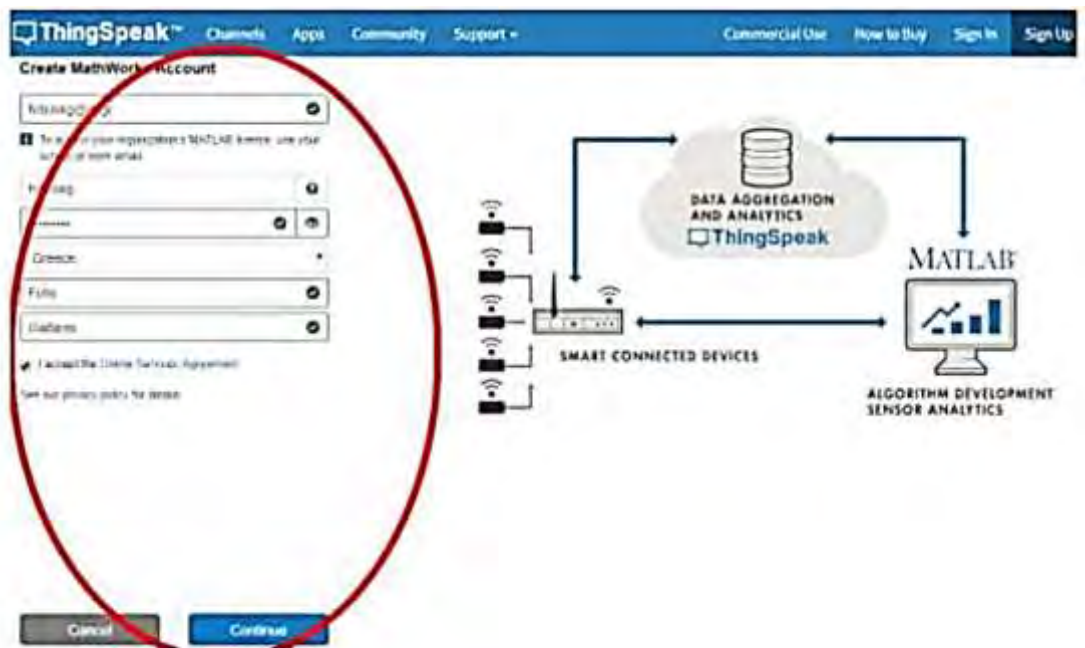
απόσταση και να πάρουμε σχετικές αποφάσεις. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε στην ουσία ένα δίκτυο IoT. Επιλέξαμε να συνδέσουμε το Arduino με τον Internet of Things server ThingSpeak γιατί είναι ανοιχτό και έχει φιλικό περιβάλλον για το χρήστη. Τα παρακάτω βήματα είναι απαραίτητα

- Ανοίξτε τη σελίδα ThingSpeak <https://thingspeak.com/> (Εικόνα 59).
- Επιλέξτε το Sign Up (επάνω δεξιά) για να δημιουργήσετε ένα λογαριασμό.



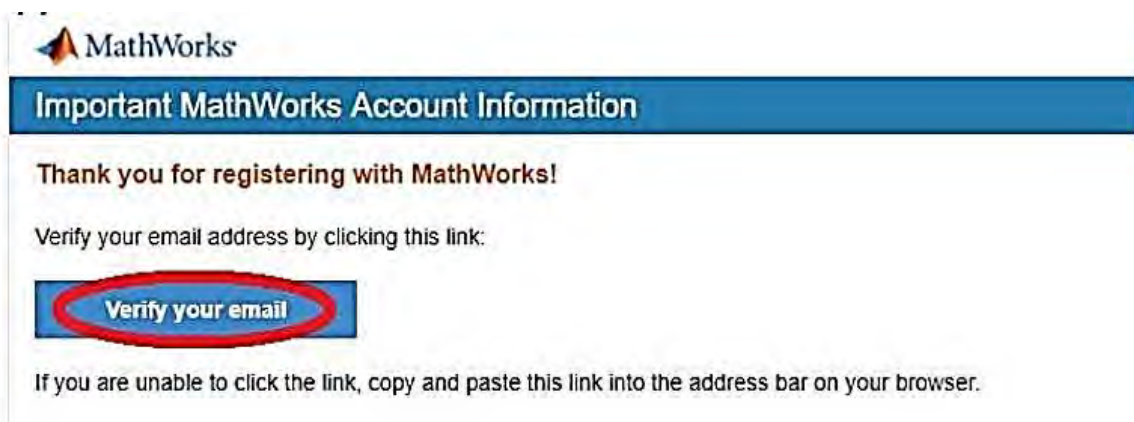
Εικόνα 59- Είσοδος στη πλατφόρμα ThingSpeak

- Γράψτε τα στοιχεία που απαιτούνται για την εγγραφή με λατινικούς χαρακτήρες και πατήστε Continue(Εικόνα 60).



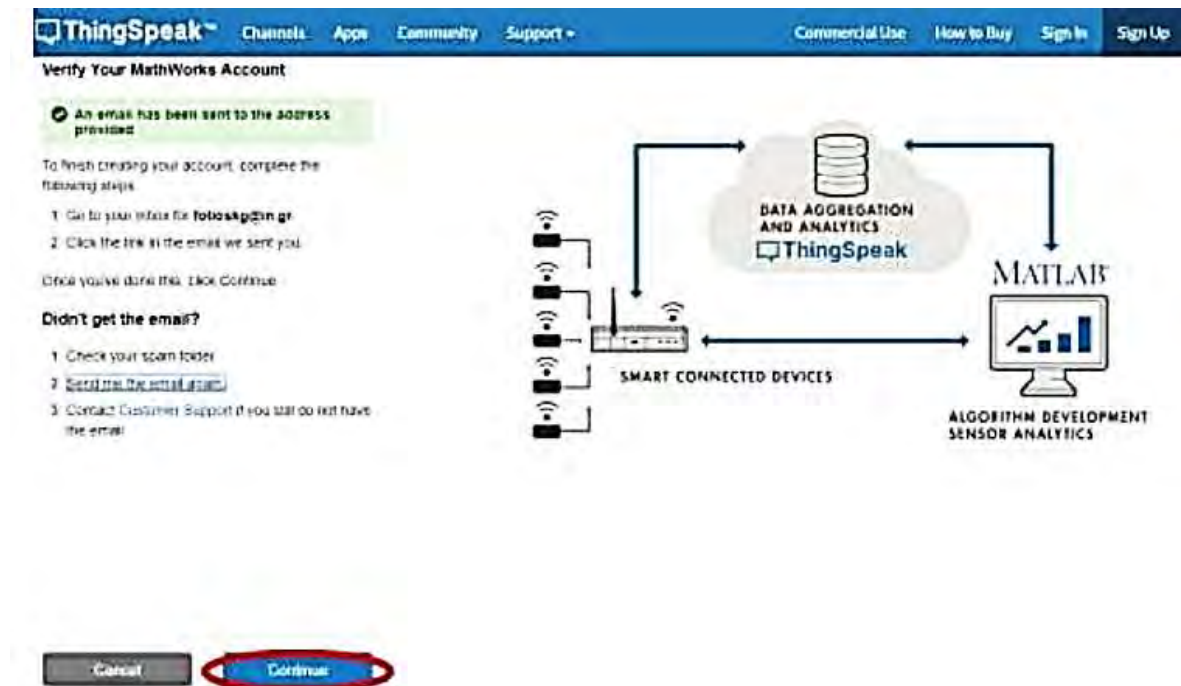
Εικόνα 60- Καταχώρηση στοιχείων για τη δημιουργία λογαριασμού

- Ανοίξτε το mail σας και ενεργοποιήστε το λογαριασμό που δημιουργήσατε πατώντας το πλήκτρο Verify your email.(Εικόνα 61)



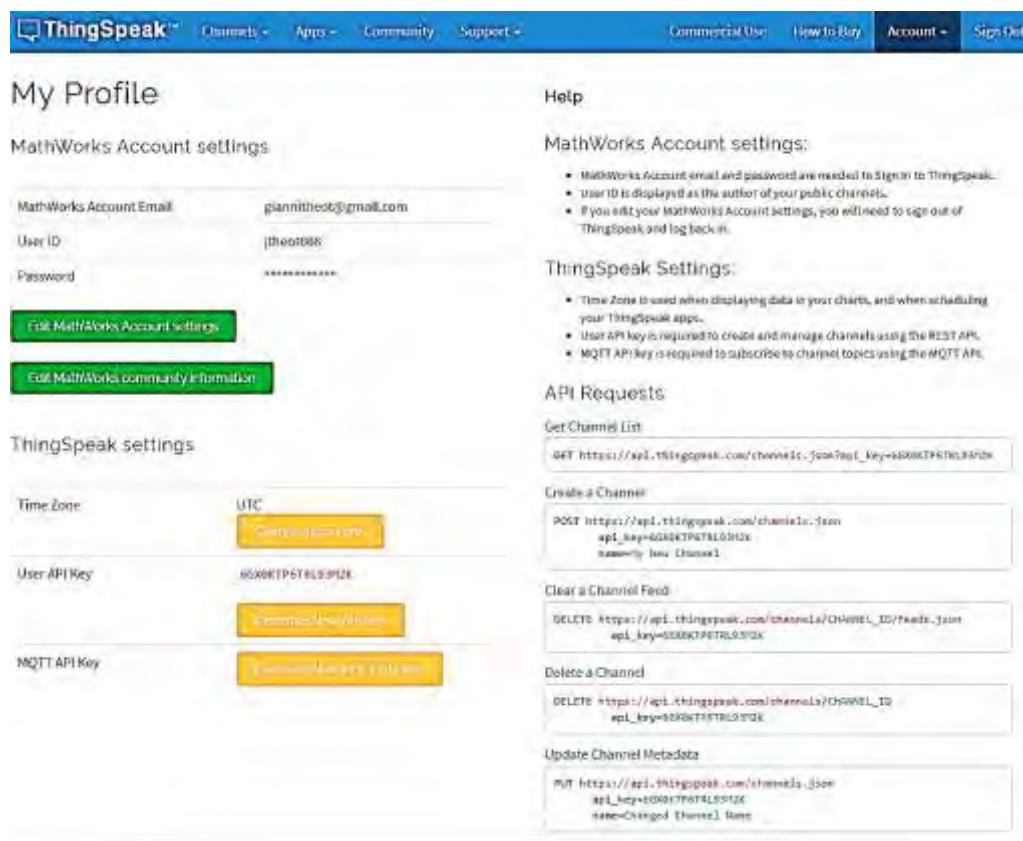
Εικόνα 61- Ενεργοποίηση λογαριασμού

- Επιστρέψτε στην προηγούμενη σελίδα του ThingSpeak και πατήστε Continue.(Εικόνα 62)



