

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ



A.E.I. Πειραιά Τ.Τ.

Πλατφόρμα Οικιακού Αυτοματισμού στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων

Πτυχιακή εργασία

Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών
Συστημάτων

Κεχαγιά Σταυρούλα

Επιβλέπων καθηγητής : Δρ. Χαράλαμπος Πατρικάκης

ΜΑΡΤΙΟΣ 2018

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πλατφόρμα Οικιακού Αυτοματισμού στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων

**Κεχαγιά Δ. Σταυρούλα
Α.Μ. 42921**

Εισηγητής:

Δρ. Χαράλαμπος Πατρικάκης ,Αναπληρωτής Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Ημερομηνία εξέτασης

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **ΚΕΧΑΓΙΑ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ** , του **ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ** , με αριθμό μητρώου **42921**. φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες μου σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο όπως αυτό του Διαδικτύου των Αντικειμένων. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και συνεχίζει να μου δίνει δύναμη σε κάθε μου βήμα. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μας που υπήρξαν αρωγοί μας όλα αυτά τα χρόνια και ιδιαίτερα ευχαριστώ τον Δρ. Χαράλαμπο Δ. Πατρικάκη που με καθοδηγούσε και με συμβούλευε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ολοένα και περισσότερο μπαίνει στη καθημερινότητά μας πλέον ο όρος Διαδίκτυο των Αντικειμένων (Internet of Things ή IoT). Η ανάπτυξη του συγκεκριμένου κλάδου είναι ραγδαία και καθημερινώς έχουμε νέα τεχνολογικά επιτεύγματα. Ο κόσμος του “Internet of things” πρόκειται να περιλαμβάνει πάσης φύσεως αντικείμενα συνδεδεμένα στο διαδίκτυο όπως αισθητήρες , ρούχα , οικιακές συσκευές , μηχανήματα βιομηχανίας, θερμοστάτες ή ακόμα και ράφια καταστημάτων. Μέσα στα επόμενα χρόνια αναμένεται το ΔtA να γεφυρώσει διαφορετικές τεχνολογίες με στόχο να δημιουργηθούν νέες εφαρμογές που θα συνδέονται με φυσικά αντικείμενα έτσι ώστε να λαμβάνονται ευφυείς αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο .

Η παρούσα πτυχιακή εργασία , στοχεύει στην επισκόπηση των τεχνολογιών που διέπουν το διαδίκτυο των αντικειμένων , αναφέρονται τα πεδία εφαρμογής αλλά και η μελλοντική εξέλιξη του κλάδου. Επίσης , για τη καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου στο πειραματικό μέρος της εργασίας, θα εξετάσουμε μια εφαρμογή του IoT μέσω της δημιουργίας μιας πλατφόρμας με τη χρήση του Arduino. Το Arduino με τη χρήση ενός εξωτερικού WiFi module , θα μπορεί να στέλνει τα δεδομένα που λαμβάνονται μέσω των αισθητήρων στο cloud και έτσι ο χρήστης θα μπορεί σε πραγματικό χρόνο να βλέπει τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναφερθούμε σε εισαγωγικές έννοιες του διαδικτύου των αντικειμένων ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο θα γίνει και μια αναφορά στα πεδία εφαρμογής της τεχνολογίας αλλά και στην επιχειρηματική ανάπτυξη του κλάδου. Εν συνεχεία στο τρίτο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων αλλά και εκτενέστερα στις τεχνολογίες και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές για τη διεκπεραίωση της επικοινωνίας. Στο 4ο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για το μικροελεγκτή Arduino και το πως αυτός μπορεί να λειτουργήσει ως κύρια πλατφόρμα αυτοματισμού στο internet of things. Στα επόμενα δύο κεφάλαια θα αναφερθούμε στο υπολογιστικό νέφος (Cloud) και σε πλατφόρμες οι οποίες με χρήση του cloud (cloud based platforms)μπορούν να μας παρέχουν αυτοματισμούς στο internet of things. Τέλος στο 7ο κεφάλαιο θα αναπτύξουμε μια πλατφόρμα οικιακού αυτοματισμού η οποία θα είναι σε θέση να λαμβάνει μετεωρολογικές μετρήσεις (θερμοκρασία , υγρασία , πίεση , σκόνη) από τις συνθήκες που επικρατούν στο σπίτι και να στέλνει τα δεδομένα που συλλέγονται στο cloud.

ABSTRACT

Nowadays, the term Internet of things (IoT) is becoming more and more frequent in our everyday life. Internet of things' world is going to include all internet related items such as sensors, clothes, home appliances, industrial machinery, thermostats or even store shelves. Over the next few years IoT is expected to bridge different technologies so as to create new applications that are linked to natural objects in order to make intelligent decisions in real time.

This thesis aims to review new technologies that govern internet of things field. Also, in order to understand better the field, in the experimental part of this thesis, we are going to develop a platform by using Arduino board. Using an extra WiFi module we aim to send our data from sensors to cloud so that users have real time view of climatological condition in their houses. In our first chapter, we are going to introduce the term internet of things, while in the second one we will discover the fields of IoT applications as well as the business development of the sector. Then, in third chapter we 're going to refer at wireless sensors networks and more extensively to technologies and protocols used by the applications for communication. As this thesis will be based in Arduino microcontroller in laboratory part, we 're going to refer in Arduino board and how it can be a core IoT part with the use of sensors at 4th chapter. In next two chapters, we will refer to cloud computing and cloud based platforms that can provide us internet of things automations. Last but not least, In 7th chapter we will develop an Arduino based platform that will be able to send our data (such as temperature, humidity, pressure and dust) to cloud and visualize them.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ : Διαδίκτυο των Αντικειμένων

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ : Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, πλατφόρμα αυτοματισμού , Arduino , πρωτόκολλα επικοινωνίας , υπολογιστικό νέφος

SCIENTIFIC AREA: Internet of Things

KEYWORDS: wireless sensor networks, automation platform, Arduino, network protocols, cloud

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ & ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	14
ΧΩΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	14
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	15
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ & LOGISTICS	15
ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ	16
ΥΓΕΙΑ	16
HOME AUTOMATION	17
SMART CITIES	17
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ INTERNET OF THINGS	18
WEB OF THINGS	18
INTERNET OF EVERYTHING	19
SOCIAL INTERNET OF THINGS	20
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	21
ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΙoT	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔτΑ	26
ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ (WSN)	26
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	26
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ	29
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	29
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	36
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΥΡΕΣΗΣ	38
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ – CLOUD	40
ΜΟΝΤΕΛΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	41
ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	43
HARWARE PLATFORMS ΓΙΑ ΤΟ ΔτΑ	43
ARDUINO	43
RASPBERRY PI	43
BEAGLEBOARD	45
GALILEO II	47

ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΙΑ HOME AUTOMATION	48
ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ	48
OPEN HAB	48
PiDOME	49
DOMOTICZ	49
THINGS SPEAK	49
ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ	51
SMART THINGS	51
VERA	51
GOOGLE HOME	52
ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	52
ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ/ΥΓΡΑΣΙΑΣ DHT-11	52
ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ UV	54
ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ - MPL115A2	55
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ WIFI MODULE -ESP8266	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	58
ARDUINO	58
ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ARDUINO	60
ARDUINO IDE	63
ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ	64
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	64
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ	68
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	69
ΚΩΔΙΚΑΣ	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ & ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Internet Of Things (IoT), το οποίο στα ελληνικά μεταφράζεται ως διαδίκτυο των Αντικειμένων (ΔΤΑ) είναι η εξέλιξη του τυπικού όρου του διαδικτύου όπως τον γνωρίζουμε σήμερα και δεν χαρακτηρίζεται άδικα ως το Διαδίκτυο του μέλλοντος.

Η χρήση του όρου χρησιμοποιείται όλο και πιο συχνά καθημερινά στη βιομηχανία , την πολιτική και μεταξύ μηχανικών. Γίνεται συχνά λόγος για αυτό σε διαφημίσεις σε εφημερίδες ή στην τηλεόραση.

Ουσιαστικά αυτός ο όρος περιγράφει τη διασύνδεση συσκευών μικρών ή μεγάλων με ενσωματωμένους αισθητήρες και εξοπλισμό διασύνδεσης, με σκοπό αυτές να ανταλλάξουν πληροφορίες και να συντονιστούν ώστε να εξυπηρετήσουν όσο το δυνατόν αποδοτικότερα τους χρήστες. Ο ορισμός του IoT προτάθηκε αρχικά το 1999 από τον Kevin Ashton [1] και είναι:

«Το Διαδίκτυο των αντικειμένων (Internet Of Things) ορίζεται ως ένα δίκτυο από φυσικά αντικείμενα που μπορούν να επικοινωνούν και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορίες και πραγματοποιώντας διάφορες ενέργειες»

Η ιδέα της διασύνδεσης όλο και περισσότερων συσκευών καθημερινής χρήσης αποκτά ολοένα και περισσότερους οπαδούς και τείνει να χρησιμοποιείται πλέον σε καθημερινή βάση. Έχουμε πλέον περάσει από την εποχή της απλής διασύνδεσης των δικτύων των υπολογιστών στην εποχή της διασύνδεσης αντικειμένων . Η ανάγκη αυτή ήταν φυσικό επακόλουθο της τάσης των τελευταίων ετών για καλύτερες και αποδοτικότερες υπηρεσίες προς τους χρήστες. Έτσι λόγω της ένωσης ανθρώπων , διαδικασιών , δεδομένων και αντικειμένων δημιουργούνται καταλληλότερες και χρησιμότερες εφαρμογές διαδικτύου, αυξάνεται η λειτουργική αποδοτικότητά τους και δημιουργούνται νέες υπηρεσίες. Για τους καταναλωτές ,τα προϊόντα που χρησιμοποιούν αυτή τη τεχνολογία αναφέρονται σε εφαρμογές βασισμένες στο διαδίκτυο ,σε αυτοματισμούς σπιτιού, συσκευές μέτρησης κατανάλωσης ενέργειας, ώστε να υπάρξει ένας γενικότερος προσανατολισμός προς την χρησιμοποίηση και υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών. Άλλες συσκευές προσωπικής χρήσης είναι οι λεγόμενες wearables οι οποίες μπορεί να αφορούν την φυσική κατάσταση , την κατάσταση υγείας τους καθώς και την πρόταση μορφής ασκήσεων ή τρόπου διατροφής με βάση τα συλλεγόμενα στοιχεία. Ακόμα , σε άτομα με αναπηρίες κινητικές ή διανοητικές ή ηλικιωμένους, η χρήση του IoT θα βοηθήσει πάρα πολύ στην δημιουργία καλύτερων συνθηκών διαβίωσης και ικανοποίησης βασικών αναγκών τους. [2]

Μια συσκευή λοιπόν η οποία συμμετέχει στις εφαρμογές που προαναφέραμε έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- **Συλλέγει και μεταφέρει δεδομένα:** Η συσκευή μπορεί να αισθάνεται το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται (πχ, στο σπίτι ή σε ανθρώπινο σώμα) και να συλλέγει δεδομένα που συσχετίζονται με αυτή τη συσκευή και να τα μεταφέρει σε μια διαφορετική συσκευή(το κινητό , το laptop) ή στο cloud.
- **Ενεργοποίηση συσκευών με βάση κάποιο γεγονός:** Μπορεί να προγραμματιστεί η ενεργοποίηση κάποιας άλλης συσκευής με βάση κάποιες συνθήκες τις οποίες ορίζει ο χρήστης. Για παράδειγμα μπορεί να ενεργοποιηθεί ο μηχανισμός του κλιματισμού εάν η θερμοκρασία πέσει ή ανέβει πάνω από ένα επίπεδο.
- **Συλλογή δεδομένων:** Ένα μοναδικό χαρακτηριστικό των συσκευών που συμμετέχουν στο IoT είναι η ικανότητά τους να συλλέγουν δεδομένα από ο δίκτυο στο οποίο ανήκουν μεταξύ άλλων κόμβων του ίδιου δικτύου ή ακόμα και από το Internet.
- **Βοήθεια μετάδοσης πληροφορίας:** Οι IoT συσκευές που είναι μέλη ενός δικτύου συσκευών , μπορούν επίσης να βοηθούν στη μετάδοση της πληροφορίας (data forwarding) μεταξύ των κόμβων του ίδιου δικτύου. Εάν λοιπόν ένας κόμβος δεν είναι πολύ κοντά στον τελικό παραλήπτη κάποιου μηνύματος , οι ενδιαμέσες συσκευές λειτουργούν ως διαμεσολαβητές έτσι ώστε να φτάσει το πακέτο στον προορισμό του.

Η εξέλιξη των τεχνολογιών του Internet of Things μπορεί να χωριστεί λοιπόν σε 3 πεδία διερεύνησης:

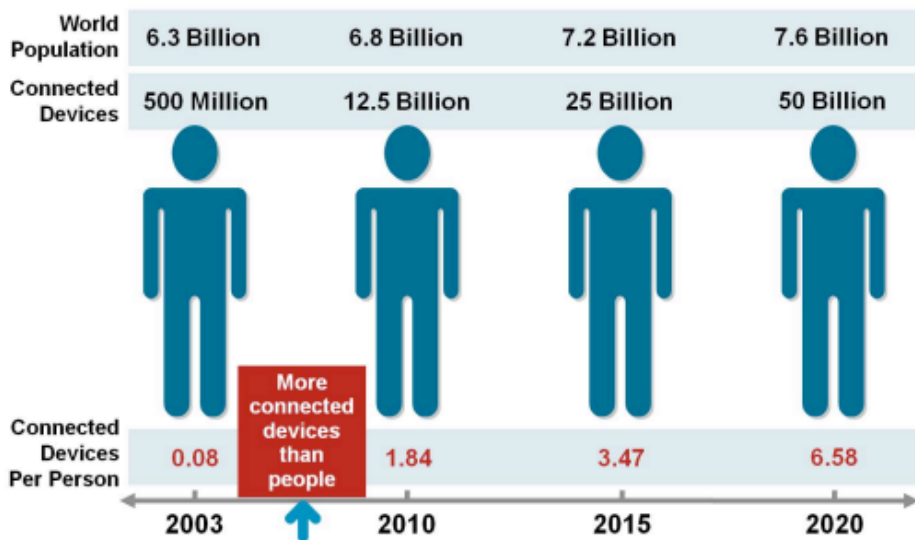
- 1)τεχνολογίες που επιτρέπουν στα “things” να συγκεντρώνουν συναφείς πληροφορίες
 - 2)τεχνολογίες που επιτρέπουν στα “things” να επεξεργάζονται τις παραπάνω πληροφορίες και
 - 3)τεχνολογίες για την βελτιστοποίηση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας
- Οι πρώτες 2 κατηγορίες είναι τα λειτουργικά τμήματα που απαιτούνται ώστε να εμφυτευθεί «εξυπνάδα » στα συστήματα και είναι το ζωτικό κομμάτι του IoT που το διαχωρίζει από το υπόλοιπο Internet.

Η Τρίτη κατηγορία μπορεί να μην αφορά τόσο πολύ την λειτουργικότητα των συσκευών, είναι όμως απαραίτητο δομικό στοιχείο, χωρίς το οποίο θα ήταν απίθανη η λειτουργία των διασυνδεδεμένων συσκευών στη καθημερινότητα των ατόμων.

Η εξέλιξη του κλάδου , συνεπάγεται ότι τα περιβάλλοντα, οι πόλεις , τα κτίρια ,ο ρουχισμός, οι φορητές συσκευές και άλλα πράγματα που χρησιμοποιούμε στη καθημερινότητά μας θα πρέπει να μεταφέρουν όλο και περισσότερες πληροφορίες, να «μιλάνε» μεταξύ τους ακόμα πιο γρήγορα και να επεξεργάζονται τα δεδομένα ταχύτερα . Επίσης οι ερευνητές έχουν ακόμα μεγαλύτερες προκλήσεις να αντιμετωπίσουν , αφού τα smart things απαιτούν high data rate , low latency ,low energy , low cost και πολλά συνδεδεμένα άτομα ταυτόχρονα . Τα σενάρια του 5G που δείχνουν να υλοποιούνται στο άμεσο μέλλον μπορεί να βοηθήσουν να ξεπεραστούν κάποιες από τις παραπάνω δυσκολίες.

Με βάση τα παραπάνω βλέπουμε ήδη ότι το IoT μπορεί να έχει πολλές και διαφορετικές εφαρμογές, οι κυριότερες από τις οποίες θα αναλυθούν εκτενέστερα παρακάτω.

Οι περισσότερες εταιρείες επενδύουν σε τέτοιες τεχνολογίες και οι προβλέψεις δείχνουν ότι ο συγκεκριμένος κλάδος θα αναπτυχθεί πολύ μέσα στα επόμενα χρόνια. Συγκεκριμένα με βάση paper της Cisco 14,4 τρις δολάρια (καθαρό κέρδος) θα είναι διαθέσιμα στις αγορές για από το 2013 έως το 2022 για διαχείριση από τις επιχειρήσεις. Σύμφωνα και πάλι με προβλέψεις της Cisco, η IP κίνηση θα αυξηθεί κατά 22% από το 2015 έως το 2020, με το μεγαλύτερο μέρος αυτής της κίνησης να προέρχεται από ασύρματα συνδεδεμένες συσκευές. Όσο αφορά τις διασυνδεδεμένες συσκευές, αυτές αναμένεται να φτάσουν τα 50δισ, δηλαδή περίπου 7 φορές πάνω από τον πληθυσμό της γης !! [3]



Εικόνα 1: Connected devices per person timeline, Cisco IBSG, April 2011

Παρόλα αυτά, οι συνέπειες αυτής της αύξησης επηρεάζουν πολλούς κλάδους. Ένας από τους βασικότερους κλάδους είναι η ασφάλεια, τόσο η φυσική όσο και η virtual. Τα δισεκατομμύρια των νέων συνδεδεμένων αντικειμένων αυξάνουν κατά πολύ τον αριθμό των πιθανών επιθέσεων. Όσο περισσότερα ευαίσθητα δεδομένα διακινούνται μέσω των συσκευών, τόσο αυξάνεται και ο κίνδυνος ρήγματος στην ασφάλεια. Για τους παραπάνω λόγους έγινε επιτακτική η ανάγκη της δημιουργίας πρωτοκόλλων που να μπορούν να υποστηρίξουν αυτή τη μορφή του διαδικτύου στα οποία θα αναφερθούμε εκτενέστερα παρακάτω.

ΈΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Οι έξυπνες συσκευές είναι το ζωτικό κομμάτι του IoT και αποτελούν προφανώς αναπόσπαστο κομμάτι του. Ο λόγος για τον οποίο χαρακτηρίζονται ως έξυπνες είναι το ότι μπορούν να εκτελέσουν εντολές και έτσι να παραχθούν αποτελέσματα στον φυσικό κόσμο , όπως για παράδειγμα σε ένα κτίριο ή σε ένα αυτοκινητόδρομο.

Η ιδέα είναι ότι κάθε συσκευή προσδιορίζεται μοναδικά μέσω ενός RFID , μέσω του οποίου η κάθε συσκευή μπορεί να αναγνωρισθεί και να διαχειρισθεί. [4]

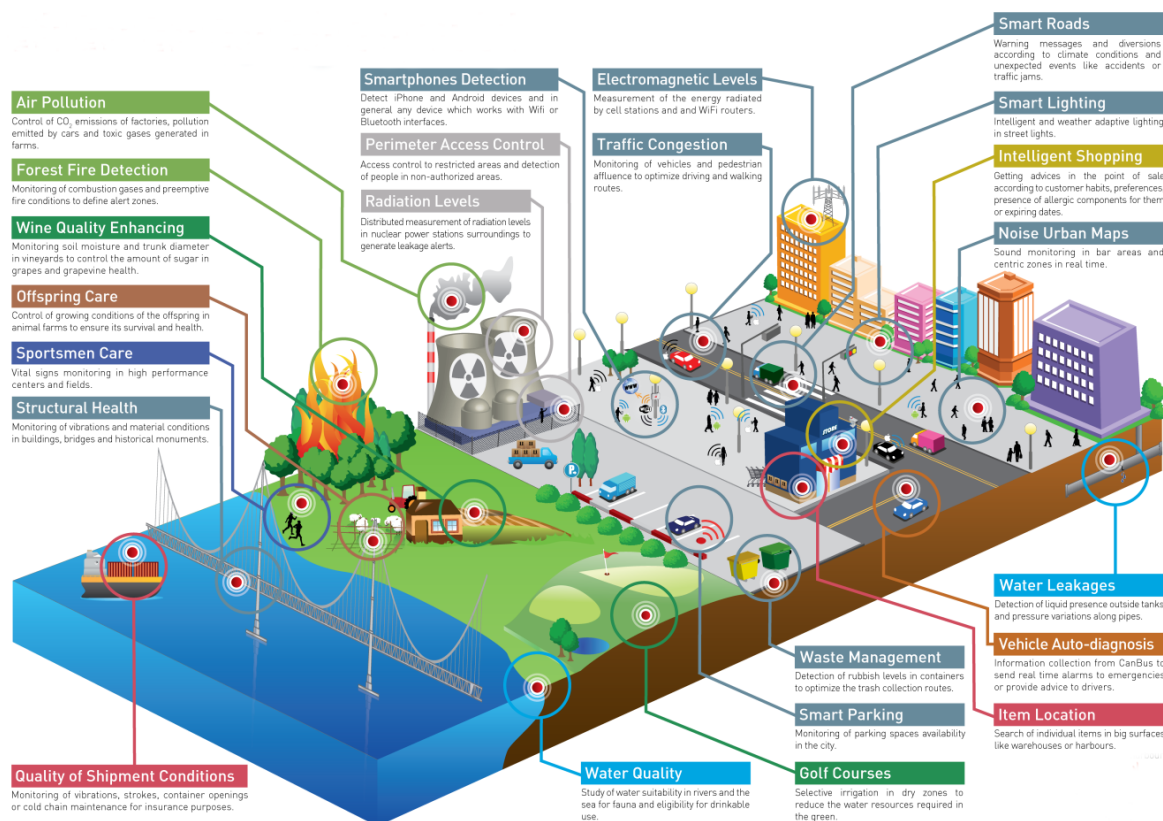
Ως «έξυπνες» χαρακτηρίζονται όσες συσκευές έχουν ένα ή περισσότερους αισθητήρες ή ενεργοποιητές (ή και τα δυο) , ένα μικρό σε μέγεθος μικροεπεξεργαστή, μια συσκευή επικοινωνίας και μια πηγή ενέργειας. Ο αισθητήρας ή ο ενεργοποιητής που διαθέτει η κάθε συσκευή της δίνει τη δυνατότητα να αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον και να ακολουθεί κανόνες που είναι καθοδηγούμενοι από κάποια γεγονότα . Έτσι , ο αισθητήρας τροφοδοτείται από την πηγή ενέργεια με την οποία είναι συνδεδεμένος και εν συνεχεία λαμβάνει δεδομένα από το περιβάλλον. Ο ενεργοποιητής μπορεί να ορίσει τις αντιδράσεις μιας συσκευής κάτω από ορισμένες συνθήκες. Εν συνεχεία ο μικροεπεξεργαστής επεξεργάζεται τα δεδομένα και έπειτα τα μετασχηματίζει έτσι ώστε να ληφθούν οι απαραίτητες ενέργειες. Τέλος , Η συσκευή επικοινωνίας είναι υπεύθυνη για την μετάδοση της πληροφορίας από τους αισθητήρες αλλά και την εισαγωγή στοιχείων από άλλες έξυπνες συσκευές.

ΧΩΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η αξία της χρήσης του IoT έγκειται στο γεγονός ότι επηρεάζει πολλούς τομείς της καθημερινότητας των χρηστών, τόσο ως άτομα όσο και ως επιχειρήσεις .

Οι τομείς που επηρεάζονται είναι πολυπληθής και όλοι τους μέρος την καθημερινότητας μας, ορισμένοι από τους οποίους παρουσιάζονται παρακάτω [5] :

Πλατφόρμα Οικιακού Αυτοματισμού στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων



Εικόνα 2: Internet of things examples, Libelium, Smart world infographics ,April 2013

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι έξυπνοι μετρητές όχι απλά συλλέγουν δεδομένα αλλά καθιστούν και δυνατή την εφαρμογή analytics για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της χρήσης της ενέργειας. Παρομοίως, αισθητήρες σε συσκευές όπως οι ανεμόμυλοι, ανεμογεννήτριες κ.α μπορούν να παρακολουθούν τα δεδομένα και να χρησιμοποιούν προγνωστική μοντελοποίηση ώστε να προγραμματιστεί η διακοπή λειτουργίας για πιο αποδοτική χρήση της ενέργειας. Έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα που ενσωματώνουν περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βελτιώνουν την αξιοπιστία των συστημάτων και μειώνουν τις χρεώσεις των καταναλωτών, προσφέροντας έτσι φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια.

ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ & LOGISTICS

Στον τομέα των μεταφορών, το IoT έρχεται να παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στην λειτουργία του κλάδου από εδώ και στο εξής. [6] Λόγω του ότι αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι στη καθημερινότητα των ανθρώπων, η χρήση αισθητήρων στους δρόμους, στις σιδηροδρομικές γραμμές κλπ. θα βοηθούσε στη διαχείριση της κίνησης των δρόμων και των σταθμών, καθώς επίσης και θα επέτρεπαν απομακρυσμένο έλεγχο της κυκλοφορίας. Η βελτιστοποίησή τους λοιπόν θα επηρέαζε πολλούς τομείς οι οποίοι εξαρτώνται από τη μεταφορά ατόμων ή πραγμάτων. Έτσι η χρήση του IoT μπορεί να βοηθηθεί η υποβοηθούμενη οδήγηση, προσφέροντας αποτελεσματικότητα, αποφυγή οχημάτων, πληροφορίες για την αποφυγή της

κίνησης και οικονομία στη κατανάλωση ενέργειας. Επίσης στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς πετυχαίνετε η πρόγνωση των χρόνων αφίξεων στις στάσεις , του χρόνου βλαβών τους , της αποδοτικότερης λειτουργίας τους . Στον τομέα των μεταφορών πραγμάτων , η διαχείριση αποσκευών , ο χρόνος παράδοσης καθώς και ο γενικότερος συντονισμός και έλεγχος των παραδόσεων , θα έχουν ως αποτέλεσμα τη σαγή βελτιστοποίησή τους.

ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ

Ήδη πολλές βιομηχανίες αυτοκινήτων προσθέτουν σε πολλά μοντέλα των αυτοκινήτων τους συστήματα οποία βοηθούν τους οδηγούς και τους επιβαίνοντες στην διάρκεια του ταξιδιού. Αυτά μπορούν να γίνουν με συστήματα ίδια ή παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές. Βλέπουμε λοιπόν έτσι ότι δημιουργώντας μια καινούργια τεχνολογία για ένα κλάδο , αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα και σε άλλους κλάδους. Δεν είναι μακριά η εποχή που τα οχήματα θα οδηγούνται μόνα τους κατά απαίτηση των ανθρώπων. Ενδεικτικά κάποιες τεχνολογίες που έχουν ήδη αρχίσει να εγκαθίσταται είναι :

Αυτόματο φρενάρισμα: Ένα νέο σύστημα αισθητήρων που θα ανιχνεύει τη θέση των αντικειμένων γύρω από το όχημα και θα σταματά αυτόματα το αυτοκίνητο όταν «αντιλαμβάνεται» ότι κάποιος άλλο πλησιάζει υπερβολικά κοντά -ακόμη κι αν ο οδηγός πατά το γκάζι-, μελετούν οι ειδικοί της Volvo ¹. Τα αποτελέσματα των πρώτων δοκιμών είναι θετικά και οι επιστήμονες ελπίζουν ότι με αυτόν τον τρόπο θα εκμηδενίσουν τον κίνδυνο σύγκρουσης.

Άμεση ενημέρωση μετά από ατύχημα : Η τεχνολογία, που αποκαλείται «Urgency Algorithm», διατίθεται ήδη στην αγορά της Αμερικής και δίνει τη δυνατότητα στο όχημα να ειδοποιεί αυτόματα τις υπηρεσίες εκτάκτου ανάγκης αν συμβεί κάτι που δεν εντάσσεται στα φυσιολογικά πλαίσια και μπορεί να αποτελεί κίνδυνο για τους επιβάτες, στέλνοντας μήνυμα με την ακριβή τοποθεσία του αυτοκινήτου. Σε δοκιμαστικό επίπεδο βρίσκεται η δυνατότητα μετάδοσης λεπτομερών πληροφοριών για τις δυνάμεις που αναπτύχθηκαν κατά τη σύγκρουση, όπως η αλλαγή ταχύτητας, πόσο γρήγορα σταμάτησε το αυτοκίνητο και ποια ήταν η γωνία της αρχικής σύγκρουσης, προκειμένου να γίνεται άμεση εκτίμηση για την πιθανή σοβαρότητα των τραυματών.

Ρομποτικός γιατρός : Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η πρώτη ώρα παροχής βοήθειας σε θύματα αυτοκινητιστικών ατυχημάτων είναι η πλέον κρίσιμη για τη διάσωσή τους. Οι ειδικοί του Jackson Memorial Hospital έχουν δημιουργήσει τον ρομποτικό γιατρό, ο οποίος επιτρέπει στον χειρουργό Dr. Antonio Marttos να επικοινωνεί απευθείας με την ιατρική ομάδα στον τόπο του ατυχήματος. Ελέγχοντας τις κάμερες του ρομπότ, ο Dr Marttos μπορεί να κάνει άμεση διάγνωση και να δώσει σαφείς οδηγίες στην ομάδα διάσωσης.

ΥΓΕΙΑ

Στον χώρο της υγείας , η ανάπτυξη μπορεί να αφορά τόσο τους ασθενείς όσο και το γενικότερο πλαίσιο της λειτουργίας του νοσοκομείου ή του συστήματος υγείας. Για παράδειγμα, μέσω της χρήσης wearable συσκευών όπως i-watch , οι πολίτες θα μπορούν να ανεβάζουν αυτόματα πληροφορίες μέσω αισθητήρων σχετικά με τη κατάσταση της υγείας τους σε μια πλατφόρμα που θα μπορούν να διαχειρίζονται και γιατροί έτσι ώστε να παρακολουθούν τη

¹ Volvo : Κατασκευαστική εταιρεία αυτοκινήτων

πορεία της υγείας τους. Εν συνεχεία θα μπορούσε να παρακολουθηθεί η επίδραση των φαρμάκων στον οργανισμό κάθε θεραπευόμενου ώστε να έρθουμε σε συμπεράσματα σχετικά με την αποδοτικότητά τους στο συγκεκριμένο άτομο. Όσο αφορά την λειτουργία των οργανισμών, αυτοί θα μπορούσαν να ελέγχουν ευκολότερα τα αποθέματά τους και όποτε χρειάζεται να ειδοποιεί το σύστημα για ανατροφοδότηση των αναλώσιμων. Μια άλλη χρήση θα μπορούσε να είναι ο εντοπισμός και η αναγνώριση αντικειμένων και ατόμων έτσι ώστε να αποφευχθεί η είσοδος τους σε απαγορευμένες περιοχές εντός του νοσοκομείου. Τέλος, δίνεται η δυνατότητα σε άτομα περιορισμένης κινητικότητας ή άλλων αναπηριών να ικανοποιούν βασικές τους ανάγκες όπως η ενεργοποίηση /απενεργοποίηση συσκευών, υποβοήθηση στη μεταφορά τους, μετάφραση ηχητικών σημάτων σε κείμενο για τους και το αντίστροφο για άτομα με ακουστικό-ομιλητικά προβλήματα κα. Παράλληλα όλες αυτές οι πληροφορίες θα μπορούσαν να συνδεθούν σε μια γνωσιακή βάση για το κάθε άτομο ώστε να μαθαίνονται οι συνήθειες του και να του προσφέρονται υπηρεσίες που θα τον βοηθούν στις καθημερινές του ανάγκες.

HOME AUTOMATION

Ένας από τους μεγαλύτερους κλάδους που έχει ήδη αρχίσει να επηρεάζει το IoT είναι αυτός του αυτοματισμού κτιρίων ή εγκαταστάσεων. Η καθημερινότητα γίνεται πολύ πιο εύκολη και οι άνθρωποι ωφελούνται από τις υπηρεσίες που προσφέρονται τόσο οικονομικά όσο και διαχειριστικά. Η πιο συχνή χρήση του σε αυτή τη κατηγορία φαίνεται να αφορά τις συνθήκες θερμοκρασίας, ασφάλειας και φωτισμού που επικρατούν στο κτίριο. Παραδείγματος χάριν, με χρήση αισθητήρων, ενεργοποιητών και μέσω ενός controller μπορούμε να ορίσουμε υπό ποιες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και άλλων κλιματικών δεικτών θα ανάψει το air condition χωρίς εμείς να χρειαστεί να κάνουμε τίποτα. Αυτό είναι επίσης ένα παράδειγμα το οποίο μπορεί να μας εξοικονομήσει και αρκετά χρήματα λόγω της μέτρησης της κατανάλωσης ενέργειας και της απενεργοποίησης των συσκευών όταν η θερμοκρασία στο σπίτι ή σε κάποιο άλλο χώρο είναι σε κάποιο σταθερό επίπεδο.

SMART CITIES

Οι έξυπνες πόλεις αποτελούν τμήμα του ευρύτερου σχεδίου των δυτικών κοινωνιών για μετάβαση στην κοινωνία και οικονομία της γνώσης. Περιγράφουν περιβάλλοντα που βελτιώνουν τις ανθρώπινες ικανότητες δημιουργικότητας, μάθησης και καινοτομίας. Δημιουργούνται από την συνένωση τοπικών συστημάτων καινοτομίας που λειτουργούν μέσα στις πόλεις (τεχνολογικές συνοικίες, τεχνολογικά πάρκα, πόλοι καινοτομίας, clusters) με ψηφιακά δίκτυα και εφαρμογές της κοινωνίας της πληροφορίας. Η αξία τους βρίσκεται στη δυνατότητα να συγκεντρώνουν και να συνδυάζουν τρεις μορφές ευφυΐας: ανθρώπινη του πληθυσμού των πόλεων, συλλογική των θεσμών καινοτομίας, και τεχνητή των ψηφιακών δικτύων και εφαρμογών. Το IoT έχει φτάσει πλέον σε ένα κομβικό σημείο που μπορεί να αλλάξει πρακτικά τον τρόπο ζωής των ανθρώπων στο δημόσιο τομέα, στις επιχειρήσεις και στη προσωπική τους ζωή. Για παράδειγμα, τόσο στις μεγαλουπόλεις, όσο και στη περιφέρεια μπορεί να δοθεί η ευκαιρία για καλύτερη διαχείριση των κτιριακών εγκαταστάσεων, της κίνησης των δρόμων ή ακόμα και να παρέχει έξυπνη διαχείριση βασικών υπηρεσιών όπως

ο φωτισμός μιας πόλης , το πότισμα των δημόσιων κήπων, τα απόβλητα και την αστυνόμευση.