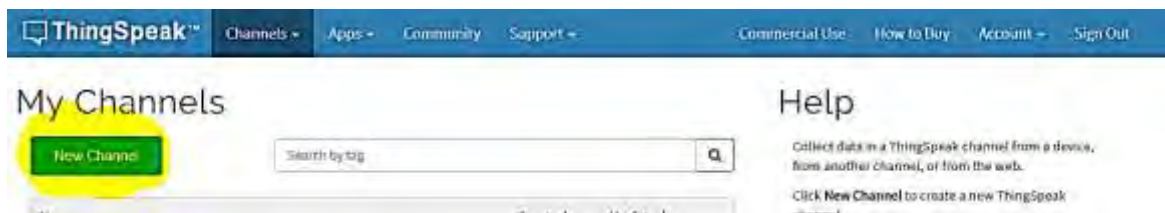
Εικόνα 62 Δημιουργία λογαριασμού

- Ο λογαριασμός σας δημιουργήθηκε. Πατήστε το OK. Η σελίδα του προφίλ του λογαριασμού παρουσιάζεται στην Εικόνα 63.



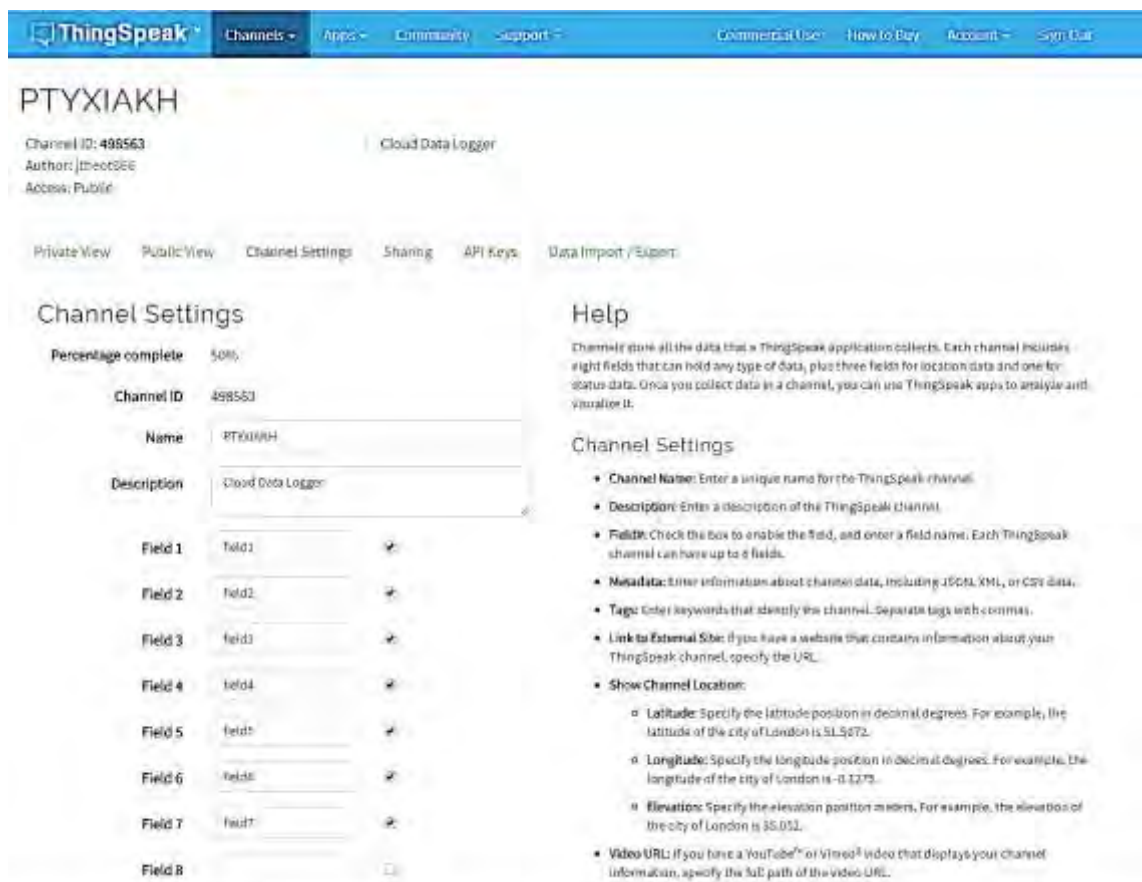
Εικόνα 63- Προφίλ του λογαριασμού

- Επιλέξτε New Channel. Στο κανάλι που δημιουργούμε θα επικοινωνεί το Arduino με τον IoT Server (Εικόνα 64).



Εικόνα 64-Δημιουργία καναλιού

- Δίνουμε στο κανάλι το όνομα «PTYXIAKH» και ενεργοποιούμε και τα 8 πεδία και σε κάθε πεδίο (Field1, Field2, κ.λπ.) και επιλέγουμε το κουμπί Save Channel. Το κανάλι δημιουργήθηκε όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 65 .



Εικόνα 65- Πεδία του καναλιού

- Πηγαίνετε στο Public View και επιλέξτε Sharing. (Εικόνα 66).

Εικόνα 66- Public view

5.3 Featured Projects

5.3.1 Cadmus Energy Data Analysis Tools

Η εφαρμογή Cadmus συλλέγει και αναλύει δεδομένα ενέργειας σε σχεδόν πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας το MATLAB και την πλατφόρμα ThingSpeak IoT (Εικόνα 67). Η συνήθης πρακτική του κλάδου για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ήταν η τοποθέτηση συσκευών αισθητήρων καταγραφής σε κάθε τοποθεσία. Η ανάλυση δεν μπορούσε να ξεκινήσει μέχρι να συλλεχθούν οι συσκευές αρκετούς μήνες αργότερα και οι δυσλειτουργίες της συσκευής ανακαλύφθηκαν μόνο όταν ήταν πολύ αργά για να τις διορθώσουμε. Για να αντιμετωπίσει αυτά τα ζητήματα, η Cadmus ήθελε να αναπτύξει μια λύση στην οποία οι αισθητήρες έβαλαν μετρήσεις στο σύννεφο αρκετές φορές την ώρα. Οι μηχανικοί της Cadmus αξιολόγησαν τα συστήματα τρίτων κατασκευαστών που προ-προγραμματίστηκαν για να φορτώσουν τα δεδομένα σε μια ιδιόκτητη πλατφόρμα, όπου ήταν δύσκολη η πρόσβαση. Η εταιρεία χρειαζόταν μια ανοιχτή πλατφόρμα για αξιόπιστη συλλογή και αποθήκευση δεδομένων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, καθώς και εργαλεία ανάλυσης δεδομένων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για την ανάλυση και απεικόνιση των δεδομένων για ποικίλες εφαρμογές, όπως μελέτες ενεργειακής απόδοσης, πρόβλεψη ζήτησης και απόρριψη φορτίου. [108]



Εικόνα 67- Energy Tool Data Analysis

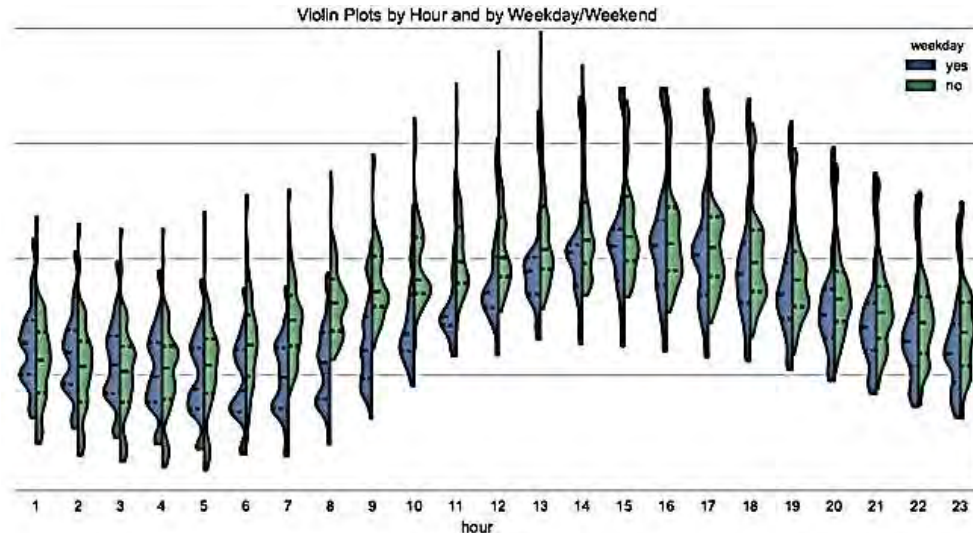
Η Cadmus χρησιμοποίησε το λογισμικό MATLAB και την πλατφόρμα ThingSpeak για να αναπτύξει δύο συστήματα cloud-connected αισθητήρων για τη μέτρηση και ανάλυση ενεργειακών δεδομένων σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, ενώ παράλληλα καθιέρωσε μια ροή εργασίας για την ταχεία εφαρμογή παρόμοιων συστημάτων.

Το πρώτο σύστημα, που σχεδιάστηκε για μελέτη ενεργειακής απόδοσης κατοικιών, χρησιμοποίησε προσαρμοσμένους αισθητήρες για την αποστολή μετρήσεων θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και τάσης μπαταρίας συσκευών στο ThingSpeak κάθε πέντε λεπτά. Το δεύτερο, το οποίο σχεδιάστηκε για να παρακολουθεί τα φορτία των συστημάτων HVAC και των μεγάλων συσκευών, χρησιμοποίησε εξοπλισμό αυτοματισμού οικιακού εξοπλισμού για να αποστέλλει δεδομένα ανάκτησης ισχύος, που καταγράφηκαν σε οικιακούς διακόπτες και σε μεμονωμένα σημεία πώλησης, κάθε λεπτό.

Με τη χρήση της πλατφόρμας ThingSpeak, οι μηχανικοί δημιούργησαν νέα κανάλια για τη συλλογή δεδομένων από τους αισθητήρες και για να επιβεβαιώσουν γρήγορα ότι κάθε νέος αισθητήρας που προστίθεται στο σύστημα στέλνει αξιόπιστα δεδομένα. Εργαζόμενοι με τη χρήση του MATLAB είναι εφικτή η ανάλυση δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω τυποποιημένων στατιστικών τεχνικών για τον εντοπισμό των αποθεμάτων και τον υπολογισμό μέσων και τυπικών αποκλίσεων.

Οι μηχανικοί του Cadmus χρησιμοποιούν αυτή τη στιγμή τα εργαλεία MATLAB και Statistics and Machine Learning ToolboxTM για την ανάπτυξη προγνωστικών αλγορίθ-

μων με βάση την εκμάθηση μηχανών και τις προηγμένες τεχνικές ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Αυτοί οι αλγόριθμοι έχουν σχεδιαστεί για να προβλέπουν και να διαμορφώνουν φορτίο με βάση τις καιρικές συνθήκες και τα δεδομένα αισθητήρων που συλλέγονται μέσω του ThingSpeak (Εικόνα 68).

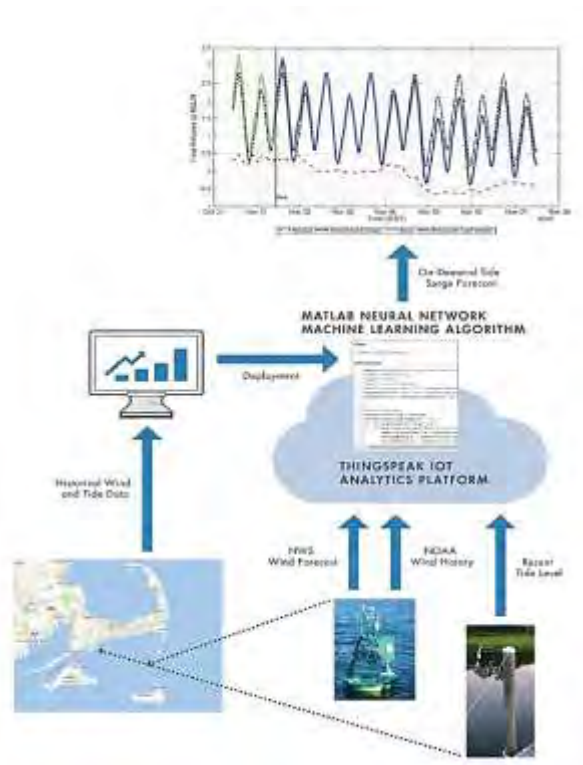


Εικόνα 68- Violin plot of temperature by hour and weekday vs. weekend

5.3.2 Πρόβλεψη Παλίρροιών

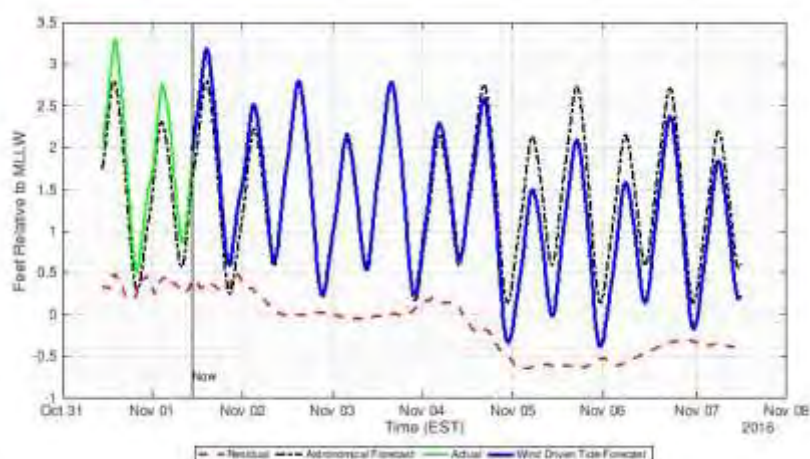
Η εφαρμογή Tide Prediction χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της επίδρασης του ανέμου στα επίπεδα των υδάτων από ιδιοκτήτες σκαφών. Το βάθος του νερού ποικίλει ανάλογα με τις παλίρροιες, αλλά επηρεάζεται επίσης σημαντικά από τη δύναμη, τη διάρκεια και την κατεύθυνση του ανέμου. Η πρόβλεψη των επιπέδων αιολικής κίνησης απαιτεί τυπικά υδροδυναμικά μοντέλα, καθώς και λεπτομερή γνώση του σχήματος του τοπικού κόλπου και του ωκεάνιου δαπέδου. Η NOAA και άλλοι οργανισμοί χρησιμοποιούν αυτούς τους πόρους για να προβλέψουν το βάθος του νερού στα μεγάλα λιμάνια, αλλά τα μικρά λιμάνια και οι όρμοι δεν μπορούν να δικαιολογήσουν το σχετικό κόστος.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε βασίζεται σε νευρωνικά δίκτυα και συσκευές υλικού χαμηλού κόστους και όχι σε υπολογιστικά εντατικά υδροδυναμικά μοντέλα και πολύπλοκη δικτυακή υποδομή, παρέχοντας οικονομικά εφικτές παλιρροιακές προβλέψεις σε μικρούς λιμένες και κόλπους. Στην Εικόνα 69- παρουσιάζεται η ροή εργασίας της εφαρμογής.



Εικόνα 69- Σύστημα πρόβλεψης παλιρροιών

Ο κώδικας MATLAB διαβάζει δεδομένα αιολικής και παλιρροιακής ροής από την πλατφόρμα ThingSpeak και άλλες πηγές δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και πραγματοποιεί πρόγνωση παλιρροιών και αλγορίθμων νευρωνικών δικτύων που προβλέπουν την αύξηση της παλίρροιας και δημιουργούν ένα σχέδιο πρόβλεψης ρεύματος (on demand) (Εικόνα 70).



Εικόνα 70 – Σχέδιο πρόβλεψης ρεύματος

Όλος ο κώδικας με αρκετά λεπτομερείς αναφορές είναι διαθέσιμος στον επίσημο ιστότοπο της πλατφόρμας ThingSpeak.

5.3.3 ThingSpeak Weather Station & Data Analysis

Μία ακόμα διακεκριμένη εφαρμογή είναι ο φορητός μετεωρολογικός σταθμός. Είναι πιο εύκολο από ποτέ να αναπτυχθεί ένας φορητός μετεωρολογικός σταθμός (Εικόνα 71). Χρησιμοποιώντας απλά υλικά όπως το Particle Electron και το SparkFun Weather Shield, είναι εύκολη η συναρμολόγηση ενός μετεωρολογικού σταθμού σε σύντομο χρονικό διάστημα και η τοποθέτηση σε σημείο που καλύπτεται από ένα δίκτυο 2G / 3G / 4G. Η αποθήκευση δεδομένων και ο προγραμματισμός είναι διαθέσιμα στο σύννεφο (ThingSpeak και Particle Web IDE). Αυτό δίνει τη δυνατότητα καταγραφής της θερμοκρασίας του σπιτιού σας, της υγρασίας του αυτοκινήτου σας όταν οδηγείτε ώρες στον αυτοκινητόδρομο ή την ανάλυση των δεδομένων καιρού (MATLAB).