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ INTERNET OF THINGS



WEB OF THINGS

Το Web Of Things είναι ένας όρος ο οποίος χρησιμοποιείται έτσι ώστε να περιγράψουμε την αρχιτεκτονική των εφαρμογών και τα πρότυπα προγραμματισμού τα οποία επιτρέπουν στα αντικείμενα να είναι μέρος του ίντερνετ. Το Web Of Things προορίζεται να επιτρέψει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των πλατφορμών IoT και των τομέων εφαρμογών. [7] Κατά κύριο λόγο , παρέχει μηχανισμούς για να περιγράψει επίσημα τις διασυνδέσεις IoT έτσι ώστε να επιτραπεί στις συσκευές και στις υπηρεσίες του Internet of things να επικοινωνούν μεταξύ τους, ανεξάρτητα από την υλοποίησή τους με βάση πολλαπλά πρωτόκολλα δικτύωσης. Επίσης, παρέχει ένα συγκεκριμένο τρόπο καθορισμού και προγραμματισμού της συμπεριφοράς του IoT. Έτσι, η διασύνδεση των συσκευών ,καθώς και ο προγραμματισμός τους, γίνεται απλούστερος, ευκολότερος και πολύ πιο γρήγορος ειδικά αν έχουμε να κάνουμε με τη διασύνδεση πολλών συσκευών διαφορετικών κατασκευαστών. Το Web of Things, βασίζεται μόνο στο Layer 7 του OSI model (Application Layer) το οποίο έχει να κάνει μόνο με τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες που τρέχουν και τα δεδομένα. Δουλεύοντας στο Layer 7 ,δεν είναι τόσο δύσκολο να διασυνδέσουμε δεδομένα και υπηρεσίες από πολλαπλές εφαρμογές. Αντίστοιχα το IoT βασίζεται κυρίως ,όπως θα δούμε και παρακάτω ,σε

πρωτόκολλα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων όπου είναι πιο δύσκολο να προγραμματιστούν και να “μιλήσουν” μεταξύ τους.

Στο Web of things ,οι συσκευές και οι υπηρεσίες τους είναι πλήρως ενσωματωμένα στο διαδίκτυο ,διότι χρησιμοποιούν τα ίδια πρωτόκολλα και τις ίδιες τεχνικές όπως τα παραδοσιακά Web sites. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να δημιουργήσουμε εφαρμογές οι οποίες αλληλεπιδρούν με τις συσκευές , με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως θα κάναμε για την αλληλεπίδραση με μια άλλη Web εφαρμογή η οποία χρησιμοποιεί Web APIs , ιδιαίτερα ε RESTful αρχιτεκτονικές. Σε σύγκριση με άλλα πρωτόκολλα που διέπουν το Internet of things, ο προγραμματισμός πίσω από το Web of Things είναι σημαντικός πιο απλός στην εκμάθηση και τη χρήση του. Αυτό βοηθάει πολύ όσους θέλουν να εμπλακούν στο προγραμματισμό αντικειμένων για το IoT και έχουν βασικές γνώσεις προγραμματισμού Web ιστοσελίδων ή εφαρμογών.[8] [9]

INTERNET OF EVERYTHING

Το Internet of Everything (IoE) , είναι μια έννοια η οποία καθιερώθηκε από την εταιρεία Cisco. Αυτή η έννοια περιλαμβάνει όλη τη δικτυωμένη επικοινωνία μεταξύ, των ανθρώπων ,των διαδικασιών , των δεδομένων και των αντικειμένων. [10] Σήμερα, τα περισσότερα άτομα συνδέονται μέσω της χρήσης συσκευών και κοινωνικών δικτύων. Καθώς το IoE αναπτύσσεται, θα συνδεόμαστε με νέους και πολλαπλούς τρόπους. Τα “wearables” ήδη αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο συνδεόμαστε. Με τη σωστή επεξεργασία, οι συνδέσεις μπορούν να μετατραπούν σε χρήσιμες πληροφορίες καθώς η σωστή πληροφορία μεταφέρετε στο σωστό άτομο τη σωστή χρονική στιγμή κατά τον πιο αποδοτικό τρόπο. Εκτός από μόνο τα δεδομένα να συνδέονται με αντικείμενα –με στόχο την ανάλυση- παρέχουν όλο και περισσότερο πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο από τους ανθρώπους όσο και από τα μηχανήματα για τη λήψη καλύτερων αποφάσεων και την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων. Το IoE έχει δημιουργηθεί , από πολλές τεχνολογίες μαζί, συμπεριλαμβανομένου και του Internet of Things. Τα στοιχεία του IoE είναι τα εξής:

Άνθρωποι: Οι άνθρωποι θα συνεχίσουν να συνδέονται μέσω των συσκευών τους όπως τα κινητά τηλέφωνα , τους υπολογιστές ή τα tablets καθώς επίσης και μέσω των κοινωνικών δικτύων όπως το Facebook ή το LinkedIn. Όσο το IoE αυξάνεται , η αλληλεπίδραση με τους ανθρώπους πρόκειται να εξελιχθεί επίσης. Πιθανώς να είναι φυσιολογικό σε μερικά χρόνια να φοράμε αισθητήρες στο δέρμα ή στα ρούχα μας με σκοπό τη συλλογή δεδομένων που θα στέλνονται σε οργανισμούς υγείας όπως νοσοκομεία. Ορισμένοι ερευνητές πιστεύουν ότι ακόμα και οι άνθρωποι μπορεί να γίνουν μεμονωμένοι κόμβοι που παράγουν μια σταθερή ροή στατιστικών δεδομένων.

Διαδικασίες: Αυτό περιλαμβάνει τη τεχνολογία, τις επιχειρήσεις, τους οργανισμούς και άλλες διαδικασίες που θα απαιτηθούν προκειμένου να υπάρξει διαχείριση ,και κατά ένα μεγάλο μέρος και αυτοματοποίηση , της εκρηκτικής ανάπτυξης των συνδέσεων και της επακόλουθης συσσώρευσης, ανάλυσης και επικοινωνίας των δεδομένων που θα είναι αναπόφευκτα στο Internet of Things. Οι διαδικασίες, παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στο πως οι οντότητες –άνθρωποι-δεδομένα-αντικείμενα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και προσφέρουν κοινωνικό και οικονομικό όφελος.

Πράγματα: Σ’ αυτό το στοιχείο , περιλαμβάνονται όλοι οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές , οι κόμβοι και οποιαδήποτε άλλη συσκευή είναι ή θα είναι

ικανή να συνδεθεί στο διαδίκτυο και να μοιραστεί πληροφορίες. Για παράδειγμα 'πράγματα' στο IoE μπορεί να είναι έξυπνοι μετρητές οι οποίοι επικοινωνούν την κατανάλωση ενέργειας, τα ρομπότ σε μια γραμμή παραγωγής που αυτοματοποιούν τις εργοστασιακές εργασίες ή ακόμα και τα έξυπνα συστήματα μεταφοράς που προσαρμόζονται στις κυκλοφοριακές συνθήκες.

Δεδομένα: Σήμερα, οι συσκευές κυρίως συλλέγουν δεδομένα αντί να διαμοιράζουν στο Internet σε μια κεντρική πηγή όπου επεξεργάζονται και αναλύονται. Τα δεδομένα αυτά, αναμένεται να ξεπεράσουν τα σημερινά μεγαλύτερα δεδομένα που παράγονται από τα κοινωνικά δίκτυα. Πολλά από αυτά τα δεδομένα έχουν πολύ παροδική αξία. Για την ακρίβεια τα δεδομένα αυτά εξαφανίζονται σχεδόν όσο γρήγορα δημιουργούνται. Ως αποτέλεσμα έχουμε ότι δεν αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα που παράγονται. Καθώς οι δυνατότητες των συσκευών που συνδέονται στο IoE αυξάνονται, θα γίνουν πιο έξυπνες και θα ξεπεραστούν εμπόδια του παραδοσιακού τρόπου ανάλυσης δεδομένων, συνδυάζοντας τα δεδομένα σε πιο χρήσιμες πληροφορίες. Εκτός από το να απεικονίζονται ωμά δεδομένα, τα διασυνδεδεμένα αντικείμενα σύντομα θα στέλνουν πληροφορίες υψηλότερου επιπέδου στις μηχανές, τους υπολογιστές ή τους ανθρώπους σε πραγματικό χρόνο για περαιτέρω αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση αυτής της τεχνολογίας είναι ήδη ορατά καθώς από δημοσιεύσεις της εταιρείας βλέπουμε ότι σε παραδείγματα καθημερινής χρήσης σε δήμους κατάφεραν να εξοικονομήσουν σημαντικά ποσά. Για παράδειγμα στη Φιλανδία έχουν εγκατασταθεί αισθητήρες σε κάδους και στέλνουν σήμα κάθε φορά που θα πρέπει να περάσει κάποιος αρμόδιος για άδειασμα του κάδου. Αυτό έχει καταφέρει να μειώσει τα έξοδα μετακίνησης των δήμων κατά 40%. Έτσι μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι μέσα στην επόμενη δεκαετία, το IoE μπορεί να συμβάλει στην οικονομία των κυβερνήσεων, να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και τη παραγωγικότητα και να δημιουργήσει νέα έσοδα, ενισχύοντας τα οφέλη των πολιτών. Μιλώντας με νούμερα, η Cisco, θεωρεί πως θα μειωθούν δραματικά τα κόστη συντήρησης του δημόσιου τομέα και συγκεκριμένα 100 δις δολάρια πρόκειται να εξοικονομηθούν από τα έξυπνα κτήρια στον τομέα της ενέργειας και 39 δις στην κατανάλωση του νερού.

SOCIAL INTERNET OF THINGS

Η μελλοντική εξέλιξη του διαδικτύου των αντικειμένων θεωρείται πως θα είναι τα κοινωνικά δίκτυα των αντικειμένων (social internet of things ή εν συντομία SIoT). Η ιδέα αυτή δεν είναι παλιά, καθώς ο L. Atzori [11] είχε προβλέψει την ανάπτυξη του παραδείγματος κάποια χρόνια πριν. Η ιδέα αυτή είναι ότι έξυπνα αντικείμενα επικοινωνούν μεταξύ τους σχηματίζοντας κοινωνικά δίκτυα. Εκμεταλλευόμενοι τα κοινωνικά δίκτυα, το SIoT προσφέρει: 1) πλοήγηση δικτύου, με σκοπό την ευέλικτη και επεκτάσιμη παροχή υπηρεσιών και αναγνώριση αντικειμένων. 2) εκμετάλλευση των μοντέλων των κοινωνικών δικτύων έτσι ώστε να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες του διαδικτύου των αντικειμένων και συναφών αντικειμένων. 3) Δημιουργία ενός επιπέδου εμπιστοσύνης μεταξύ των αντικειμένων που είναι «φίλοι» στα κοινωνικά δίκτυα. Τα έξυπνα αντικείμενα, είναι ικανά να διαδίδονται στο δίκτυο μέσω αναζήτησης νέων φίλων και «φίλων των φίλων». Επιπλέον, σε μι άλλη

έρευνα για το SIoT , οι συγγραφείς εισήγαγαν μια νέα αρχιτεκτονική. Μελετώντας πολλές διαφορετικές δομές , τύπους υπηρεσιών και εφαρμογές κατέληξαν στη κατηγοριοποίηση των διαφόρων κοινωνικών σχέσεων μεταξύ των έξυπνων αντικειμένων. Συγκεκριμένα , ονομάτισαν πέντε τύπους σχετικά με τις σχέσεις των αντικειμένων : 1) Γονική 2) Συν-εγκατάσταση ,3) Συνεργασία ,4)Ιδιοκτησία και 5)Κοινωνική. [12]

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ



Σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποίησε η Vodafone [13] δημοσιοποίησε το πέμπτο ετήσιο Βαρόμετρο του IoT (IoT Barometer), την κορυφαία, διεθνή έρευνα επιχειρηματικού κλίματος αναφορικά με τις επενδύσεις και την καινοτομία στο Internet of Things. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω συνεντεύξεων με σχεδόν 1.300 στελέχη επιχειρήσεων σε 13 χώρες (ΗΠΑ, Βραζιλία, Ιρλανδία, Ηνωμένο

Βασίλειο, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία, Νότια Αφρική, Κίνα, Ινδία, Ιαπωνία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία).

Σύμφωνα με την έρευνα IoT Barometer: το 84% των επιχειρήσεων που υιοθέτησαν λύσεις IoT αναφέρουν ότι η αξιοποίηση του IoT ενισχύθηκε σε σχέση με το προηγούμενο έτος, το 51% των εταιρειών που χρησιμοποιούν υπηρεσίες IoT σημειώνουν ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία αυξάνει τα έσοδά τους ή δημιουργεί νέες πηγές εσόδων, το 66% του συνόλου των εταιρειών συμφωνεί ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι αδύνατος χωρίς το IoT και, τέλος, το ποσοστό των εταιρειών που διαθέτουν περισσότερες από 50.000 διασυνδεδεμένες συσκευές διπλασιάστηκε τους τελευταίους 12 μήνες, σε διεθνές επίπεδο. Οι χρήστες μεγάλης κλίμακας καταγράφουν επίσης ορισμένα από τα σημαντικότερα επιχειρηματικά οφέλη, με το 67% εξ αυτών να επισημαίνουν ότι έχουν αξιόλογες αποδόσεις από την χρήση του IoT. Οι εταιρείες ενέργειας και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας βρίσκονται στην πρώτη γραμμή των μεγαλύτερων έργων IoT διεθνώς, με εφαρμογές όπως η «έξυπνη» μέτρηση (smart metering) και η παρακολούθηση της λειτουργίας αγωγών (pipeline monitoring). Παράλληλα, το εύρος των πλεονεκτημάτων, τα οποία οι χρήστες απολαμβάνουν από την χρήση του IoT, διευρύνεται όσο η υιοθέτησή του αυξάνεται. Η μεγαλύτερη επιχειρηματική γνώση, το μειωμένο κόστος και η αυξημένη παραγωγικότητα των εργαζομένων βρίσκονται στις πρώτες θέσεις της λίστας διεθνώς. Το ζήτημα της ασφάλειας στο IoT παραμένει το μεγαλύτερο εμπόδιο για την υιοθέτησή του από τις επιχειρήσεις. Ωστόσο, σε εταιρείες με 10.000 ή και περισσότερες διασυνδεδεμένες συσκευές σε λειτουργία, μόλις το 7% αναφέρει ότι τους προβληματίζει η ασφάλεια . Οι επιχειρήσεις κάνουν περισσότερα βήματα για την αντιμετώπιση των θεμάτων ασφαλείας, αναλαμβάνοντας πρωτοβουλίες όπως είναι η αύξηση της εκπαίδευσης γύρω από την ασφάλεια.

ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΙoT



Παρά τις πολλές και μεγάλες ευκολίες που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία του IoT στη ζωή μας , υπάρχουν σοβαροί ενδοιασμοί όσο αφορά την παράβαση της ιδιωτικότητας και της προστασίας των προσωπικών δεδομένων των ανθρώπων. [14] Ο τομέας του IoT παρέχει πολλές προκλήσεις στους ερευνητές. Καθώς οι εφαρμογές αυτές χρησιμοποιούν ενεργοποιητές

ενσωματωμένους στο περιβάλλον ώστε να συλλέγουν μεγάλο όγκο δεδομένων όπως θερμοκρασία ή υγρασία , πρέπει να παραμένει σίγουρη η διασφάλιση της εγκυρότητας των πληροφοριών . Πχ. Σε ένα σύστημα ψύξης κάποιου εργοστασίου παράγωγης τροφίμων , η λανθασμένη πληροφορία σχετικά με την θερμοκρασία θα μπορούσε να προκαλέσει την παραγωγή χαλασμένων προϊόντων και συνεπώς τον δηλητηριασμό πολλών καταναλωτών.

Επίσης , οι εφαρμογές που είναι βασισμένες στο IoT είναι όλο και περισσότερο ευάλωτες στις κακοήθεις επιθέσεις από τους χρήστες του διαδικτύου, έτσι θα πρέπει να προστεθούν πολλά επίπεδα διασφάλισης σε πολλαπλά πεδία. Αν και εν μέρει έχει δοθεί μια λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα με τις μεθόδους πιστοποίησης και κρυπτογράφησης των δεδομένων που διακινούνται, δεν είναι αρκετό για την διασφάλιση των ευαίσθητων δεδομένων που μπορεί να διακινούνται σε ένα δίκτυο αισθητήρων.

Θα πρέπει λοιπόν ,να δημιουργηθούν επίσης εργαλεία και τεχνικές για περιπτώσεις παραβίασης των πρωτοκόλλων και των δικλείδων ασφαλείας και να αφήνουν την επιλογή για ενεργοποίηση μηχανισμών κατά την ανίχνευση μιας απειλής.

Για να μπορέσουμε να θεωρήσουμε ένα ασύρματο δίκτυο ασφαλές , θα πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω:

- **Επικύρωση:** πριν από την μετάδοση δεδομένων, οι κόμβοι αναγνωρίζονται και ανταλλάσσουν επικυρωμένα πιστοποιητικά.
- **Κρυπτογράφηση:** πριν την αποστολή ενός ασύρματου πακέτου δεδομένων, ο κάθε υπολογιστής που το στέλνει θα πρέπει να το κρυπτογραφήσει.
- **Ακεραιότητα:** διασφαλίζει ότι το στοιχείο που μεταδίδεται δεν έχει τροποποιηθεί.
- **Μυστικότητα:** είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα δεδομένα που προστατεύονται ενάντια στην ανάγνωση από αναρμόδια συμβαλλόμενα μέρη.

Ορισμένες επιθέσεις τις οποίες θα πρέπει να είναι σε θέση να διαχειριστεί το ασύρματο δίκτυο είναι οι εξής [15] [16] [17] [18] [19]:

- **DoS/DDOS attacks**

Οι επιθέσεις αυτές είναι ήδη ευρέως γνωστές στο Internet . Ο σκοπός μιας τέτοιας επίθεσης είναι η ολική αχρήστευση του ασύρματου δικτύου για κάποιο (μεγάλο ή μικρό) χρονικό διάστημα. Ο λόγος που αυτού του είδους επιθέσεις θεωρούνται επικίνδυνες , είναι το μικρό περιθώριο προστασίας που υπάρχει. Ορισμένοι τύποι επιθέσεις DoS είναι οι:

- **Επίθεση Smurf**

Κατά την έναρξη μίας επίθεσης Smurf, ο επιτιθέμενος στέλνει μία πληθώρα πακέτων ping ICMP Echo Request σε διευθύνσεις IP broadcast διαφόρων δικτύων. Τα πακέτα αυτά έχουν τροποποιηθεί κατάλληλα ούτως ώστε στο πεδίο source της κεφαλίδας IP να αναγράφεται η διεύθυνση IP του θύματος και όχι του επιτιθέμενου. Επίσης, δεδομένου ότι στάλθηκαν στην διεύθυνση IP Broadcast των διαφόρων δικτύων, τα λαμβάνουν όλοι οι υπολογιστές που ανήκουν σε αυτά. Αυτό έχει ως συνέπεια όλοι οι υπολογιστές να απαντούν στο ping με πακέτα ICMP Echo Reply, τα οποία έχουν ως διεύθυνση προορισμού την διεύθυνση IP του θύματος. Άρα λοιπόν το θύμα πλημμυρίζει με πακέτα ping και οδηγείται σε κατάρρευση. Η επίθεση Smurf ουσιαστικά επιτρέπει στον επιτιθέμενο να εκμεταλλευτεί άλλα δίκτυα υπολογιστών και με την αποστολή σχετικά λίγων πακέτων ping να πετύχει τον στόχο του. Τα δίκτυα υπολογιστών χρησιμεύουν ουσιαστικά στον πολλαπλασιασμό των πακέτων του επιτιθέμενου και την αποστολή αυτών στο θύμα. Τα δίκτυα τα οποία χρησιμοποιούνται κατ' αυτόν τον τρόπο ονομάζονται *Ενισχυτές Smurf (Smurf Amplifiers)*, διότι ενισχύουν την επίθεση.

- **Επίθεση Ping of Death**

Ένα πακέτο ping έχει κανονικά μέγεθος 64 bytes (ή 84 bytes εάν προστεθεί και η κεφαλίδα που προσθέτει το πρωτόκολλο IP). Πολλοί τύποι ηλεκτρονικών υπολογιστών δεν μπορούν να χειριστούν πακέτα ping που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 65535 bytes, δηλαδή το μέγιστο επιτρεπτό από το πρωτόκολλο IP. Κατά συνέπεια, η επίθεση Ping Of Death περιλαμβάνει την συνεχή αποστολή μεγάλων πακέτων ping σε κάποιον υπολογιστή μέχρι ο τελευταίος να τεθεί εκτός λειτουργίας.

Σύμφωνα με τα πρωτόκολλα του διαδικτύου, η αποστολή ενός πακέτου ping μεγαλύτερου των 65535 bytes είναι παράνομη και δεν προβλέπεται, δεδομένου ότι στην κεφαλίδα IP προβλέπονται μονάχα 16 bits για την καταχώρηση του μεγέθους του πακέτου ($2^{16}-1 = 65535$). Παρόλα αυτά ένας υπολογιστής μπορεί να σπάσει το πακέτο ping σε δύο τμήματα και να το στείλει ως δύο ξεχωριστά πακέτα IP. Όταν ο υπολογιστής-στόχος παραλάβει τα δύο πακέτα, θα τα συνθέσει και θα δημιουργήσει ένα μεγάλο πακέτο ping, το οποίο στην συνέχεια ενδέχεται να δημιουργήσει σφάλματα του τύπου Buffer overflow, τα οποία συνήθως οδηγούν σε δυσλειτουργία ολόκληρου του υπολογιστή (computer crash).

- **Επίθεση πλημμύρας (Flood Attack)**

Ο μηχανισμός αυτής της επίθεσης είναι απλός. Ο επιτιθέμενος δημιουργεί στον server περισσότερη κίνηση από αυτή που μπορεί να

διαχειριστεί. Εάν όμως ο υπολογιστής – θύμα διαθέτει ένα πολύ καλό bandwidth τότε έχει πολύ καλές πιθανότητες να μην επηρεαστεί. Ωστόσο η αύξηση του bandwidth, δεν είναι από μόνη της μιας επαρκούς προστασία ενάντια σε μια τέτοια επίθεση. Παρόλα αυτά, εάν είναι ανεπαρκές, ακόμα και ένας φυσιολογικός όγκος αιτημάτων μπορεί να οδηγήσει σε μια τέτοια δύσκολη κατάσταση.

- **Επίθεση SYN**

Η επίθεση SYN flood είναι αρκετά συνηθισμένη και η πλειοψηφία των σημερινών δικτύων υπολογιστών είναι σε θέση να την αντιμετωπίσει με επιτυχία. Κύρια προϋπόθεση για να επιτύχει η επίθεση είναι ο διακομιστής να δεσμεύει πόρους του συστήματος αμέσως μόλις δεχθεί το πρώτο ACK πακέτο και όχι μετά το πέρας της χειραψίας. Η επίθεση έχει ως εξής: Ο επιτιθέμενος αποστέλλει στον διακομιστή-θύμα πολλαπλά πακέτα TCP SYN. Ο διακομιστής θεωρεί ότι τα πακέτα αυτά προέρχονται από κανονικό χρήστη, οπότε απαντά με πακέτα SYN-ACK σύμφωνα με την διαδικασία χειραψίας του πρωτοκόλλου TCP. Ο επιτιθέμενος όμως δεν αποστέλλει πακέτα ACK για να ολοκληρωθεί η χειραψία, αλλά αφήνει τον διακομιστή να περιμένει. Επειδή για κάθε ημιτελή σύνδεση TCP ο διακομιστής ξοδεύει υπολογιστικούς πόρους, μετά από κάποιο συγκεκριμένο αριθμό τέτοιων συνδέσεων ο διακομιστής φτάνει στα όριά του και δεν μπορεί να εξυπηρετήσει τους νόμιμους χρήστες. Αυτή η κατάσταση ονομάζεται άρνηση υπηρεσιών (DOS - Denial of Service).

- **Επίθεση Teardrop**

Η βασική αρχή της επίθεσης Teardrop περιλαμβάνει την εισαγωγή ψευδών πληροφοριών αντιστάθμισης σε αποσπασματικά πακέτα. Ως αποτέλεσμα, κατά τη διάρκεια επανασυναρμολόγησης, υπάρχουν κενά πακέτα ή επικαλυμμένα πακέτα που μπορούν να προκαλέσουν το σύστημα να είναι ασταθές.

Τρόποι αντιμετώπισης των απειλών

Όπως είδαμε λοιπόν και παραπάνω οι απειλές ασφάλειας στο IoT είναι πολλές. Ο εμπλουτισμός της ασφάλειας του profile στις εφαρμογές που χρησιμοποιούν οι χρήστες καθώς και μια παρουσίαση των πιθανών κινδύνων που μπορεί να ελλοχεύονται στις εφαρμογές μπορεί να αποτρέψει ορισμένες επιθέσεις. Για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας proxy server ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την αποτροπή της επικοινωνίας εάν δεν είναι διαπιστευμένες και οι 2 πλευρές τις επικοινωνίας. Αυτή η λύση βέβαια αν και είναι πολλά υποσχόμενη, μπορεί να είναι πολύ δύσκολα υλοποιήσιμη λόγω του μεγάλου αριθμού των διασυνδεδεμένων συσκευών.

- **Προσεγγίσεις από τη μεριά των δεδομένων**

Οι λύσεις που χρησιμοποιούν προσεγγίσεις από τη μεριά των δεδομένων για τη προστασία της ιδιωτικότητας περιλαμβάνουν:

- **Εναλλαγή δεδομένων**, μια τεχνική η οποία προτείνει ανταλλαγή των ευαίσθητων δεδομένων μεταξύ των επιμέρους εγγραφών σε μια βάση δεδομένων έτσι ώστε να αυξηθεί η αβεβαιότητα και να είναι δυσκολότερο για τους κακόβουλους χρήστες να εκμεταλλευτούν τη διακίνηση δεδομένων.

- **Καταστολή δεδομένων**, μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να αποκρύψει ιδιωτικές πληροφορίες σχετικά με δημόσια έγγραφα παρακρατώντας πληροφορίες που μπορούν εύκολα να προσδιορίσουν ένα άτομο ή μία ομάδα.
- **Παραγωγή συνθετικών δεδομένων**, αυτή τη τεχνική χρησιμοποιεί ανώνυμα δεδομένα για να αποτρέψει τη σύνδεση της ταυτότητας προσωπικών δεδομένων (όπως ονόματα με διευθύνσεις).

➤ **Προσεγγίσεις από τη μεριά του δικτύου**

Μια δημοφιλής προσέγγιση για τη διασφάλιση της μη υποκλοπής δεδομένων είναι τα VPNs (virtual private networks), τα οποία λόγω της φύσης τους, αφήνουν μόνο σε λίγους, εγκεκριμένους χρήστες να μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο, θεωρούνται μια αρκετά ασφαλής λύση. Από την άλλη μεριά όμως, δεν είναι μια λύση η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα ευρύτερο δίκτυο λόγω της μεγάλης κλίμακας ενός IoT συστήματος

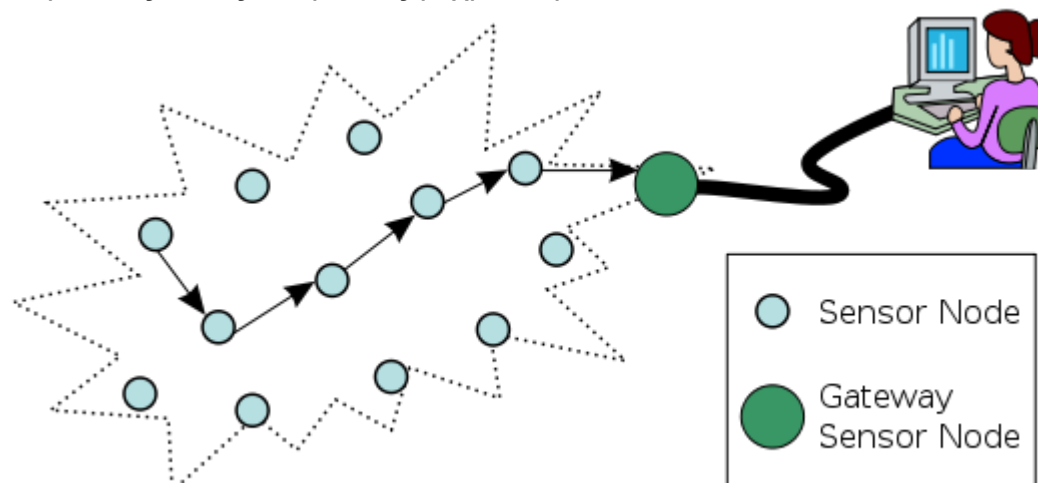
Ακόμα μια λύση στο τομέα του security είναι το *onion-routing* μια τεχνική η οποία

κρυπτογραφεί την κίνηση του Διαδικτύου από πολλαπλές πηγές τις αναμιγνύει, έτσι ώστε να είναι δύσκολη η αντιστοίχιση ενός IP πακέτου με τη πηγή μετάδοσης. Λόγω της χρησιμοποίησης πολλαπλών κρυπτογραφήσεων και δημοσίων κλειδιών από τον router, ο χρόνος μετάδοσης της πληροφορίας από τον πομπό στον δέκτη αυξάνεται πολύ, μειώνοντας έτσι τον βαθμό απόδοσης του δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΤΑ

ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ (WSN)

Για να υλοποιηθούν όμως όλα τα παραπάνω είναι απαραίτητη η χρήση αισθητήρων ώστε να μπορούν να συλλεχθούν τα δεδομένα, να επεξεργαστούν και να αναληφθούν οι δράσεις που πρέπει σε κάθε περίπτωση μέσα στο δίκτυο. Για τους παραπάνω λόγους δημιουργούνται τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων γνωστά και ως WSN. Η σπουδαιότητα της δημιουργίας τους, είναι η ανάγκη για ανταλλαγή δεδομένων και η συνεργασία μεταξύ των κόμβων, για να μπορεί να υπάρχει αυτή η συνεργασία, απαραίτητη η ύπαρξη ενός controller. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τα **Single Hop**, στα οποία τα αισθητήρια στέλνουν τα δεδομένα απευθείας στον controller και τα **Multi Hop** στα οποία οι πιο απομακρυσμένοι κόμβοι μεταδίδουν τα δεδομένα τους στους πιο κοντινούς και αυτοί με τη σειρά τους στους επόμενους μέχρι να φτάσουν τα πακέτα στον controller.



Εικόνα 3 : Typical Multi-hop sensor network architect

Ένας γενικός ορισμός των WSN είναι ο παρακάτω [20] :

«Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων είναι ένα δίκτυο το οποίο αποτελείται από ενεργειακά αυτόνομους κόμβους οι οποίοι “αισθάνονται”, παρατηρούν φυσικά μεγέθη (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση, κίνηση, εικόνα, ήχο κλπ) και μεταδίδουν την επεξεργασμένη πληροφορία ή μέτρηση τους σε ένα σταθμό βάσης (controller ή base station). Οι επικοινωνία των κόμβων είναι αμφίδρομη, δηλαδή όπως μεταδίδουν πληροφορίες στο base station κάλλιστα μπορούν να δεχθούν πληροφορίες και από αυτόν.»

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Κόμβοι αισθητήρων μπορούν να χαρακτηριστούν ως μικροί υπολογιστές. Συνήθως αποτελούνται από μια μονάδα επεξεργασίας με περιορισμένη υπολογιστική ισχύ και περιορισμένη μνήμη, αισθητήρες ή MEMS -

Microelectromechanical systems(συμπεριλαμβανομένων ειδικών κυκλωμάτων κλιματισμού), μια συσκευή επικοινωνίας (συνήθως ράδιο πομποδέκτες ή εναλλακτική οπτική), και μια πηγή ενέργειας συνήθως με τη μορφή μιας μπαταρίας. Άλλα πιθανά εγκλείσματα είναι ενόητες συγκομιδής ενέργειας, δευτεροβάθμια ASICs (application-specific integrated circuit), και ενδεχομένως της δευτεροβάθμιας διεπαφής επικοινωνίας (π.χ. RS-232 ή USB). Οι βασικοί σταθμοί είναι ένα ή περισσότερα συστατικά του WSN με πολύ μεγαλύτερη υπολογιστική δύναμη, την ενέργεια και την επικοινωνία των πόρων. Ενεργούν ως πύλη μεταξύ των κόμβων αισθητήρων και του τελικού χρήστη, καθώς προωθούν συνήθως τα δεδομένα από το WSN σε ένα διακομιστή. Άλλες ειδικές συνιστώσες στη δρομολόγηση δικτύων είναι οι δρομολογητές, οι οποίοι έχουν σχεδιαστεί για τον υπολογισμό, και τη διανομή τους πίνακες δρομολόγησης. [21] [22]

1) ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΟΙ ΠΟΡΟΙ

Από τη στιγμή που ο κάθε κόμβος είναι αυτόνομος ενεργειακά , η ισχύς του είναι περιορισμένη . Αυτό συνεπάγεται ότι οι κόμβοι πρέπει να είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλή κατανάλωση και άρα περιορισμένη υπολογιστική ισχύ και μνήμη . Εναλλακτικά θα πρέπει να γίνει μελέτη για τη λειτουργία τους με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ηλιακή (με φωτοβολταϊκά) ή αιολική (με γεννήτριες) ,περίπτωση που είναι πιθανή μόνο σε εξωτερικούς χώρους.

2) ΚΛΙΜΑΚΩΣΙΜΟΤΗΤΑ (SCALABILITY)

Τα WSN πρέπει να είναι σε θέση να διαχειρίζονται αλλαγές στη τοπολογία πχ. Προσθήκη ή αφαίρεση κόμβων και να λειτουργούν σωστά παρά τις διαφοροποιήσεις αυτές.

3) ΕΠΑΝΑΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο κάθε κόμβος θα πρέπει να ξέρει τι να κάνει (να πάρει μετρήσεις ή να στείλει δεδομένα) , πότε να το κάνει , και υπό ποιες συνθήκες να εκτελεστούν αυτές οι διαδικασίες. Εν συνεχεία θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να προγραμματίζεται δυναμικά , δηλαδή το base station να μπορεί να διαδώσει νέα δεδομένα στο δίκτυο και μέσω αυτού να προγραμματίζονται οι αισθητήρες αυτόματα .

4) ΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Με τον όρο κάλυψη του δικτύου δεν εννοούμε απαραίτητα την ακτίνα κάλυψης . Σε ένα multi hop δίκτυο , θεωρητικά προσθέτοντας κόμβους μπορούμε να επεκτείνουμε την κάλυψη στο άπειρο. Κάτι τέτοιο όμως θα προκαλούσε άλλα προβλήματα μετά από την υπέρβαση ενός ορίου σε αριθμό hop και ακτίνας εμβέλειας , όπως η αύξηση της κατανάλωσης ισχύος και η μείωση του χρόνου αντίδρασής του.