Εικόνα 71- Φορητός Μετεωρολογικός Σταθμός

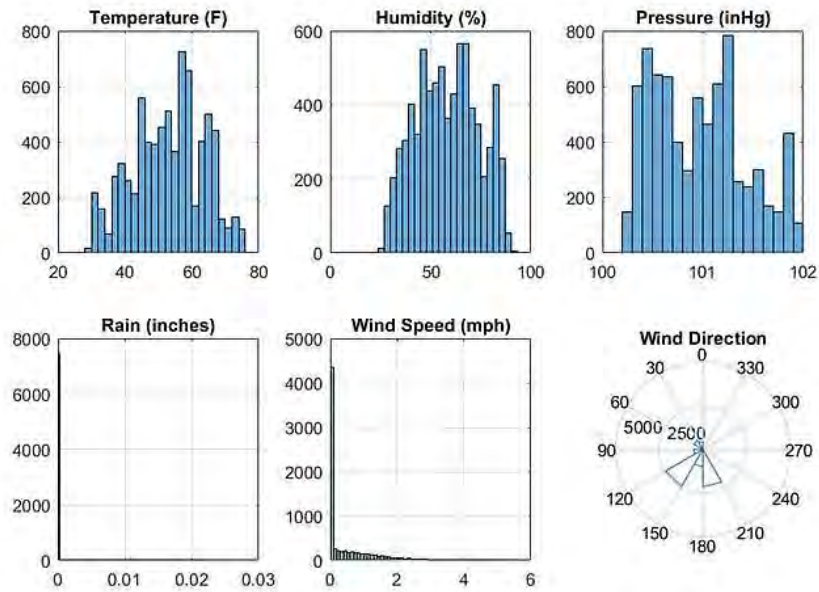
Αναλυτικές πληροφορίες σχετικά τα υλικά τα οποία χρειάζονται, την συναρμολόγηση και την παραμετροποίηση βρίσκονται στον ιστότοπο της ThingSpeak. [108]

Μετά την συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιείται η οπτικοποίηση τους. Στις Εικόνα 72, Εικόνα 73 Εικόνα 74 ,Εικόνα 75, παρουσιάζονται κομμάτια κώδικα και γραφήματα των δεδομένων που συλλέγονται.

```
% Temperature histogram  
subplot(2,3,1)  
histogram(temperatureData);  
title(channelInfo.FieldDescriptions{1});  
grid on
```

Plot the histogram

Εικόνα 72- Κώδικας ιστογράμματος θερμοκρασίας



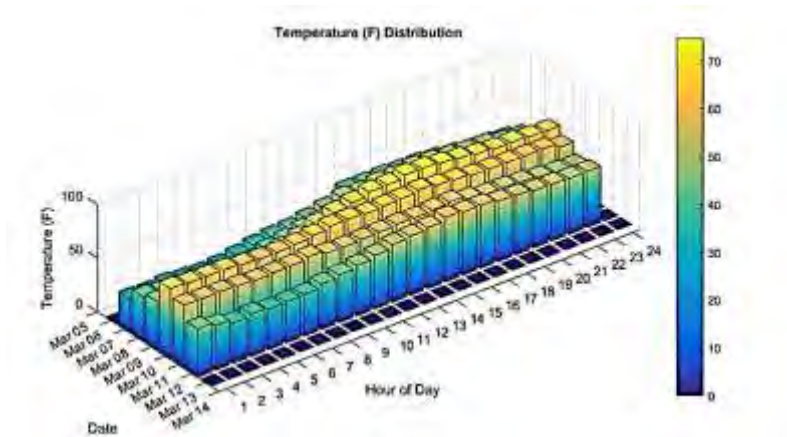
Εικόνα 73- Ιστόγραμμα δεδομένων καιρού

```
% Generate temperature 3D bar chart
% Get temperature per whole clock for each day
for m = 1:length(dayRange) % Loop over all days
    for n = 1:24 % Loop over 24 hours
        if any(day(time)==dayRange(m) & hour(time)==n); % Check if data exist for t
            hourlyData = temperatureData((day(time)==dayRange(m) & hour(time)==n));
            weatherData(m,n) = hourlyData(1); % Assign the temperature at the time
        end
    end
end
end

% Plot
figure
h = bar3(datetime(dateRange(1):dateRange(2)), weatherData);
```

Εικόνα 74- Κώδικας δημιουργίας ραβδογράμματος Θερμοκρασίας 3D

Create 3D bar chart for Temperature



Εικόνα 75- Ραβδόγραμμα κατανομής θερμοκρασίας

6 Υλοποίηση

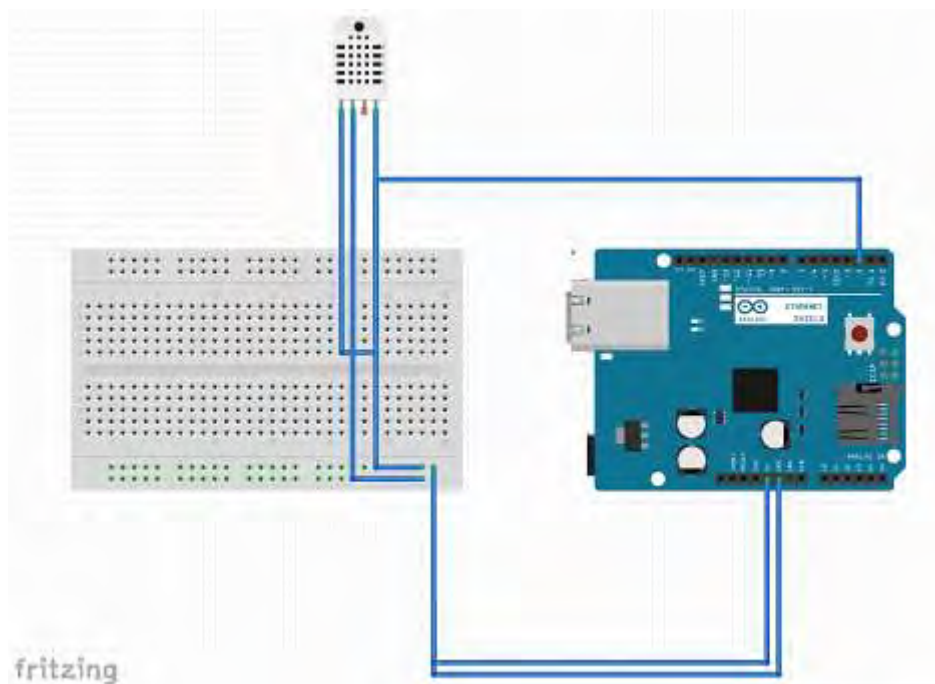
Σε αυτήν την ενότητα θα περιγραφεί η υλοποίηση του πρακτικού μέρους.

6.1 Απαιτήσεις

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας ανέπτυξα ένα μοντέλο προσομοίωσης μέτρησης της θερμοκρασίας και της υγρασίας με τη χρήση του λογισμικού Proteus. Στη συνέχεια κατασκεύασα παρόμοια εφαρμογή η οποία μετράει την υγρασία και την θερμοκρασία και μεταφορτώνει τα δεδομένα στην πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους ThingSpeak. Πιο συγκεκριμένα στην εφαρμογή προσομοίωσης τα αποτελέσματα θα παρουσιάζονται σε μία LCD panel και οι πιο σημαντικές βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν είναι η Arduino, η DHT11 και LCD. Από την άλλη η κατασκευή αποτελείται από έναν αισθητήρα θερμοκρασίας, την πλακέτα Arduino Uno και την ασπίδα WiFi (Arduino WiFi Shield). Το Arduino είναι προγραμματισμένο να στέλνει τις μετρήσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας στην πλατφόρμα Thingspeak.

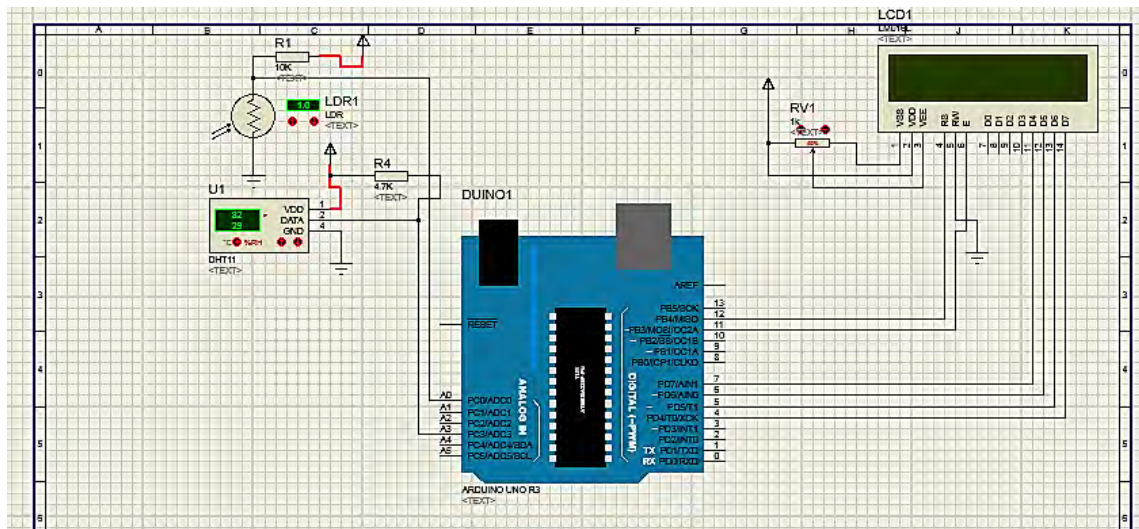
6.2 Συνδεσμολογία

Για την εφαρμογή του Arduino η συνδεσμολογία φαίνεται στην Εικόνα 76.



Εικόνα 76- Συνδεσμολογία Arduino στο λογισμικό Fritzing

Για την προσομοίωση στο Proteus η εφαρμογή είναι η παρακάτω (Εικόνα 77).



Εικόνα 77- Προσομοίωση στο Proteus

Από την παραπάνω εικόνα προκύπτει ότι το σχεδιάγραμμα προσομοίωσης απαρτίζεται από μία LCD οθόνη, έναν πυκνωτή, μία αντίσταση, τροφοδοσία και τον αισθητήρα υγρασίας και θερμοκρασίας. Για την λειτουργία της προσομοίωσης είναι απαραίτητο και το αρχείο του Arduino το οποίο ορίζεται στις ιδιότητες της συσκευής Arduino. [109]

6.3 Ροή Εφαρμογής/Προσομοίωσης

Στην Εικόνα 78 παρουσιάζεται η ροή της εφαρμογής και της προσομοίωσης.



Εικόνα 78- Ροή Προγράμματος

Για την ορθή λειτουργία της προσομοίωσης είναι απαραίτητα τα παρακάτω βήματα

- Εκκίνηση της εφαρμογής Proteus.
- 'Ανοιγμα του αρχείου project που βρίσκεται στο CD της Πτυχιακής.
- Ορισμός στο Arduino του κατάλληλου hex αρχείου (το οποίο προκύπτει από την μεταγλώττιση του Arduino sketch). (βλ. παράρτημα αναλυτικές οδηγίες).
- Εκκίνηση προσομοίωσης.
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων στην LCD οθόνη του προσομοιωτή.

Για την ορθή λειτουργία της εφαρμογής είναι απαραίτητα τα παρακάτω βήματα

- Ολοκλήρωση δημιουργίας καναλιού στην Thingspeak.
- Ολοκλήρωση της συνδεσμολογίας Arduino Uno, DHT11 και Arduino WiFi Shield.
- Μεταγλώττιση του αρχείου Arduino sketch
- Μεταφόρτωση στην πλακέτα
- Μεταφόρτωση μετρήσεων στην πλατφόρμα ThingSpeak

6.4 Κώδικας

Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε και στις δύο περιπτώσεις είναι στο cd της πτυχιακής.

Τα πιο σημαντικά κομμάτια κώδικα αναλύονται σε αυτήν την ενότητα

Στην Εικόνα 79 είναι snippet κώδικα για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας

```
dht.begin();  
Serial.println("DHTxx Unified Sensor Example");  
// Print temperature sensor details.  
sensor_t sensor;  
dht.temperature().getSensor(&sensor);  
// Print humidity sensor details.  
dht.humidity().getSensor(&sensor);
```

Εικόνα 79- Snippet κώδικα για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας

Στην Εικόνα 80 είναι snippet κώδικα που ενημερώνει στην LCD οθόνη με τις μετρήσεις των τιμών της υγρασίας και της θερμοκρασίας.

```
int h = dht.readHumidity();  
// Read temperature as Celsius (the default)  
int t = dht.readTemperature();  
// print the number of seconds since reset:
```

Εικόνα 80- snippet κώδικα ενημέρωσης LCD οθόνης με τις μετρήσεις των τιμών της υγρασίας και της θερμοκρασίας.

Στην Εικόνα 81 είναι snippet κώδικα το οποίο ενημερώνει την πλατφόρμα Thingspeak

```
updateThingSpeak(String tsData) {  
  Serial.println("connect...");  
  if (client.connect(thingSpeakAddress, 80)) {  
    ...  
  
    // Request to the server  
    client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +  
                  "Host: " + host + "\r\n" +  
                  "Connection: close\r\n\r\n");  
  }  
}
```

Εικόνα 81- snippet κώδικα που ενημερώνει την πλατφόρμα Thingspeak

Το snippet κώδικα παρακάτω συνδέει την WiFi shield με το τοπικό WiFi διαδίκτυο (WiFi ssid)(Εικόνα 82). Είναι απαραίτητα το ssid του δικτύου και ο κωδικός πρόσβασης.

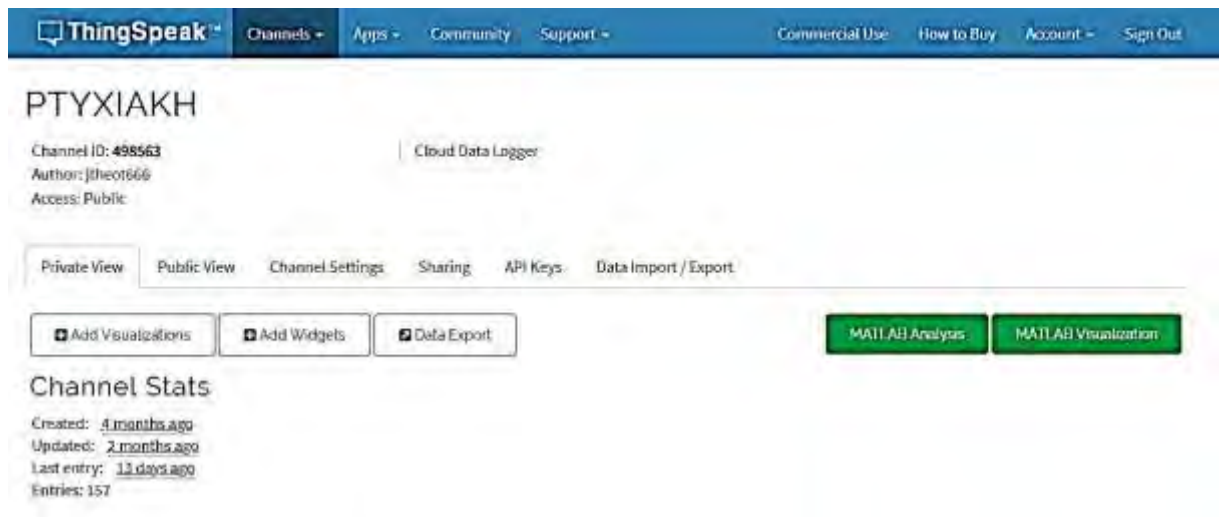
```
// Connect to WPA/WPA2 network:  
status = WiFi.begin(ssid, pass);
```

Εικόνα 82- snippet κώδικα που συνδέει την WiFi shield με το τοπικό WiFi διαδίκτυο.

6.5 Αποτελέσματα

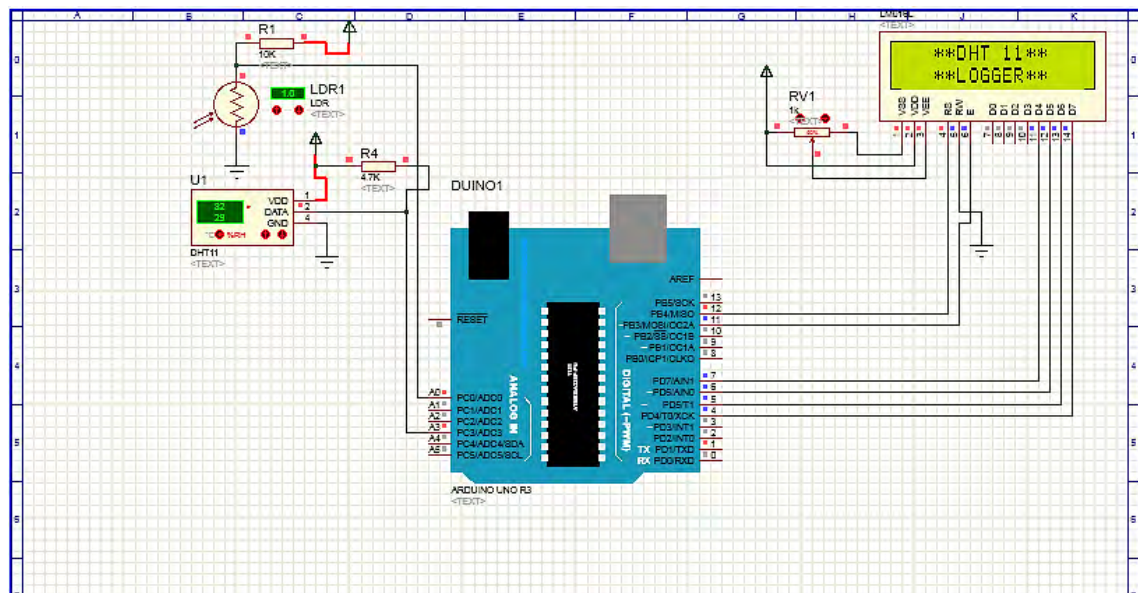
Στην παρακάτω ενότητα εμφανίζονται τα αποτελέσματα από την εκτέλεση της παραπάνω εφαρμογής και της προσομοίωσης. Τα αποτελέσματα εκτέλεσης της πρακτικής εφαρμογής και η μεταφόρτωση των δεδομένων στην πλατφόρμα ThingSpeak

Στην Εικόνα 83 παρουσιάζεται ότι η πλατφόρμα Thingspeak ενημερώνεται σε πραγματικό από το Arduino σχετικά με την τρέχουσα θερμοκρασία και υγρασία .