5) ΚΟΣΤΟΣ

Λόγω της πολύ πρόσφατης εισαγωγής της τεχνολογίας του IoT στη καθημερινότητα των ανθρώπων η τιμές για τη δημιουργία μεγάλων ασύρματων δικτύων είναι ιδιαίτερα υψηλές.

6) ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των WSN είναι δυνατότητά τους να προσαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε project. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να αρχίσουμε με ένα μικρό δίκτυο και όσο οι ανάγκες μας αυξάνονται να το επεκτείνουμε . Αντίστοιχα σε περίπτωση που χαθεί ένας κόμβος το δίκτυο μπορεί να βρει εναλλακτικούς δρόμους για την αποστολή των δεδομένων στον controller.

7) ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Είναι πιθανό κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός κόμβου , κάποιος αισθητήρας να πάψει να λειτουργεί λόγω σφάλματος, αστοχίας του συστήματος ή λόγω βλάβης. Σε αυτή τη περίπτωση δεν θα πρέπει να επηρεάζεται η συνολική λειτουργία του κόμβου καθώς επίσης και η αποδοτικότητά του. Η αντοχή σε σφάλματα είναι η δυνατότητα του δικτύου αισθητήρων να διατηρεί τη λειτουργικότητά του χωρίς διακοπές που να οφείλονται στις αποτυχίες των κόμβων του. Οι αλγόριθμοι και τα πρωτόκολλα που υλοποιούνται στα ΑΔΑ είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να είναι λειτουργικό το δίκτυο ακόμα και σε περιπτώσεις όπως αυτές που περιγράψαμε. Ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής η απαιτήσεις για ανοχή στα σφάλματα αλλάζουν . Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι άλλες πιθανότητες για καταστροφή κάποιων κόμβων έχουμε σε ια στρατιωτική εφαρμογή και άλλες σε μια εφαρμογή παρακολούθησης της θερμοκρασίας ενός κλειστού χώρου.

8) ΑΠΟΚΡΥΨΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Κατά τον σχεδιασμό των Ασυρμάτων Δικτύων Αισθητήρων πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η διασφάλιση της απόκρυψης της διαδιδόμενης πληροφορίας . Για παράδειγμα σε μια στρατιωτική εφαρμογή η πληροφορία που διαδίδεται δεν θα πρέπει να είναι εκτιθέμενη σε κακόβολους χρήστες. Η κρυπτογράφηση της πληροφορίας όμως καταναλώνει μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ και συνεπώς θα πρέπει να μελετώνται σε κάθε περίπτωση οι απαιτήσεις του συστήματος για παροχή ενέργειας.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Πολλές και διαφορετικές τεχνολογίες δικτύωση χρησιμοποιούνται στο Internet of Things ανάλογα κάθε φορά με το project το οποίο υλοποιείται. Πολλά από αυτά τα πρωτόκολλα μας είναι ήδη γνωστά , όπως το WiFi, Bluetooth, ZigBee και άλλα έχουν δημιουργηθεί με βάση τις ανάγκες του IoT και αποτελούν εναλλακτικές λύσεις ειδικά σχεδιασμένες για αυτοματισμούς όπως τα 6LowPAN , Z-wave , CoAP, MQTT κα.

Παρακάτω θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά στα πρωτόκολλα που διέπουν το Internet of Things και θα σταθούμε στα σημαντικότερα τα οποία δουλεύουν οι smart συσκευές για την επικοινωνία τους.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

WiFi



Το WiFi γνωστό και ως IEEE 802.11x πρωτόκολλο, είναι αδιαμφισβήτητα ο πιο διαδεδομένος τρόπος διασύνδεσης των συσκευών ασύρματα στο διαδίκτυο. [23] [24] Τα WiFi modules που είναι διαθέσιμα στη αγορά μπορούν να προσαρμοστούν άμεσα στις IoT συσκευές και να τους επιτρέψουν τη σύνδεση στο δίκτυο. Η τεχνολογία αυτή όμως, παρά την ευκολία της χρήσης της είναι πιο κοστοβόρα σε θέματα κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με τις άλλες.

- Standard: Βασισμένο στο 802.11n (σε σχέση με το 802.11a, 802.11b, 802.11g και 802.11ac είναι το πιο διαδεδομένο σήμερα)
- Frequencies: 2.4GHz and 5GHz bands
- Range: Περίπου 100m
- Data Rates: 600 Mbps maximum, αλλά συχνότερα φτάνουν έως 150-200Mbps, ανάλογα με τη συχνότητα εκπομπής που χρησιμοποιείτε και των αριθμό των κεραιών (το 802.11ac μπορεί να φτάσει έως 1Gbps)

IEEE 802.15.4



Είναι ένα πρωτόκολλο για ασύρματη επικοινωνία, το οποίο προσδιορίζει τα Physical Layer (PHY) και Media Access Control (MAC) layers με παρόμοιο τρόπο όπως τα IEEE 802.3 για το Ethernet, IEEE 802.11 για τα wireless LANs (WLANs) ή το Wi-Fi. Το γκρουπ πρωτοκόλλων 802.15 έχει μια πληθώρα υποκατηγοριών , προσδιορισμένη κάθε φορά για διαφορετικά wireless personal area networks (WPANs) , πχ 802.15.1 για το Bluetooth , IEEE 802.15.4 για εφαρμογές που απαιτούν μνήμη , bandwidth και ισχύ κ.α. [25]

6LoWPAN



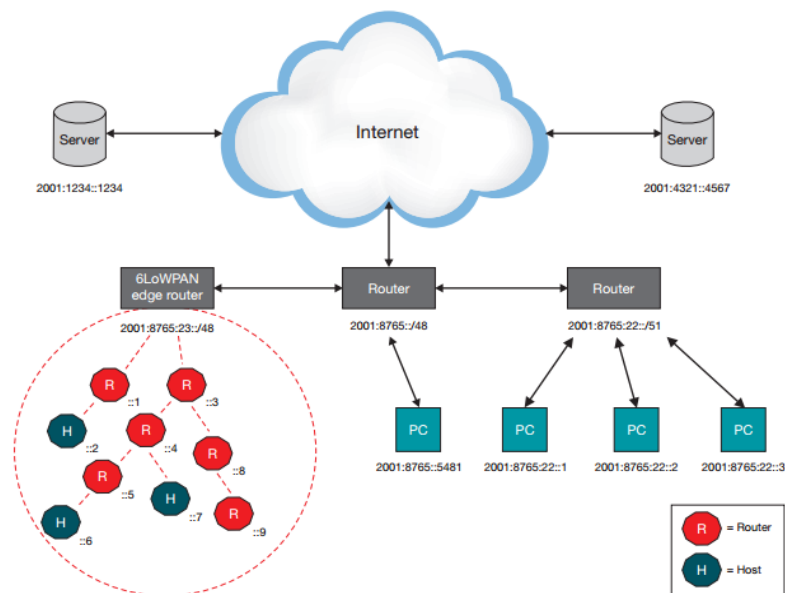
Είναι ένα ακρονύμιο του IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks. [26] Προέρχεται από την ιδέα ότι το Internet Protocol πρέπει να υποστηρίζεται ακόμα και από πολύ μικρές συσκευές με χαμηλή κατανάλωση, έτσι ώστε να είναι ικανές να συμμετέχουν στο IoT concept. Το 6LoWPAN δουλεύει μόνο στα 2.4GHz με 250 kbps transfer rate. Το **6LoWPAN** λοιπόν, είναι ένα networking protocol, το οποίο καθιστά ικανό το να μεταφέρουμε μικρά πακέτα δεδομένων, όπως αυτά περιγράφονται από την IEEE 802.15.4.

Για να το πετύχουμε αυτό έχουμε :

Fragmentation and Reassembly: Σπάει τα πακέτα των data σε μικρότερα το οποία μπορούν να χωρέσουν σε ένα 802.15.4 frame. Στην άλλη μεριά , γίνεται επανένωση των frames που διασπάρστηκαν έτσι ώστε να ξαναδημιουργηθεί το IPv6 πακέτο.

Header Compression: Επίσης συμπιέζεται το header του IPv6 πακέτου έτσι ώστε να μειωθεί το μέγεθος του Frame.

- Standard: RFC6282
- Frequency: (adapted and used over a variety of other networking media including Bluetooth Smart (2.4GHz) or ZigBee or low-power RF (sub-1GHz))
- Range: N/A
- Data Rates: N/A



Εικόνα 4: Παράδειγμα τοπολογίας ενός IPv6 δικτύου κι ενός 6LoWPan mesh δικτύου

ZigBee



Το ZigBee είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας ειδικά σχεδιασμένο για εφαρμογές του IoT [27] [28] . Είναι σχεδιασμένο για εφαρμογές που απαιτούν χαμηλή κατανάλωση και χαμηλό κόστος, έτσι το βλέπουμε συχνά να δουλεύει σε συσκευές οι οποίες λειτουργούν με μπαταρία άλλα έχουν μεγάλο data throughput. Το ZZigBee δουλεύει πάνω από το IEEE 802.15.4 standard και εκπέμπει σε συχνότητες 2.4 GHz, 900 MHz και 868 MHz. Σημαντικό χαρακτηριστικό του είναι ότι υποστηρίζει τοπολογίες mesh δικτύων , πράγμα που συναντάμε κατά κόρον στις IoT εφαρμογές. Επίσης υποστηρίζονται και point-to-point και point-to-multipoint τοπολογίες. Το πρωτόκολλο ZigBee έχει σχεδιαστεί για να επικοινωνεί δεδομένα μέσω αφιλόξενων περιβαλλόντων ραδιοσυχνοτήτων που είναι κοινά σε εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά που το διαφοροποιούν είναι :

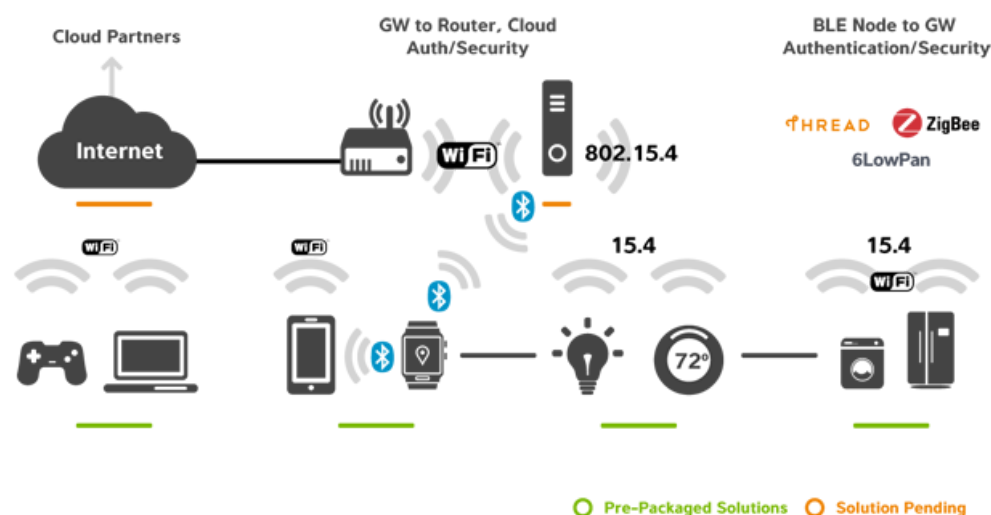
- Χαμηλό Duty cycle – άρα και παρέχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στη μπαταρία .
- Χαμηλή κατανάλωση
- Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
- Σύνδεση πάνω από 65,000 κόμβων ανά δίκτυο
- 128-bit AES κρυπτογράφηση για τη διασφάλιση της ασφαλούς σύνδεσης του δικτύου
- Αποφυγή των Collisions και των επαναλήψεων
- Standard: ZigBee 3.0 based on IEEE802.15.4
- Frequency: 2.4GHz
- Range: 10-100m
- Data Rates: 250kbps

Bluetooth



Το Bluetooth είναι ένα ευρέως διαδεδομένο πρωτόκολλο για μεταφορά δεδομένων σε κοντινές αποστάσεις. Το νέο Bluetooth Low-Energy (BLE) ή Bluetooth Smart , είναι ένα αρκετά σημαντικό πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται κυρίως σε κινητές συσκευές, wearable εφαρμογές και φαίνεται να έχει μεγάλη εξέλιξη στα επόμενα χρόνια . Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσφέρει σημαντική μείωση στη κατανάλωση ενέργειας και είναι σχεδιασμένο για μεταφορά μικρών πακέτων δεδομένων σε μικρές αποστάσεις, δημιουργώντας personal area networks(PANs). [29] Ένα σημαντικό μειονέκτημα όμως είναι ότι δε μπορεί να απευθείας σύνδεση στο δίκτυο ,οπότε πρέπει κάποιο node να χρησιμοποιηθεί ως gateway στο Internet . Λόγω της «ίδιας οικογένειας» που βρίσκονται το Bluetooth και το Bluetooth Smart, η **Bluetooth Special Interest Group (SIG)** (ο οργανισμός που υποστηρίζει και αναπτύσσει το Bluetooth) υπολογίζεται πως έως το 2018 το 90% των Bluetooth συσκευών θα είναι έτοιμες να συνδεθούν στο Internet of Things. Η τελευταία έκδοση του Bluetooth είναι η version 5.0 και επιτρέπει στους αισθητήρες να συνεργάζονται απευθείας με το 6LowPAN για τη διασύνδεσή τους στοInternet [30].

- Standard: Bluetooth 4.2 core specification
- Frequency: 2.4GHz (ISM)
- Range: 50-150m (Smart/BLE)
- Data Rates: 1Mbps (Smart/BLE)



Εικόνα 5: Τυπικό δίκτυο με χρήση διάφορων πρωτοκόλλων

Z-WAVE



Ακόμα μια λύση χαμηλής κατανάλωσης είναι το πρωτόκολλο Z-Wave [31] το οποίο έχει σχεδιαστεί ειδικά για αυτοματισμούς κτιρίων και συσκευές όπως λάμπες, αισθητήρια, controllers κ.α. Είναι αξιόπιστο και έχει χαμηλή κατανάλωση, πράγμα που το καθιστά ιδιαίτερα δημοφιλές αφού εκτός των άλλων προσφέρει data rates πάνω από 100kbit/s. Δουλεύει σε συχνότητα 1GHz, συνεπώς δεν υπάρχουν παρεμβολές από το WiFi και άλλες ασύρματες τεχνολογίες στο εύρος 2,4 GHz, όπως το Bluetooth ή το ZigBee. Ακόμα ένα πλεονέκτημά του είναι ότι υποστηρίζει full mesh τοπολογίες και μπορεί να υποστηρίξει έως και 232 συνδεδεμένες συσκευές σε ένα δίκτυο, για παραπάνω συσκευές πρέπει να προσθέσουμε νέο controller. Το πρωτόκολλο όμως δεν είναι open όπως τα περισσότερα ασύρματα standards, αλλά είναι διαθέσιμο στους πελάτες της Sigma Designs. [32] [33]

- Standard: Z-Wave Alliance ZAD12837 / ITU-T G.9959
- Frequency: 900MHz (ISM)
- Range: 30m
- Data Rates: 9.6/40/100kbit/s

Cellular



Το Cellular ή mobile network ,είναι ένα δίκτυο επικοινωνίας με το οποίο συνδέονται τα smartphones ή τα tablets και τα laptops στο Internet μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Είναι βασισμένο στην ίδια τεχνολογία που χρησιμοποιείται από τα κινητά τηλέφωνα για τις κλήσεις ή τα sms. Παρέχει απευθείας σύνδεση στο διαδίκτυο σε μια πληθώρα ρυθμού μετάδοσης των πακέτων. Ανάλογα το πρωτόκολλο και στην διαθέσιμη κάλυψη δικτύου η ταχύτητα κυμαίνεται από 80Kbps (GPRS) έως μερικά Mbps (3G & 4G). Λόγω της πολυπλοκότητας του πρωτοκόλλου και της πληροφορίας

ένα μεγάλο πρόβλημα στα δίκτυα αισθητήρων που δουλεύουν με αυτά τα πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι η μπαταρία και έτσι δεν το βλέπουμε να χρησιμοποιείται συχνά σε IoT εφαρμογές.[34]

- Standard: GSM/GPRS/EDGE (2G), UMTS/HSPA (3G), LTE (4G)
- Frequencies: 900/1800/1900/2100MHz
- Range: 35km max for GSM; 200km max for HSPA
- Data Rates (typical download): 35-170kps (GPRS), 120-384kbps (EDGE), 384Kbps-2Mbps (UMTS), 600kbps-10Mbps (HSPA), 3-10Mbps (LTE)

LoRa WAN



Το LoRa WAN είναι μια Low Power Wide Area Network (LPWAN) προδιαγραφή που προορίζεται για ασύρματα δίκτυα και συσκευές που λειτουργούν με μπαταρία σε περιφερειακό, εθνικό ή παγκόσμιο περιβάλλον. [35] [36] Το LoRaWAN παρέχει αδιάλειπτη διαλειτουργικότητα μεταξύ των smart things χωρίς την ανάγκη πολύπλοκων τοπικών εγκαταστάσεων και δίνει την ελευθερία στο χρήστη, στο προγραμματιστή και στις επιχειρήσεις να αναπτύξουν τον τομέα του Internet of Things. Το βασικό πλεονέκτημα είναι η ικανότητα για Long Range αποστάσεις ,καθώς ένα ενιαίο gateway μπορεί να καλύψει μια ολόκληρη πόλη ή εκατοντάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα.

- Standard: LoRaWAN
- Frequency: Διαφορετική συχνότητα λειτουργίας ανάλογα με την ήπειρο (πχ 867-869MHz Europe, 902-928MHz North America)
- Range: 2-5km (urban environment), 15km (suburban environment)

- Data Rates: 250bps - 50 Kbps

THREAD

THREAD

Το πρωτόκολλο Thread , είναι ανοιχτού κώδικα και βασισμένο στο IPv6. [37] Το Thread δημιουργήθηκε από εταιρείες με σημαντική εμπειρία στον χώρο των ηλεκτρονικών συσκευών και του διαδικτύου, όπως οι Nest, Samsung, Freescale, ARM,

Yale, Silicon Labs και Big Ass Fans.

Προσφέρει χαμηλή κατανάλωση , σημαντικά χαμηλότερη από αυτήν του WiFi ή του Bluetooth , ασφάλεια καθώς επίσης υποστηρίζεται mesh τεχνολογία για τις IoT συσκευές του δικτύου. Το Thread , χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο 6LowPAN, το οποίο με τη σειρά του χρησιμοποιεί το IEEE 802.15.4 το οποίο όπως περιγράψαμε παραπάνω είναι ένα ασύρματο πρωτόκολλο με mesh επικοινωνία όπου μπορεί να προγραμματιστεί η IP και προσφέρει σύνδεση στο cloud και AES κρυπτογράφηση. Μέχρι στιγμής υποστηρίζει τη σύνδεση έως 250 συσκευών σε μια mesh τοπολογία δικτύου. [38]

NFC



Η επικοινωνία κοντινού πεδίου (near field communication, NFC) αποτελεί μια πρότυπη τεχνολογία συνδεσιμότητας, η οποία διαδίδεται και εξελίσσεται ραγδαία με κύριο σκοπό τη λύση αρκετών προβλημάτων, σύγχρονων αλλά και μελλοντικών. Η τεχνολογία NFC αφορά την **ασύρματη μετάδοση δεδομένων σε απόσταση μικρότερη από τα 10 εκατοστά (συνήθως < 5 cm)**. Επιτρέπει την γρήγορη

ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων (σχετικά λίγων- ενδεικτικά 48Byte – 9 Kilobyte) και εκλαμβάνεται ως απόδειξη φυσική παρουσίας. Επίσης, μπορεί να ενεργοποιήσει εύκολα υπηρεσίες. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι η συχνότητα 13.56MHz (στην οποία λειτουργεί και το RFID). Το NFC πληροί τις προδιαγραφές των στάνταρτ ISO/IEC 14443 A & B, και Felica (ISO 18092). Η ταχύτητα διαμεταγωγής δεδομένων μπορεί να είναι 106 kbps, 212 kbps ή 424 kbps.

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα του πρωτοκόλλου είναι : 1) Οι NFC αλληλεπιδράσεις είναι εύκολες και απλές καθώς δεν χρειάζεται παρά μόνο ένα απλό άγγιγμα. 2) Η χρήση NFC είναι ιδανική για το ευρύτερο φάσμα των επιχειρήσεων καθώς είναι εύκολη στη χρήση, βελτιώνει την επικοινωνία μεταξύ των μελών της επιχείρησης. 3) Η NFC τεχνολογία διευκολύνει την απλή και γρήγορη εγκατάσταση των ασύρματων τεχνολογιών όπως το Bluetooth και το WiFi. 4) Είναι εγγενώς ασφαλής η χρήση καθώς οι μεταδόσεις είναι μικρής εμβέλειας (από ένα άγγιγμα σε μόλις λίγα εκατοστά). Επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό είναι ότι δεν μπορεί να γίνει υποκλοπή δεδομένων ασύρματα. 5) Βρίσκει εφαρμογή σε πολλές χρήσεις όπως στις πληρωμές, στα εισιτήρια, στη διαφήμιση, στις έξυπνες κάρτες, στην ανταλλαγή δεδομένων, στην κρυπτογράφηση παρουσίας και στον έλεγχο πρόσβασης. 6) Αξιοποιεί τα κινητά τηλέφωνα ως μέσο αλληλεπίδρασης. Ως μειονεκτήματα , θα

μπορούσαμε να σημειώσουμε πως τα συστήματα NFC είναι εύκολο να υποκλαπούν. Οποιοσδήποτε είναι σε θέση να κλέψει τις προσωπικές πληροφορίες του καθενός πολύ εύκολα και αυτό γιατί δεν υπάρχει κάποιο αυστηρό μέτρο ασφαλείας. Επίσης άλλο ένα μειονέκτημα είναι ότι επειδή η λειτουργία του NFC γίνεται εξ αποστάσεως υπάρχει ο κίνδυνος απώλειας των δεδομένων.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

MQTT

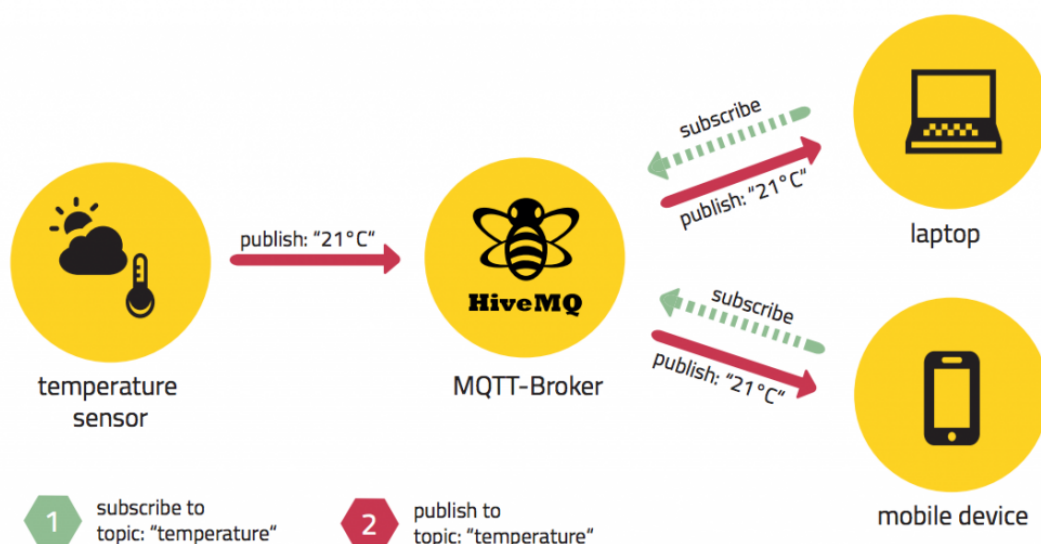


Το MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) [39] είναι ένα open source πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιεί ένα “publish/subscribe” που απαιτεί ένα κεντρικό MQTT διαμεσολαβητή για να διαχειριστεί να πακέτα ενός δικτύου κόμβων. Είναι υποστηριζόμενο από τη κοινότητα του Eclipse και έχει υιοθετηθεί από την OASIS.[40] Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο TCP για το transport layer το οποίο είναι πιο αξιόπιστο σε σχέση με το UDP

Ειδικά χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου

Publish/subscribe model

Στο pub/sub οι κόμβοι μεταδίδουν μηνύματα προς τους clients και οι διαμεσολαβητές (brokers) φιλτράρουν την εισερχόμενη πληροφορία και τα μεταδίδουν προς τον τελικό αποδέκτη του μηνύματος . Ο publisher (αυτός δηλαδή που στέλνει την πληροφορία) δεν γνωρίζει για την ύπαρξη ή μη του client (subscriber) . Όλο το έργο της επικοινωνίας το αναλαμβάνει ο Broker.



Εξοικονόμηση χώρου

Με τη χρήση του pub/sub οι συσκευές δεν χρειάζεται να γνωρίζουν η μια την IP της άλλης , άρα εξοικονομούμε μεγάλο χώρο από τους πίνακες διευθυνσιοδότησης που θα έπρεπε να έχει η κάθε συσκευή και επιτρέπει στα nodes να λειτουργούν ξεχωριστά το ένα από το άλλο.

Εξοικονόμηση χρόνου

Τα nodes μπορούν να παραμένουν σε κατάσταση καταστολής αφού δε χρειάζεται να επικοινωνούν άμεσα με τους publishers κατά τη μετάδοση ενός μηνύματος .Αυτό λοιπόν τα καθιστά ικανά να λαμβάνουν πληροφορίες όταν είναι ενεργά και συνεπώς να εξοικονομούν πολύτιμο χρόνο λειτουργίας.

Εξοικονόμηση χρόνου συγχρονισμού

Ένας κόμβος ο οποίος βρίσκεται σε λειτουργία κατά τη διάρκεια μετάδοσης σε αυτόν ενός μηνύματος δεν διακόπτει την λειτουργία του για να το παραλάβει αυτό το μήνυμα. Εν αντίθεση , ο broker αναλαμβάνει να το μεταδώσει όταν θα είναι διαθέσιμος , εξοικονομώντας έτσι χρόνο κατά τον οποίο μεταδίδονται dropped πακέτα και αυξάνοντας τον χρόνο ζωής του κόμβου.

CoAP

CoAP

Το CoAP ή Constrained Application Protocol είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο ειδικεύεται στην Web μεταφορά δεδομένων για περιορισμένους (constrained) κόμβους και δίκτυα, το οποίο τρέχει στο Application

Layer. [39] [41]

Ο όρος “Constrained” χρησιμοποιείται επειδή έχει σχεδιαστεί ειδικά για αυτά τα δίκτυα του IoT τα οποία δεν έχουν πολλούς κόμβους και απαιτούν λίγη μνήμη, λίγη ισχύ, χαμηλό bandwidth και έχουν υψηλό ποσοστό στο packet failure. Τα πακέτα που μεταφέρονται είναι σημαντικά μικρότερα από τα HTTP TCP flows.

Το CoAp είναι επίσης σχεδιασμένο έτσι ώστε να δουλεύει με το HTTP και το RESTful Web, δουλεύει όμως πάνω από το UDP και όχι πάνω από το TCP έτσι ώστε να εξοικονομείται σημαντικό bandwidth και να κρατάει χαμηλά τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας. Χαρακτηριστικά όπως η υποστήριξη multicast, η απλότητα και η μικρή επιβάρυνση του δικτύου το έχουν κάνει ιδιαίτερως δημοφιλές στα IoT project και στην machine-to-machine επικοινωνία, που απαιτούν τέτοια χαρακτηριστικά. [42]

UDP

UDP

Οι περισσότερες εφαρμογές IoT είναι προορισμένες να δουλεύουν με το UDP πρωτόκολλο μεταφοράς καθώς είναι πιο γρήγορο και πιο ελαφρύ σε σχέση με το TCP που χρησιμοποιούν τα Sessions του Internet. Το UDP είναι ένα

πρωτόκολλο μεταφοράς το οποίο δεν εγγυάται μεν την παράδοση των πακέτων, είναι όμως ταχύτερο και το μέγεθος του header του είναι μετρήσιμα μικρότερο. Άλλες εφαρμογές του User Datagram Protocol (UDP)είναι το Video Streaming ή το VoIP. Πρωτόκολλα που τρέχουν στο Application Layer του IoT όπως το CoAP χρησιμοποιούν UDP αντί του TCP.

DTLS

DTLS

DTLS ή Datagram Transport Layer Security είναι ένα παρόμοιο πρωτόκολλο με το TLS / SSL του TCP/IP που τρέχει σε UDP. Όπως το TLS / SSL φροντίζει για την ασφάλεια στην επικοινωνία TCP, το DTLS παρέχει τα ίδια χαρακτηριστικά ασφάλειας για το UDP. [43]

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΥΡΕΣΗΣ

mDNS

Multicast Domain Name System (mDNS)

Το mDNS αντιστοιχίζει τις IP διευθύνσεις στα ονόματα των hosts σε μικρά τοπικά δίκτυα που δεν έχουν τοπικό name server. Είναι ένα πρωτόκολλο με μηδενική παραμετροποίηση που χρησιμοποιεί τον ίδιο προγραμματισμό με το κλασικό DNS (Domain Name System). Παρ' όλα αυτά, ο Stuart Cheshire σχεδίασε το mDNS έτσι ώστε να δουλεύει αυτόνομα ή και σε συνεργασία με το DNS. Χρησιμοποιεί UDP πακέτα με προορισμό πολλές IP διευθύνσεις (multicast) και ορισμένες από τις εταιρείες που το χρησιμοποιούν στις εφαρμογές τους είναι η Apple, το Spotify, η Phillips κ.α.

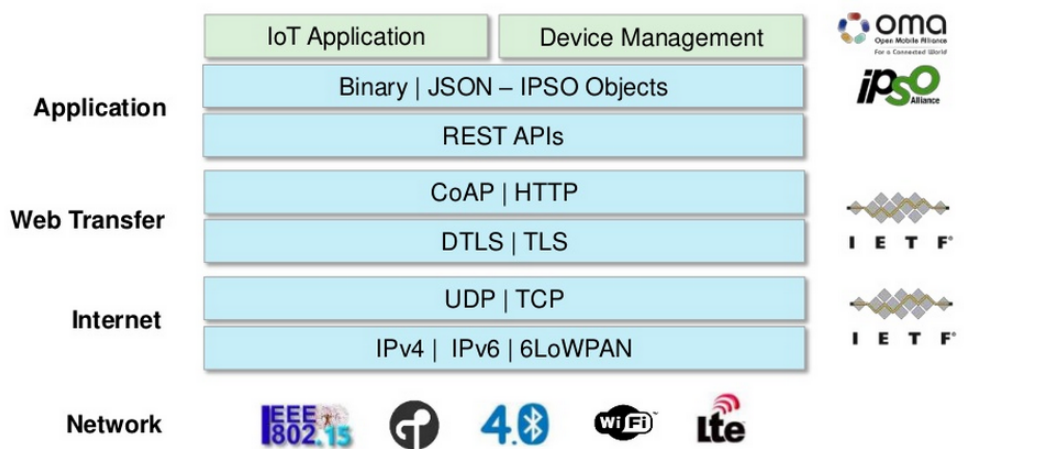
Universal Plug and Play (UPnP)

UPnP

Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο, αποτελείται από ένα σύνολο δικτυακών πρωτοκόλλων. Σκοπός τους είναι να επιτρέπεται σε δικτυακές συσκευές όπως υπολογιστές, εκτυπωτές, routers, WiFi access points κινητές συσκευές ή αισθητήρες να βρίσκουν χωρίς παρέμβαση αντίστοιχες συσκευές στο δίκτυο. Έτσι

δημιουργούνται υπηρεσίες δικτύου για μεταφορά δεδομένων, επικοινωνία ή ψυχαγωγία. Το UPnP προορίζεται κυρίως για οικιακά δίκτυα χωρίς συσκευές υψηλής τεχνολογίας. Πρόκειται για ένα κατανοητό, ανοιχτό αρχιτεκτονικής πρωτόκολλο το οποίο είναι βασισμένο σε καθιερωμένα πρότυπα όπως το Internet Protocol TCP/IP, το HTTP, το XML και το SOAP. Τα σημεία ελέγχου του UPnP είναι συσκευές που χρησιμοποιούν

πρωτόκολλα URnP για την εύρεση αντίστοιχα συσκευών που το χρησιμοποιούν.