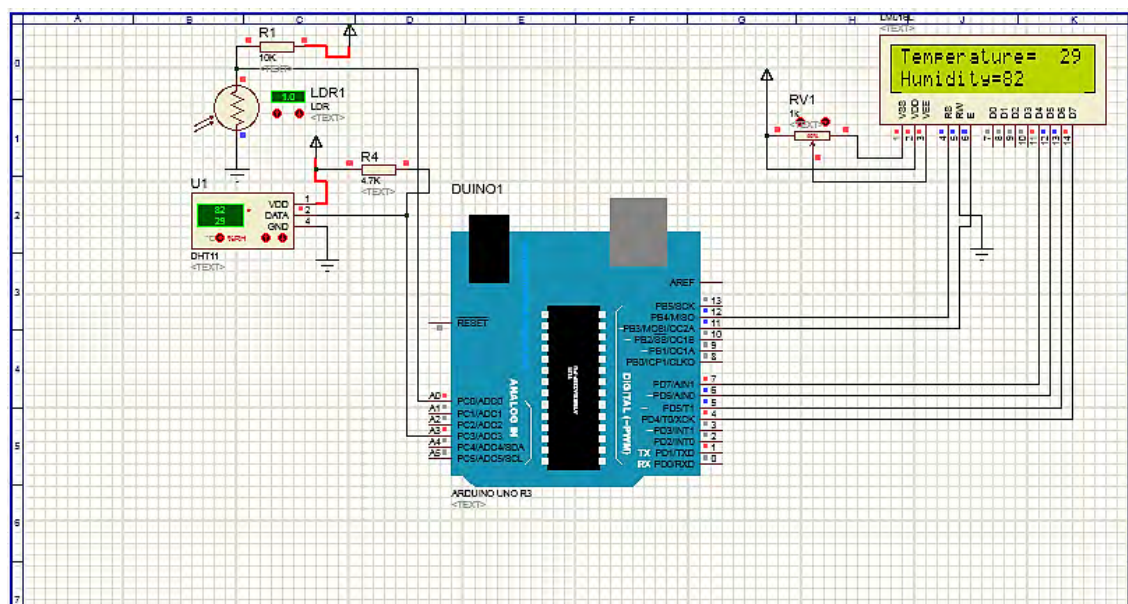
Εικόνα 83- ThingSpeak Channel

Στην Εικόνα 84, φαίνεται η Proteus διεπαφή όταν ανοίγει η οθόνη LCD



Εικόνα 84- Proteus διεπαφή, όταν ανοίγει η οθόνη LCD

και στην Εικόνα 85 φαίνεται η Proteus διεπαφή όταν εμφανίζονται οι τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας



Εικόνα 85- Proteus διεπαφή όταν εμφανίζονται οι τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας.

7 Συμπεράσματα - Προτάσεις

Η ιδέα του Ίντερνετ των Πραγμάτων (IoT) βρίσκει γρήγορα την πορεία της σε όλη τη σύγχρονη ζωή, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής συνδέοντας πολλές έξυπνες συσκευές, τεχνολογίες και εφαρμογές. Από την έρευνα που προηγήθηκε προκύπτει ότι η ΨΕΣ είναι απαραίτητη συνιστώσα του IoT και διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στους ακόλουθους συναφείς τομείς:

- Ασύρματη ενσωματωμένη τεχνολογία
- Ιδιωτικές λύσεις δικτύωσης,
- Καταγραφή και ανίχνευση πανταχού παρόντων πληροφοριών,
- Αλγόριθμοι RFID και ολοκλήρωση κυκλωμάτων,
- Κωδικοποίηση και συμπίεση σημάτων και δεδομένων,
- Πιστοποίηση ασφαλείας,
- Διαχείριση κλειδιών και αλγορίθμων.

Συνήθως πολλοί διαφορετικοί αλγόριθμοι επεξεργασίας σημάτων εμπλέκονται σε μία ενιαία συσκευή εφαρμογής. Αυτό υποδηλώνει ότι χρειάζονται διαφορετικές πλατφόρμες υπολογιστών /, IC-chips για αυτήν συσκευή, η οποία είναι εξαιρετικά αναποτελεσματική από πρακτική άποψη. Δεδομένου ότι το κόστος ανάπτυξης λογισμικού ξεπερνά κατά πολύ το κόστος υλικού και η μείωση αυτού του κόστους αποτελεί πρωταρχικό μέλημα.

Στο χώρο των ΨΕΣ έγιναν πολλές προσπάθειες για τη δημιουργία γλωσσών και βιβλιοθηκών για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, όπως το PAS του Mercury, το MIT StreamIT. [166], [167] Στο χώρο FPGA μεγάλο μέρος αυτής της εργασίας περιστρέφεται γύρω από C / C ++ σε μετάφραση RTL όπως το SystemC ή Impulse Accelerated Technologies 'Impulse-) ή γραφικά περιβάλλοντα προγραμματισμού όπως Εργαλεία LabVIEW και MathWorks / Xilinx Simulink / System Generator, όμως έχουν βρει περιορισμένη αποδοχή στην αγορά.[105] Το OpenCL είναι το ανοιχτό πρότυπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφορετικά πακέτα λογισμικού, παράλληλο προγραμματισμό διαφορετικών επεξεργαστών που βρίσκονται σε προσωπικούς υπολογιστές, διακομιστές, κινητές συσκευές και ενσωματωμένες πλατφόρμες, ένα πλαίσιο για την εγγραφή προγραμμάτων που εκτελούνται σε ετερογενείς πλατφόρμες αποτελούμενες από κεντρικές μονάδες επεξεργασίας (CPU), μονάδες επεξεργασίας

γραφικών (GPU), ψηφιακούς επεξεργαστές σημάτων (DSP), προγραμματισμένες σειρές πύλης (FPGAs) και άλλους επεξεργαστές ή επιταχυντές υλικού. Το OpenCL καθορίζει γλώσσες προγραμματισμού (με βάση τα C99 και C++ 11) για τον προγραμματισμό αυτών των συσκευών και των διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (API) για τον έλεγχο της πλατφόρμας και την εκτέλεση προγραμμάτων στις υπολογιστικές συσκευές, παρέχει μια τυποποιημένη διεπαφή για παράλληλο υπολογισμό χρησιμοποιώντας παραλληλισμό βάσει εργασίας και δεδομένων και βελτιώνει σημαντικά την ταχύτητα και την ανταπόκριση ενός ευρέος φάσματος εφαρμογών. Καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι μαθαίνουν το OpenCL και το χρησιμοποιούν για προβλήματα σε πραγματικό κόσμο, τα δυνατά και αδύνατα σημεία της γλώσσας θα γίνουν πιο εμφανή και θα αναπτυχθούν νέες τεχνικές για την επίλυση προβλημάτων. [106]

Μια λύση βασισμένη σε ASIC είναι εξαιρετική στην κατανάλωση ενέργειας και τις επιδόσεις, είναι αδύνατο όμως να υποστηρίζονται πολλαπλά πρότυπα και πολλαπλές εφαρμογές. Επίσης, μια λύση βασισμένη σε ASIC δεν είναι κατάλληλη για αναβάθμιση σε καλύτερους αλγόριθμους επεξεργασίας σήματος που καθορίζουν ιδιαίτερα την απόδοση ψηφιακών συστημάτων επεξεργασίας.

Οι λύσεις που βασίζονται σε FPGA προσφέρουν μεγάλη ευελιξία στην υποστήριξη πολλαπλών προτύπων (ή μοντέλων ή εφαρμογών) καθώς και στην υποστήριξη διαφορετικών αλγορίθμων επεξεργασίας σημάτων. Το πρόβλημα αυτής της λύσης που βασίζεται σε FPGA είναι η αναποτελεσματικότητά της από την άποψη κατανάλωση ενέργειας και κόστους.

Η λύση system-on-chip (SoC) με επιταχυντές υλικού οποία μπορεί να προσφέρει κάποια πλεονεκτήματα τόσο στην ευελιξία όσο και στις επιδόσεις. Ωστόσο, ένα μεγάλο πρόβλημα σε αυτή την τρίτη λύση είναι η δυσκολία προγραμματισμού / μεταφοράς διαφορετικών αλγορίθμων στην πλατφόρμα της, κυρίως λόγω των ετερογενών διεπαφών μεταξύ των μονάδων ελέγχου, των υπολογιστικών μονάδων, των μονάδων δεδομένων και των μονάδων επιταχυντή.

Η λύση μεμονωμένων chip, με τον καλύτερο συμβιβασμό μεταξύ της αποδοτικότητας ισχύος, της μείωσης του κόστους, της χρονικής διάθεσης, της ευκαμψίας και της ικανότητας προγραμματισμού, είναι ιδιαίτερα επιθυμητή. Αυτό που πρέπει να αναπτύξουμε είναι μια πλατφόρμα υπολογιστών ενός τσιπ που είναι σε θέση να εκτελέσει όλους τους αλγόριθμους επεξεργασίας σημάτων, ενώ είναι

- Τόσο καλό όσο το ASIC σε απόδοση, ισχύ, και κόστος.

- Τόσο ευέλικτη όσο οι FPGA σε πολλαπλά πρότυπα, πολλαπλές λειτουργίες και διασταυρώσεις.

- Τόσο εύκολο όσο η γλώσσα C στο μοντέλο προγραμματισμού

Αν και μπορεί να θεωρηθούν ως καλοί υποψήφιοι αυτής της επιθυμητής πλατφόρμας επεξεργασίας μερικές πλατφόρμες επαναρυθμίσιμης αρχιτεκτονικής ,που έχουν ομοιογενείς διεπαφές αλλά ετερογενή στοιχεία επεξεργασίας / πυρήνες (πολλοί πυρήνες ή πολυπύρηνοι), χρειάζονται ακόμη προσπάθειες από την κοινότητα επεξεργασίας σημάτων για την επίτευξη του στόχου.

‘Όσον αφορά τις συσκευές επικρατεί η τάση ότι οι διάφορες εφαρμογές συγκλίνουν σε μία μόνο συσκευή και τα έξυπνα τηλέφωνα αποτελούν εξαιρετικό εκπρόσωπο μιας τέτοιας συγκλίνουσας συσκευής, συμπεριλαμβανομένης της αυτοστερεοσκοπικής 3-D, αναγνώρισης χειρονομίας, εμβληματικού παιχνιδιού και εμπειρίας βίντεο και ενισχυμένη πραγματικότητα, Image, Video

Οι συνεχώς αυξανόμενοι ρυθμοί δεδομένων σε μια σειρά εφαρμογών, απαιτούν από την ΨΕΣ να εξετάσει νέες τεχνικές για ανάλυση και κατανόηση δεδομένων με μεγάλη διάσταση. Ως παραδείγματα, οι τρέχουσες τάσεις στην επεξεργασία βίντεο 3-D, την ανάλυση των σημάτων που μπορούν να αναπαρασταθούν ως γραφήματα και τα μαθηματικά της μη ευκλείδειας ανάλυσης, δεδομένων που θα απαιτηθούν για να οδηγήσουν τις μελλοντικές εξελίξεις στην επεξεργασία σήματος για "μεγάλα δεδομένα (big data) παρόλο που οι υπηρεσίες υπολογιστικής νέφους συνεχίζουν να παίζουν σημαντικό ρόλο η επόμενη πρόκληση είναι η επεξεργασία παρυφών.Με τις βελτιώσεις αυτής της τεχνολογίας, η έξυπνη συσκευή μπορεί να επεξεργαστεί δεδομένα βίντεο και ήχου χωρίς να βασίζεται στους διακομιστές υπολογιστών στο νέφος. Αυτό βελτιώνει σημαντικά την ικανότητα επεξεργασίας δεδομένων των συσκευών, καθιστώντας δυνατή την απόκριση σε πραγματικό χρόνο και την αύξηση της ασφάλειας των δεδομένων και επιτρέπει στις έξυπνες συσκευές να μειώσουν το κόστος υπολογιστών, την απώλεια ισχύος και τον χρόνο απόκρισης. Ο συνδυασμός των τεχνολογιών παρυφών και νέφους θα κάνει Internet of Things πιο γρήγορο, φθηνότερο και πιο σταθερό

Η ανάπτυξη της υπολογιστικής παρυφών κινητών (Mobile edge computing-MEC) αφορά στην την ανάπτυξη συστημάτων επεξεργασίας παρυφών σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα, ιδιαίτερα σε σενάρια 5G. Με τη διανομή των υπολογιστικών δυνατοτήτων στις παρυφές, μπορούμε να προβλέψουμε έναν κόσμο νέων εφαρμογών και επιχειρηματικών μοντέλων που δεν είναι δυνατά όταν η κυκλοφορία πρέπει να επανατοποθετηθεί στον πυρήνα του δικτύου.

Η MEC, με το IoT αποτελεί μια εντυπωσιακή εικόνα της βελτιστοποίησης της απόδοσης του δικτύου και τη βελτίωση της ποιότητας της εμπειρίας, διανέμοντας τις υπηρεσίες, τις λειτουργίες και τα περιεχόμενα σε όλο το δίκτυο, περισσότερο προς τις παρυφές από ότι σε μια κεντρική τοποθεσία.

Τέλος με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας εξοικειώθηκα ακόμα περισσότερο με την πλακέτα Arduino και το πρόγραμμα προσομοίωσης Proteus. Πριν την ανάπτυξη της πρακτικής εφαρμογής έδωσα ιδιαίτερη βαρύτητα στον σχεδιασμό και στην προσομοίωση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η εφαρμογή και η προσομοίωση να είναι παρόμοιες και εξοικονομήθηκαν υλικά και χρόνος.

Βιβλιογραφία

- [1] Pallavi Sethi and Smruti R. Sarangi, "Internet of Things, Architectures, Protocols, and Applications" in Journal of Electrical and Computer Engineering, Volume 2017
- [2] Luigi Atzori, Antonio Iera,- Giacomo Morabito , "The Internet of Things: A survey" Computer Networks 54,pp. 2787-2805,2010.
- [3] <https://www.embitel.com/blog/embedded-blog/how-iot-works-an-overview-of-the-technology-architecture-2-> Embitel Technologies, An Overview of the Technology Architecture
- [4] https://www.cs.cmu.edu/~coke/history_long.txt- The "Only" Coke Machine on the Internet
- [5].Mark Weiser, (n.d.). "The Computer for the 21st Century", Scientific American <https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf>
- [6].<http://www.antetec.com/news/show-189.aspx>- antetec, IoT
- [7].Keyur K Patel, Sunil M Patel, "Internet ofThings-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenge",in IJESC Volume 6 Issue No 5 2016
- [8].International Telecommunication Union- Recommendation Y.2060 (06/12) - Overview of the Internet of things Approved in 2012-06-15
- [9].P.P Ray, "A survey of IoT architectures" in Journal of King Saud University-Computer and information Sciences 2016
- [10]. Henryk Konsek (2016), "The Architecture of IoT Gateways " <https://dzone.com/articles/the-internet-of-things- gateways-and-next-generation>
- [11]. <https://www.weblinedia.com/blog/building-blocks-of-iot/>- Building Blocks of IoT
- [12]. Sukanya Mandal (2015), Internet of Things (IoT) - Part 2 (Building Blocks & Architecture) <http://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/f88748/internet-of-things-part-2/>
- [13]. Ala Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari, Moussa Ayyash Internet of Things: "A Survey on Enabling Technologies, Protocols and Applications", in IEEE Communications Surveys & Tutorials , Volume: 17, Issue: 4, pp: 2347 - 2376 Fourthquarter 2015

- [14]. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/connectivity-of-the-internet-of-things/network-topology-> Connectivity of the Internet of Things
- [15]. Anna Gerber (2017), "Connecting all the things in the Internet of Things", IBM <https://www.ibm.com/developerworks/library/iot-lp101-connectivity-network-protocols/index.html>
- [16]. <https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>- IoT Standards and Protocols, 2017
- [17]. <https://el.wikipedia.org/wiki/IPv6-> IPv6-, (n.d.).
- [18]. https://el.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System-/Domain Name System
- [19]. Paresh Vaghela Physical Web Link 2016 <https://pareshrvaghela.wordpress.com/tag/physical-web-link/>- Physical Web Link-, (n.d.).
- [20]. John Davies, " Hypercat: Resource Discovery on the Internet of Things" in IEEE IoT Newsletter - January 2016
- [21]. <https://www.net.princeton.edu/filters/mdns.html>- Princeton University OIT Filters mDNS (Multicast Domain Name Service) on Ethernet Networks, 2012
- [22]. Stan Schneider (2013), " Understanding The Protocols Behind The Internet Of Things"<http://www.electronicdesign.com/iot/understanding-protocols-behind-internet-things>
- [23]. <http://portals.omg.org/dds/>-What is DDS-, (n.d.).
- [24]. <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/wireless-iot-protocols-technologies/>-Comprehensive and visual classification of wireless IoT protocols and network technologies
- [25]. <http://www.threadgroup.org/Portals/0/documents/events/ThreadIntro.pdf>-thread, 2014
- [26]. <http://www.kccs.co.jp/sigfox/english/>- What is Sigfox? , 2017
- [27]. <http://www.uniquecom.gr/rfid.html>- RFID, (n.d.).
- [28]. Nick Pidgeon,(2017) "Switched Ethernet", HowStuffWorks <https://computer.howstuffworks.com/ethernet14.htm>-
- [29]. https://ec.europa.eu/eip/ageing/standards/ict-and-communication/interoperability/ieee-802154_en- European Commission IEEE 802.15.4, 2011
- [30]. <https://www.rfpage.com/applications-near-field-communication-future/>- Applications and Future of Near Field Communication- RF Page, 2017 •

- [31]. <https://www.rs-online.com/designspark/eleven-internet-of-things-iot-protocols-you-need-to-know-about-11> Internet of Things (IoT) Protocols You Need to Know About, 2016
- [32]. <https://turbofuture.com/computers/Things-you-mustwant-to-know-about-WIFI-WiFi> Questions, 2016
- [33]. <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/54444/WiFi> Definition of: WiFi, 2016
- [34]. Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin "THE INTERNET OF THINGS:AN OVERVIEW" in Internet Society, 2015,<https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>
- [35]. Mahendra Bhatia "Internet of Things Part-2" <https://www.linkedin.com/pulse/internet-things-part-2-mahendra-bhatia/> (n.d.).
- [36]. <https://www.leverage.com/blogpost/what-is-an-iot-platform-> What is an IoT Platform?
- [37]. <https://applikeysolutions.com/blog/6-best-iot-platforms-of-2017>
- [38].https://en.wikipedia.org/wiki/December_2015_Ukraine_power_grid_cyberattack Ukraine power grid cyberattack ,2017
- [39]. https://en.wikipedia.org/wiki/2016_Dyn_cyberattack - Dyn cyberattack 2016,
- [40]. Gil Press, "6 Hot Internet of Things (IoT) Security Technologies" forbes 2017 <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2017/03/20/6-hot-internet-of-things-iot-security-technologies/#6b0204a41b49>
- [41]. Ben Dickson (2015), Why IoT Security Is So Critical, Crunch Network <https://techcrunch.com/2015/10/24/why-iot-security-is-so-critical/>
- [42]. <http://uk.farnell.com/smart-sensors-overview-and-latest-technology/>- Smart sensors – overview and latest technology, 2017
- [43]. <http://www.cyberinsurancegreece.com/nomothesia/iot/Cyber> Insurance Greece- "Το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things): Προστασία προσωπικών δεδομένων και ιδιωτικότητα" (n.d.).
- [44]. <http://www.sepe.gr/gr/information/news/article/10192173/i-ee-vazei-ta-pneumatika-dikaionomata-stin-epohi-tou-internet-of-things/>- " Η Ε.Ε. βάζει τα πνευματικά δικαιώματα στην εποχή του Internet of Things" (n.d.).
- [45]. Bharathan Prashob, Nadar Vegnesh, Wayal Sandesh, "Remote Health Monitoring Using IOT",International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology.,Page 23 ISSN: 2454 (Volume3, Issue2)