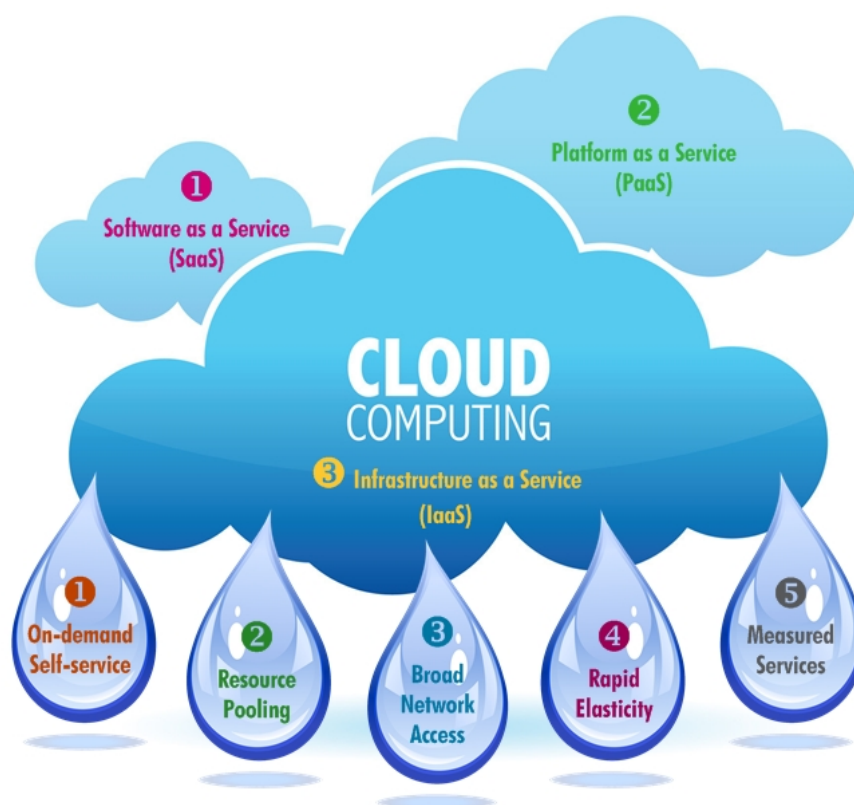


28

Εικόνα 6: Τα πρωτόκολλα που διέπουν το ΔτΑ , S. Ford , ARM and the Open Internet of Things

ARM

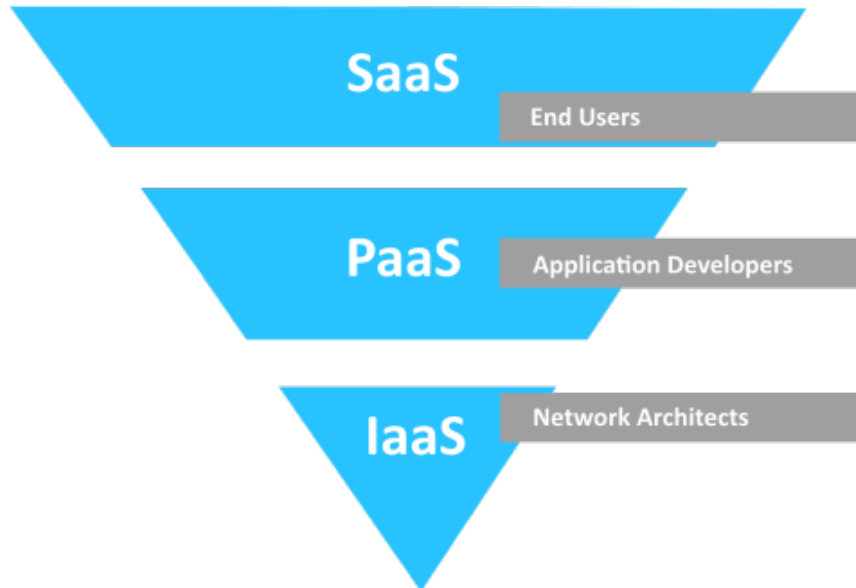
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ – CLOUD



Με τον όρο υπολογιστικό νέφος – cloud αναφερόμαστε στη διάθεση υπολογιστικών πόρων (π.χ. εφαρμογές , υπηρεσίες) με υψηλή ευελιξία και αυτοματοποίηση [46]. Στο Cloud η αποθήκευση, η επεξεργασία και η χρήση δεδομένων, λογισμικού και υπηρεσιών γίνεται διαδικτυακά, μέσω απομακρυσμένων υπολογιστών σε κεντρικά Data centers. Υπηρεσίες όπως η κατ' αίτηση παροχή εικονικών μηχανών, το διαδικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή τα κοινωνικά δίκτυα συχνά βασίζονται στην τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους [47]. Ο όρος "cloud computing" διαδόθηκε με την Amazon.com που κυκλοφόρησε το προϊόν Elastic Compute Cloud το 2006 [48] , οι αναφορές στη φράση "cloud computing" εμφανίστηκαν ήδη από το 1996, με την πρώτη γνωστή αναφορά σε ένα εσωτερικό έγγραφο της Compaq [49]. Εν συνεχεία η Google ανακοίνωσε τη κυκλοφορία του Google app engine , μια πλατφόρμας για δημιουργία και φιλοξενία web εφαρμογών. Μεγάλη ανάπτυξη στο κλάδο έφερε η Microsoft το 2010 με το Microsoft Azure , μια cloud πλατφόρμα η οποία κατέχει ένα πολύ μεγάλο μερίδιο αγοράς έως και σήμερα. Την ίδια χρονιά ανακοινώθηκε και η πλατφόρμα OpenStack από την σύμπραξη των NASA και Rackspace. Όλες οι cloud πλατφόρμες έχουν σχεδιαστεί με σκοπό να παρέχουν άμεση πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους , διαμορφώσιμα δίκτυα υπολογιστών , εφαρμογές και υπηρεσίες.

ΜΟΝΤΕΛΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Το υπολογιστικό νέφος έχει τρία διαφορετικά μοντέλα υπηρεσιών [50]:



Εικόνα 5: Cloud Computing service models, 10minbasics.com

IAAS (Infrastructure as a Service – Υποδομή ως υπηρεσία): Το συγκεκριμένο μοντέλο προσφέρει κλιμακούμενη υπολογιστική χωρητικότητα. Το επίπεδο διεπαφής του αναφέρεται στο λειτουργικό σύστημα, μπορούμε δηλαδή να εγκαταστήσουμε το δικό μας Server, βάσεις δεδομένων ή εφαρμογές. Πρόκειται λοιπόν για τη θεμελιώδες πλατφόρμα στην οποία ορίζουμε τους πόρους που θα χρειαστούμε.

PAAS (Platform as a Service): Σε αυτό το μοντέλο έχουμε μια υψηλότερου βαθμού ευελιξία και υπεροχή σε σχέση με το IAAS. Η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη είναι να αναπτύξει στο cloud εφαρμογές με την χρήση των γλωσσών προγραμματισμού, των βιβλιοθηκών, και των εργαλείων που παρέχει ο πάροχος (cloud provider). Ο χρήστης δεν έχει την δυνατότητα να ελέγξει την υποδομή των εφαρμογών, των δικτύων, των διακομιστών ή του λειτουργικού συστήματος.

SAAS (Software as a Service): Στο SAAS παρέχεται στον χρήστη η ικανότητα να χρησιμοποιήσει τις τελικές εφαρμογές που παρέχει ο πάροχος στην cloud υποδομή του ως υπηρεσίες. Οι εφαρμογές συνήθως είναι διαθέσιμες προς τους τελικούς χρήστες μέσω οποιουδήποτε λειτουργικού συστήματος με τη χρήση ενός φυλλομετρητή (web browser). Ο χρήστης δεν μπορεί να ελέγξει ή να παραμετροποιήσει την υποδομή και τον κώδικα των εφαρμογών, παρά μόνο να χρησιμοποιήσει την εκάστοτε εφαρμογή ως έχει.

Οι λόγοι για τους οποίους έχει γίνει ιδιαίτερα δημοφιλής η χρήση του υπολογιστικού νέφους είναι πολλοί. Τα βασικά πλεονεκτήματα αναφέρονται παρακάτω:

- Πρόσβαση στα αρχεία και στις υπηρεσίες από οπουδήποτε. Ο χρήστης δε περιορίζεται σε ένα και μόνο φυσικό μέσο για να έχει πρόσβαση στα αρχεία ή στις υπηρεσίες που χρησιμοποιεί, αντιθέτως, μπορεί οπουδήποτε και από οποιαδήποτε συσκευή διαθέτει πρόσβαση στο

ίντερνετ (κινητές συσκευές , tablet, laptop ,work stations) να εργαστεί ή να μοιραστεί χρήσιμα αρχεία.

- Ο πάροχος μπορεί εύκολα να παρέχει σε πολλούς χρήστες ταυτόχρονα υπηρεσίες αποθήκευσης , διαμοιρασμού αρχείων , δημιουργίας δικτύων ή εφαρμογών , χωρίς ο χρήστης να απαιτείται να επικοινωνήσει με τον πάροχο. Πρόκειται λοιπόν για μια αυτοματοποιημένη διαδικασία που γλυτώνει πολλά έξοδα και χρόνο και στις 2 μεριές.
- Μπορούμε εύκολα να αναβαθμίσουμε τις cloud υποδομές που χρησιμοποιούμε χωρίς να χρειάζεται να αγοραστεί καινούργιος εξοπλισμός ή τεχνικό προσωπικό , αλλά μόνο αναβαθμίζοντας το πακέτο που ήδη χρησιμοποιούμε , με ένα μεγαλύτερο .
- Ακόμα, καθώς τα αρχεία μας δεν αποθηκεύονται μόνο σε έναν server αλλά σε πολλούς έχουμε προστασία από καταστροφές και άμεσο disaster recovery

ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Private cloud

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, η υποδομή είναι διαθέσιμη μόνο για την εταιρεία ή τον οργανισμό που την έχει αναπτύξει. Συνήθως βρίσκεται σαν φυσικός εξοπλισμός στα γραφεία ή σε κάποιο ιδιόκτητο data center , αλλά μπορεί και να φιλοξενηθεί σε κάποιον τρίτο πάροχο. Είναι η πιο ασφαλής υποδομή αλλά ταυτόχρονα και η ακριβότερη για την υλοποίησή της.

Public cloud

Το δημόσιο cloud ορίζεται ως μια υπηρεσία πληροφορικής που προσφέρεται από τους παρόχους μέσω του δημόσιου διαδικτύου , καθιστώντας την ανοιχτή σε οποιονδήποτε χρήστη επιθυμεί να την χρησιμοποιήσει μέσω συνδρομής ή και δωρεάν. Σε αντίθεση με τα ιδιωτικά clouds , τα δημόσια είναι πολύ οικονομικότερα και μπορούν να εξοικονομήσουν μεγάλα χρηματικά ποσά από την αγορά , την εγκατάσταση και τη παραμετροποίηση των υποδομών από τις εταιρείες που επιλέγουν να τα χρησιμοποιήσουν.

Hybrid cloud

Το υβριδικό cloud αναφέρεται στη ένωση των δύο παραπάνω (ιδιωτικού και δημοσίου) η οποία αποφέρει τα πλεονεκτήματα και των δύο. Οι οργανισμοί κερδίζουν την ευελιξία και την υπολογιστική ισχύ που προσφέρει το δημόσιο cloud για βασικές και μη ευαίσθητες υπολογιστικές εφαρμογές , ενώ ταυτόχρονα οι κρίσιμης σημασίας εφαρμογές και δεδομένα για την επιχείρηση είναι καλά ασφαλισμένα στο ιδιωτικό cloud πίσω από το firewall του οργανισμού.

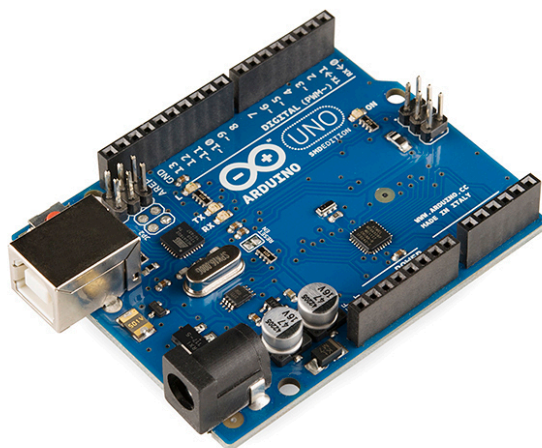
[51] [52]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

HARWARE PLATFORMS ΓΙΑ ΤΟ ΔτΑ

ARDUINO

Το Arduino είναι μια μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++). Βασίζεται σε ευέλικτο, εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό, σε μια αναπτυξιακή πλακέτα που ενσωματώνει επάνω έναν μικροελεγκτή και συνδέεται με τον Η/Υ για να προγραμματιστεί μέσα από ένα απλό περιβάλλον ανάπτυξης (Arduino IDE)



Εικόνα 8: Arduino microcontroller

Πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega της Atmel και του οποίου όλα τα σχέδια, καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του διανέμονται δωρεάν. Αφού κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.[53] Ανάλυση της συγκεκριμένης πλακέτας θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο, καθώς θα είναι ο κορμός του κυκλώματος που θα υλοποιηθεί στη παρούσα πτυχιακή εργασία.

RASPBERRY PI



Το Raspberry PI είναι ένας μικρός υπολογιστής μεγέθους όσο μια ταυτότητα ή μια πιστωτική κάρτα. [54] Αρχικά δημιουργήθηκε με σκοπό να αναπτύξουν τις ικανότητες προγραμματισμού και να υπάρξει μεγαλύτερη εξοικείωση με το hardware μαθητές λυκείου. Σύντομα όμως, λόγω του πολύ μικρού κόστους και των δυνατοτήτων του, υιοθετήθηκε από επιστημονικές ομάδες, ερευνητές ,ερασιτέχνες ή και επαγγελματίες για τη δημιουργία έργων που απαιτούσα τη

χρήση περισσότερων εργαλείων από ένα απλό μικροεπεξεργαστή –όπως το Arduino.



Εικόνα 9: Raspberry Pi board

Το Raspberry Pi είναι σίγουρα πιο αργό από ένα σύγχρονο laptop ή desktop, αλλά παραμένει ένας ολοκληρωμένος υπολογιστής Linux που μπορεί να παρέχει όλες τις απαιτούμενες ικανότητες που συνεπάγονται σε ένα χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης επίπεδο. Επίσης, είναι ανοιχτού κώδικα, πράγμα που σημαίνει ότι ο καθένας μπορεί να βρει βιβλιογραφία και να χτίσει δικά του projects εύκολα. Υπάρχουν 2 εκδόσεις, το Raspberry Pi & Raspberry Pi 2 η οποία αντικαθιστά την πρώτη έκδοση, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι διακόπτεται η παραγωγή της όσο υπάρχει ζήτηση. Η κύρια διαφορά τους εντοπίζεται στη μνήμη RAM όπου έχουμε 256 και 512MB αντίστοιχα. Επίσης η δεύτερη έκδοση διαθέτει 2 USB πόρτες αντί για μία, καθώς και υποδοχή Ethernet για σύνδεση απευθείας στο δίκτυο. Ακολουθεί ένας συγκριτικός πίνακας των βασικών πλακετών Raspberry Pi.

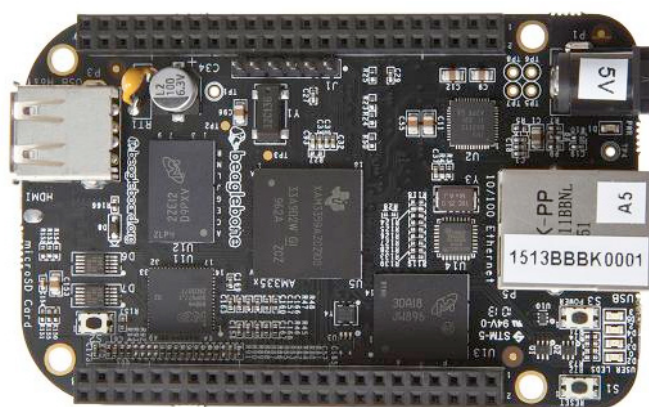
	Raspberry Pi 3	Raspberry Pi 2
Image		
Release date	2016 Feb 29	2015 Feb 1
Description		
Product details		
Price	US\$35.00	US\$35.00
SOC		
SOC Type	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2836
Core Type	Cortex-A53 64-bit	Cortex-A7
No. Of Cores	4	4
GPU	VideoCore IV 1080p@30	VideoCore IV
CPU Clock	1.2 GHz	900 MHz
RAM	1 GB DDR2	1 GB
Wired Connectivity		
USB Ports	4	4
Ethernet		10/100M
SATA Ports		
HDMI	1.3	
Analog Video Out	shared with audio jack	shared with audio jack
Analog Audio Out		
Analog Audio In		
SPI		
I2C		
GPIO	40-pin	
LCD Panel		
Camera		
SD/MMC	microSD	microSD
Serial		
Wireless Connectivity (On-Board)		
Wi-Fi	802.11n	
Bluetooth®	4.1 LE	
Dimensions		
Height	3.37 in (85.6 mm)	3.37 in (85.6 mm)
Width	2.22 in (56.5 mm)	2.22 in (56.5 mm)
Depth	0.66929 in (17 mm)	0.66929 in (17 mm)
Weight	1.58 oz (45 g)	1.58 oz (45 g)
Website	raspberrypi.org/...	raspberrypi.org
Power		
Power ratings	1.34 A @5V	800 mA
Power sources	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO

Εικόνα 10: Σύγκριση Raspberry Pi 2 & 3, Πηγή : <http://socialcompare.com/en/comparison/raspberrypi-models-comparison>

BEAGLEBOARD

Επίσης μια hardware πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για ανάπτυξη έργων στον IoT, είναι η Beagleboard. [55] Χρησιμοποιείται κυρίως σε Industrial εφαρμογές, καθώς έχει μεγαλύτερη αντοχή στη θερμοκρασία και στην υγρασία. Παρέχει πολύ ψηλές αποδόσεις με χαμηλή κατανάλωση και γρήγορη επεξεργαστική ισχύ. Είναι επίσης ανοιχτού κώδικα και βασισμένη σε Linux λειτουργικό σύστημα καθώς αποτελεί ένα μικρό υπολογιστή. Και σε αυτή τη

λύση βγαίνουν διάφορες εκδόσεις με τις κύριες διαφορές να εντοπίζονται στην επεξεργαστική ισχύ , τη μνήμη και τα interfaces. [56]



Εικόνα 11: Η πλακέτα Beagleboard

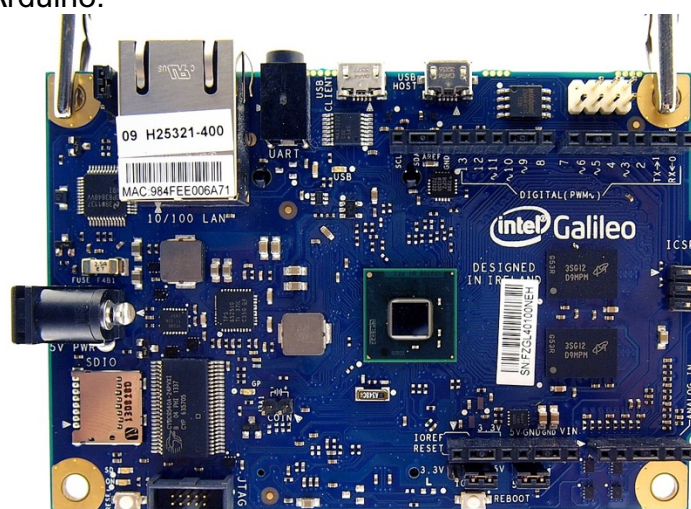
Ακολουθεί ένας συγκριτικός πίνακας των βασικών πλακετών Beagleboard

	PocketBeagle	BeagleBone Black	BeagleBone Blue	BeagleBoard-X15
Processor	AM3358 ARM Cortex-A8	AM3358 ARM Cortex-A8	AM3358 ARM Cortex-A8	AM5728 2x ARM Cortex-A15
Maximum Processor Speed	1GHz	1GHz	1GHz	1.5GHz
Co-processors	2x200-MHz PRUs, ARM Cortex-M3, SGX PowerVR	2x200-MHz PRUs, ARM Cortex-M3, SGX PowerVR	2x200-MHz PRUs, ARM Cortex-M3, SGX PowerVR	4x200-MHz PRUs, 2x ARM Cortex-M4, 2x SGX PowerVR, 2x HD video
Analog Pins	8 (3.3V), 6 (1.8V)	7 (1.8V)	4 (1.8V)	TBD
Digital Pins	44 (3.3V)	65 (3.3V)	24 (3.3V)	TBD
Memory	512MB DDR3 (800MHz x 16), microSD card slot	512MB DDR3 (800MHz x 16), 4GB on-board storage using eMMC, microSD card slot	512MB DDR3 (800MHz x 16), 4GB on-board storage using eMMC, microSD card slot	2GB DDR, 4GB on-board storage using eMMC, microSD card slot

USB	USB 2.0 Host/Client Port, USB 2.0 on expansion header	USB 2.0 Host/Client Port, USB 2.0 Host Port	USB 2.0 Host/Client Port, USB 2.0 Host Port	SS USB 3.0 Host, HS USB 2.0 OTG Port (TBD)
Network	add-ons	10/100 Ethernet	WiFi, Bluetooth, BLE	2x 10/100/1000 Ethernet
Video	SPI displays	microHDMI, cape add-ons	SPI displays	HDMI, TBD
Audio	add-ons	microHDMI, cape add-ons	add-ons, Bluetooth	3.5mm stereo jack
Supported Interfaces	TBD	4x UART, 8x PWM, LCD, GPMC, MMC1, 2x SPI, 2x I2C, A/D Converter, 2xCAN Bus, 4 Timers	TBD	TBD

GALILEO II

Το Galileo είναι μια πλατφόρμα της intel , βασισμένη στην αρχιτεκτονική του επεξεργαστή της Intel x86 και έχει σχεδιαστεί για την εκμάθηση κυρίως μαθητών και προγραμματιστών. [57] Μέχρι στιγμής, η Intel έχει βγάλει 2 εκδόσεις του Galileo (Gen 1&Gen 2) . Το Galileo συνδυάζει την τεχνολογία της Intel με τη συμβατότητά της με της έτοιμες πλατφόρμες Arduino. Βασίζεται σε ένα ανοιχτό λογισμικό βασισμένο σε Linux και παρέχει μεγάλη ευελιξία καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι διαθέσιμες βιβλιοθήκες που αφορούν το Arduino.