- [46]. Dharmendra Singh, Rakesh Gour (2016), "An IoT Framework for Healthcare Monitoring Systems" https://www.researchgate.net/publication/303923009_An_IoT_Framework_for_Healthcare_Monitoring_Systems
- [47]. Sukanya Mandal (2015), "Internet of Things (IoT) Healthcare Applications" <http://medgizmo.info/news/internet-of-things-iot-healthcare-applications>
- [48]. Nicky Broyd "Diabetes monitoring with a patch" (2017) WebMD UK Health News-<https://www.webmd.boots.com/diabetes/news/20170913/diabetes-monitoring-patch>
- [49]. Sarah Aspler (2014), "How ingestible sensors and smart pills will revolutionize healthcare"-<https://www.marsdd.com/news-and-insights/ingestibles-smart-pills-revolutionize-healthcare/>
- [50]. Marke<https://iotbusinessnews.com/>-"Smart Pills transforming the Diagnostics and Healthcare"
- [51]. <https://www.pebble.com/> - Pebble
- [52]. Molly Edmonds & Nathan Chandler "How Smart Homes Work" <https://home.howstuffworks.com/smart-home.htm>
- [53]. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/sensors-smart-home/>IBM Internet of Things blog ,"8 sensors to help you create a smart home"
- [54]. https://howlingpixel.com/wiki/Building_automation-"Building automation", 2017
- [55]. Kishore Gaddam (2016), "Smart City - Smart Lighting and Smart Policing"-<https://www.hackster.io/Kishore10211/smart-city-smart-lighting-and-smart-policing-92e003>
- [56]. Jin, J., Gubbi, J., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2014), "An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things". IEEE Internet of Things Journal. 1 (2), pp.112–121.
- [57]. [https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/smart-cities -](https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/smart-cities-)"Smart Cities | Digital Single Market" - European Commission
- [58]. Jayavardhana Gubbi, Slaven Marusic, Aravinda S Rao , Yee Wei Law, and Marimuthu Palaniswami, "A Pilot Study of Urban Noise MonitoringArchitecture using WirelessSensorNetworks"-[http://people.eng.unimelb.edu.au/jgl/Papers/2013"UrbanNoise-Monitoring"-ICACCI.pdf](http://people.eng.unimelb.edu.au/jgl/Papers/2013)
- [59]. [https://fathym.com/ourportfolio/road-weather/-](https://fathym.com/ourportfolio/road-weather/)"Smart Roads & Road Weather"

- [60]. Vesna Doknić, (2015)," Internet of Things Greenhouse Monitoring and AutomationSystem"-http://193.40.244.77/idu0310/wpcontent/uploads/2015/09/140605_Internet-of-Things_Vesna-Doknic.pdf
- [61]. Maninder Kaur. Sheetal Kalra (2016), "A Review on IOT Based Smart Grid".-International Journal of Energy, Information and Communications. Vol.7, Issue 3 pp.11-22
- [62]. Soham Adhya, Dipak Saha, Abhijit Das, Joydip Jana, Hiranmay Saha (2016) "An IoT Based Smart Solar Photovoltaic Remote Monitoring and Control unit" ,2nd International Conference on Control, Instrumentation, Energy & Communication (CIEC)
- [63]. <https://www.smartgrid.gov/>
- [64]. <https://www.cubic.com/Global-Defense/Training-Systems-and-Solutions/>"Ground-Combat-Training/Multiple-Integrated-Laser-Engagement-System".
- [65]. <http://events.windriver.com/wrcd01/wrcm/2016/08/WP-IoT-internet-of-things-for-defense.pdf>- "THE INTERNET OF THINGS FOR DEFENSE"
- [66]. Logica BANICA., Emil BURTESCU, Florentina ENESCU (2017), "THE IMPACT OF INTERNET-OF-THINGS IN HIGHER EDUCATION", Scientific Bulletin – Economic Sciences, Volume 16/ Issue 1
- [67]. Nick Morpus (2016) "Internet of Things for Education"-<https://blog.capterra.com/what-you-need-to-know-about-the-internet-of-things-for-education/>
- [68]. Kavigha Mohan and Suhaiza Zailani (2011) " Service Supply Chain: How Does It Effects to the Logistics Service Effectiveness?"-http://cdn.intechopen.com/pdfs/17142/InTechService_supply_chain_how_does_it_effects_to_the_logistics_service_effectiveness_.pdf
- [69].DHLTrend Research (2015)",INTERNET OF THINGS. IN LOGISTICS"
https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/presse/pdf/2015/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf
- [70]. Alberto Bielsa, Mark Boyd, Alicia Asín (2012), "Wireless Sensor Networks enhancing the efficiency and safety of logistics operations" http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_m2m_logistics_operations/
- [71]. Dan Mitchell, "5 IoT applications retailers are using today"
https://www.sas.com/en_us/insights/articles/big-data/five-iot-applications-retailers-are-using-today.html

- [72]. [https://www.google.gr/search?q=NFC+Payment+Internet+of+Things&safe=strict&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibvuPDjMXX-AhVFafAKHaa_A5EQ_AUICigB&biw=1600&bih=744#imgsrc=1F9zkjwfFSKP8M-\"NFC+Payment\"](https://www.google.gr/search?q=NFC+Payment+Internet+of+Things&safe=strict&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibvuPDjMXX-AhVFafAKHaa_A5EQ_AUICigB&biw=1600&bih=744#imgsrc=1F9zkjwfFSKP8M-\)
- [73]. Paula Hunter, "IoT + NFC: Four reasons why IoT needs NFC" <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/blog/IoT-Agenda/IoT-NFC-Four-reasons-why-IoT-needs-NFC>
- [74]. https://www.semtech.com/wireless-rf/internet-of-things/downloads/Semtech_IndCntrl_LiquidPresence_AppBrief-FINAL.pdf- "Liquid Presence Detection", 2017
- [75]. <http://www.vitsolutions.co/Perimeter-Security.html>--" Perimeter-Security", 2016
- [76]. http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_to_control_radiation_levels_geiger_counters/-" Wireless Sensor Networks to Control Radiation", 2011
- [78]. Georgios Tsiourlis,, Stamatis Andreadakis,Pavlos Konstantinidis (2009), "SITHON: A Wireless Network of in Situ Optical Cameras Applied to the Early Detection-Notification-Monitoring of Forest Fires" <http://www.mdpi.com/1424-8220/9/6/4465/htm>
- [79]. <http://advantech-bb.com/iot-wireless-sensing-platform-for-waterwastewater-operators/>- "IoT Wireless Sensing Platform for Water/Wastewater Operators",2015
- [80]. Pooja D Talwar, Prof. S B KulkarniI (2016) "IOT BASED ENERGY METER READING" International Journal of Recent Trends in Engineering & Research (IJRTER)
- [81].] Craig Resnick (2016), -"MQTT is Gaining Ground as a Messaging Protocol for IIoT" <https://industrial-iot.com/2016/10/mqtt-protocol-for-iiot/>
- [82]. <https://inductiveautomation.com/what-is-iiot-> "Ignition IIoT Software"
- [83]. <http://tech.in.gr/news/article/?aid=1500014574-> "Χάκερ ελέγχουν και σταματούν από απόσταση 16 χλμ. Jeep Cherokee"
- [83]. http://www.openmobilealliance.org/release/DM/V1_3-20160524-A/OMA-TS-DM_Protocol-V1_3-20160524-A.pdf-"OMA Device Management Protocol", 2016
- [84]. <https://en.wikipedia.org/wiki/TR-069>- "TR-069"
- [85]. <https://developer.qualcomm.com/software/alljoyn-> "AllJoyn - Qualcomm Developer Network", 2011
- [86]. <https://www.json.org/>- "JSON"
- [87]. <https://www.fi-star.eu/about-fi-star.html>
- [89]. E-Trikala - <http://trikalacity.gr/smart-trikala/>

- [90]. VideoDoc - <http://healthnetconnect.com/>
- [91]. Satmed - <https://satmed.com/>
- [92]. Samsung Smart Home - <https://www.samsung.com/us/smart-home/smartthings/>
- [93]. Microsoft Smart Home - <https://www.microsoft.com/en-us/store/b/connected-life>
- [94]. https://www.cosmote.gr/fixed/corporate/details/-/asset_publisher/gLfNzjIgW7PO/content/smart-parking-smart-lighting-%CF%83%CF%84%CE%B7-%CF%87%CE%B1%CE%BB%CE%BA%CE%B9%CE%B4%CE%B1
- [95] Gaia Sense - <http://www.gaiasense.gr/>
- [96] Cosmote Smat Wine - https://www.cosmote.gr/fixed/corporate/details/-/asset_publisher/gLfNzjIgW7PO/content/cosmote-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%BD%CE%B2-%CE%B9%CE%BF%CF%84-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B7-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%BF%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BF%CF%85
- [97]. Arduino - Home - <https://www.arduino.cc/>
- [98]. <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
- [99]. Arduino - Software - <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- [100]. Θερμοκρασία και Υγρασία - DHT11 - <http://www.ardumotive.com/how-to-use-dht-11-sensor-gr.html>
- [101]. How to Use a Breadboard - <https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-use-a-breadboard>
- [102]. Proteus - PCB Design, Layout & Simulation software - Labcenter Electronics - <https://www.labcenter.com/>
- [103]. <https://www.mrcy.com/products/software/pas/>
- [104]. <http://groups.csail.mit.edu/cag/streamit/>
- [105]. C++ - <https://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
- [106]. Introduction to OpenCL - <https://leonardoaraujosantos.gitbooks.io/openc1/content/chapter1.html>

[107]. Arduino - ArduinoWiFiShield - <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoWiFiShield>

[108]. Learn More - ThingSpeak IoT - <https://thingspeak.com/>

[109] SmartThings is the easy way to turn your home into a smart home-
<https://www.smarthings.com> › smart-home