Εικόνα 12: Η πλακέτα Galileo II

Σε σύγκριση όμως με το Arduino , το Galileo διαθέτει πολύ πιο δυνατά τεχνικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα , έχει 400 MHz ταχύτητα χρονισμού , 256Mb DDR3 RAM και 8Mb μνήμη flash. Επίσης , παρόλο που ο Galileo έχει Linux λειτουργικό όταν το αγοράζουμε , μπορούμε να του περάσουμε προσαρμοσμένες εκδόσεις των Windows. Μερικά ακόμα τεχνικά χαρακτηριστικά , είναι ότι διαθέτει Ethernet θύρα για η σύνδεσή του με το δίκτυο καθώς και Micro SD-card slot όπου του επιτρέπει την επέκταση της μνήμης μέχρι και 32 Gb.

ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΙΑ HOME AUTOMATION

Πολλές φορές ,οι χρήστες θέλουν να διαχειρίζονται τις οικιακές IoT συσκευές τους από οπουδήποτε , οποτεδήποτε. Έτσι λοιπόν δημιουργήθηκε η ανάγκη για ανάπτυξη πλατφορμών (open source ή μη) οι οποίες να είναι σε θέση να δίνουν την ευκολία στο χρήστη να διαχειριστεί τις συσκευές του και να δει reports κάθε χρονική στιγμή.

Μερικές από τις πιο διαδεδομένες είναι οι παρακάτω:

ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

OPEN HAB



Το openHAB είναι μια open source πλατφόρμα αυτοματισμού, της οποίας ο κύριος στόχος είναι η αλληλεπίδραση και η συνένωση διαφορετικών τεχνολογιών και συσκευών οικιακού δικτύου. Κάτω από αυτή τη πλατφόρμα λοιπόν μπορούν να επικοινωνούν και να αλλάζουν δεδομένα

διαφορετικές συσκευές , διαφορετικών κατασκευαστών που υποστηρίζουν ξεχωριστά πρωτόκολλα.

Ορισμένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του openHAB είναι:

- Είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να είναι εντελώς ανεξάρτητη από τον κατασκευαστή
- Είναι ικανή να τρέξει σε οποιαδήποτε συσκευή μπορεί να τρέξει ένα JVM (Linux,MAC,Windows)
- Διαθέτει διαφορετικά User Interfaces καθώς και διαφορετικά User Interfaces για iOS και Android
- Είναι open source
- Είναι επεκτάσιμη σε νέα συστήματα και συσκευές
- Παρέχει APIs έτσι ώστε ο κάθε χρήστης να μπορεί να το προσαρμόσει σε κάποιο δικό του νέο σύστημα αυτοματισμού.

PiDOME



Το PiDOME είναι μια open source πλατφόρμα αυτοματισμού ειδικά σχεδιασμένη για διαχείριση εγκαταστάσεων που έχουν ενσωματώσει raspberry PI μικροελεγκτές. Η πλατφόρμα αυτή είναι εύκολα διαχειρίσιμη από τελικούς χρήστες αλλά και επεκτάσιμη μέσω των APIs που

διατίθενται από προγραμματιστές.

Ορισμένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του piDOME είναι:

- Αυτόματη δημιουργία γραφημάτων δεδομένων
- Διαθέσιμα plugins για : Μετρήσεις δεδομένων καιρού , SMS , Δεδομένα πολυμέσων , τηλεχειριστήρια γενικής χρήσης.
- Δουλεύει ως MQTT διαμεσολαβητής με λειτουργίες πελάτη
- Τρέχει πολλαπλές εντολές την ίδια χρονική στιγμή
- Επιτρέπει στον χρήστη να αναπτύξει τη πλατφόρμα όπως την επιθυμεί μέσω βιβλιοθηκών JAVA

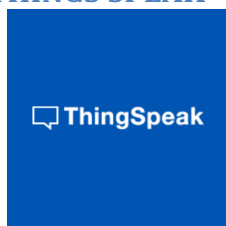
DOMOTICZ



δικτύου του.

Ακόμα μια open source πλατφόρμα οικιακού αυτοματισμού είναι και το Domoticz το οποίο επιτρέπει με πολύ απλό και εύχρηστο τρόπο ο κάθε χρήστης να ελέγξει τις έξυπνες συσκευές του (π.χ. αισθητήρες θερμοκρασίας , υγρασίες , φωτισμό , κ.α.) . Οι ειδοποιήσεις της εφαρμογής μπορούν να σταλούν σε οποιαδήποτε συσκευή επιτρέποντας έτσι στον χρήστη να ενημερώνεται άμεσα για τη κατάσταση του

THINGS SPEAK



Το Things speak είναι μια πλατφόρμα για το διαδίκτυο των αντικειμένων η οποία επιτρέπει να συλλέγουμε και να αποθηκεύουμε δεδομένα από το cloud καθώς επίσης και να δημιουργούμε cloud εφαρμογές. Το Thingspeak παρέχει εφαρμογές οι οποίες μπορούν να συλλέξουν δεδομένα και να αναλυθούν μέσω MATLAB®. Επίσης , συνεργάζεται για τη συλλογή των δεδομένων με πλατφόρμες όπως το

Arduino, το Raspberry Pi και BeagleBone Black. Τα εν λόγω δεδομένα μπορούν εν συνεχεία να επεξεργαστούν από τρίτες εφαρμογές και να αξιοποιηθούν με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα μας δίνεται η δυνατότητα να επεξεργαστούμε τα δεδομένα μέσω του Matlab και να βγάλουμε συμπεράσματα ή στατιστικά στοιχεία για τη μέση θερμοκρασία /υγρασία που επικρατεί σ' ένα μέρος. Επίσης χρησιμοποιώντας τα δεδομένα αυτά μπορούμε να κάνουμε data analysis για μελλοντικές προβλέψεις στις μετεωρολογικές συνθήκες που θα επικρατούν στη περιοχή. Στη παρούσα εργασία , θα χρησιμοποιήσουμε το Thingspeak ως την cloud πλατφόρμα μας για data logging από τους αισθητήρες και visualization.

ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ

SMART THINGS

Το Smart Things , είναι μια πλατφόρμα για ανάπτυξη αυτοματισμών στο Internet of Things η οποία εξαγοράστηκε από τη Samsung τον Αύγουστο του 2014. Ουσιαστικά πρόκειται για έναν controller που είναι συμβατός με διάφορες συσκευές του εμπορίου όπως αισθητήρες ή έξυπνες συσκευές. [58] [59] Ο controller αυτός , συνδέεται απευθείας με τον router του σπιτιού και είναι συμβατό με συσκευές που υποστηρίζουν πρωτόκολλα επικοινωνίας Zwave , ZigBee και όποιες άλλες είναι δυνατό να πάρουν IP διεύθυνση. Έπειτα μ συνδέονται οι αισθητήρες και οι συσκευές μεταξύ τους (και όλες μαζί στο cloud) με αποτέλεσμα να μπορούν να επικοινωνήσουν με την SmartThings πλατφόρμα. Με τη χρήση αυτής της πλατφόρμας οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν εφαρμογές που επιτρέπουν στους χρήστες να συνδέσουν τις συσκευές τους καθώς επίσης και να προσθέσουν συσκευές στο ήδη υπάρχον οικοσύστημα του SmartThings. Τέλος , δίνεται η δυνατότητα στους προγραμματιστές να δημοσιεύσουν την πλατφόρμα και τα ολοκληρωμένα συστήματα που έχουν δημιουργήσει στο κατάλογο του Smart Things, κερδίζοντας έτσι αναγνωσιμότητα και feedback. Η γλώσσα στην οποία προγραμματίζονται οι extra εφαρμογές που μπορεί να θέλουμε να φτιάξουμε , είναι η Groovy , για την οποία το Smart Things παρέχει ένα πλήρη οδηγό έτσι ώστε να βοηθήσει όσους δεν έχουν ξαναπρογραμματίσει σε αυτή. Επίσης παρέχεται εφαρμογή για το κινητό τόσο σε Android όσο και σε iOS έτσι ώστε οι χρήστες να απλοποιήσουν τη διαδικασία της προσθήκης και διαχείρισης νέων συσκευών αλλά και να έχουν εύκολα ένα ευρύτερο φάσμα ενεργειών και ειδοποιήσεων που μπορούν να διαμορφώσουν για τον έλεγχο έως και 100 έξυπνων συσκευών τους.

VERA

Ένας αντίστοιχος Controller με τον SmartThings είναι ο Vera από την εταιρεία Micasaverde. Είναι πολύ εύκολος στη χρήση , καθώς είναι συμβατός με πολλούς κατασκευαστές που φτιάχνουν έξυπνες συσκευές και αισθητήρες καθώς επίσης είναι συμβατός με προσωπικούς βοηθούς όπως η Alexa από την Amazon. Επίσης η Micasaverde , διαθέτει και προϊόντα όπως αισθητήρες ή κάμερες από την ίδια σειρά προϊόντων του IoT. Δουλεύει με τα εξής πρωτόκολλα : Z-wave , ZigBee, Bluetooth και Veralink (proprietary πρωτόκολλο της Micasaverde για την επικοινωνία IoT συσκευών). Ο Vera controller μπορεί να προγραμματιστεί σε γλώσσα LUA η οποία είναι πολύ εύχρηστη και κατανοητή ακόμα και για προγραμματιστές με μικρή εμπειρία. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να δημιουργήσουμε δικά μας σενάρια και διαδικασίες αυτοματισμού ανάλογα με τις ανάγκες μας. Για την εύκολη χρήση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών , διατίθεται εφαρμογή για Android και iOS συσκευές.

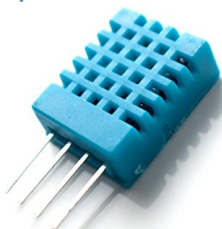
GOOGLE HOME

Το Google Home πρόκειται για ένα εμπορικό σήμα έξυπνων ηχείων που αναπτύχθηκε από την Google. [60] Τα εν λόγω ηχεία επιτρέπουν στους χρήστες να εκτελούν εντολές με τη χρήση της φωνής τους και να αλληλεπιδρούν με τις έξυπνες συσκευές τους μόνο μέσω αυτής. Για παράδειγμα, ο χρήστης θα μπορεί να ελέγχει τα φώτα ή να ακούει μουσική απλά λέγοντας στο Google Assistant “άναψε το φως” ή “παιξε μουσική”. Για να γίνει αυτό εφικτό, θα πρέπει να έχουν εγκατασταθεί πολλαπλές συσκευές από τη σειρά Google Home όπως έξυπνες συσκευές, αισθητήρες ή κλειδαριές σε διάφορα μέρη του σπιτιού. Παραδείγματα από τις εφαρμογές που είναι συμβατές με το Google Home είναι οι εξής: Google Play Music, Spotify και iHeartRadio σχετικά με τη μουσική, Netflix, YouTube and Google Photos για τα βίντεο και τις φωτογραφίες, Google Calendar & Google Keep για τη δημιουργία προγραμματισμένων γεγονότων, καθώς επίσης και CNN, CNBC, The Wall Street Journal για την ενημέρωση των χρηστών. Το Google Home μπορεί να δεχτεί έως 6 διαφορετικούς λογαριασμούς και να δώσει προσωποποιημένες απαντήσεις σε καθένα από αυτούς. Μερικές ακόμα λειτουργίες είναι ότι μπορεί να αναζητήσει πληροφορίες στο ίντερνετ, να κάνει υπολογισμούς ή ακόμα και να καλέσει ταξί. Ακόμα μπορεί να ενημερώνει για τον καιρό, την κίνηση στους δρόμους ή για τις καθημερινές υποχρεώσεις. Η Google με τη συγκεκριμένη πλατφόρμα εισαγάγει στη καθημερινότητά μας την Τεχνητή νοημοσύνη και το Internet of Things με έναν απλό και προσιτό τρόπο. [61]

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Παρακάτω θα αναλύσουμε ορισμένους από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους αισθητήρες για δημιουργία κυκλωμάτων με το Arduino.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ/ΥΓΡΑΣΙΑΣ DHT-11



Εικόνα 13: Ο αισθητήρας DHT-11

Ο αισθητήρας DHT-11 [62] είναι από τους οικονομικότερους αισθητήρες θερμοκρασίας – υγρασίας. Το εύρος υγρασίας που μετράει είναι 20-80% και το εύρος της θερμοκρασίας είναι 0-50 °C. Η τροφοδοσία που απαιτεί κυμαίνεται μεταξύ 3.0V έως 5.0V DC και είναι συμβατός με τις περισσότερες αναπτυξιακές πλακέτες όπως το Arduino. Για τη μέτρηση της υγρασίας χρησιμοποιείται ένας πυκνωτής, ενώ η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται μέσω ενός θερμίστορ. Τα παραπάνω, συνδέονται με έναν υψηλής επίδοσης 8-bit μικροελεγκτή που προσφέρει πολύ καλή ποιότητα και ταχύτητα στα αποτελέσματα. Γενικά είναι ένας οικονομικός και πολύ αξιόπιστος αισθητήρας.

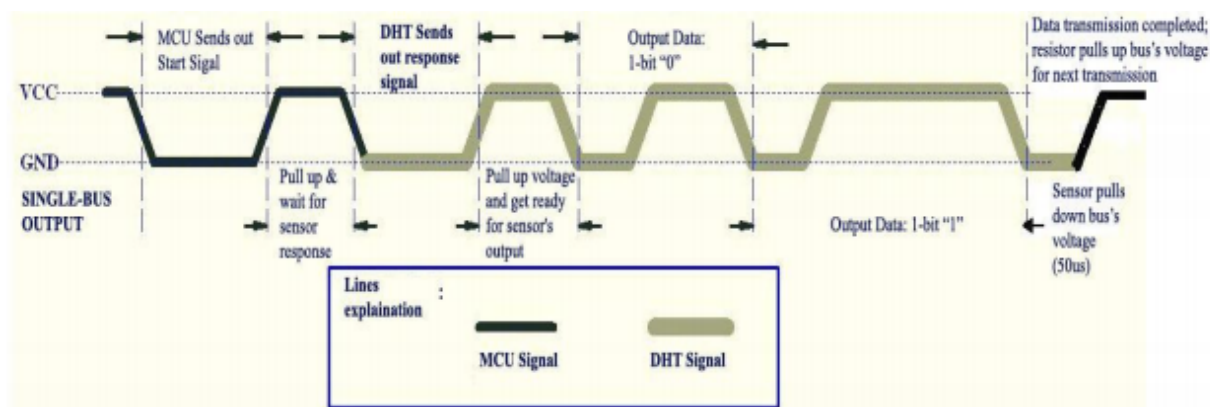
Τεχνικές Προδιαγραφές:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

Για την έναρξη των μετρήσεων από τον αισθητήρα, απαιτείτε να σταλεί σήμα από το Arduino έτσι ώστε ο αισθητήρας να μεταβεί από κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης, σε κανονική λειτουργία, περιμένοντας το Arduino να ολοκληρώσει την αποστολή. Η παραπάνω διαδικασία διαρκεί 80μs, όταν ολοκληρωθεί η επικοινωνία, στο Arduino επιστέφεται μια τιμή 40bits που περιλαμβάνει τις παρακάτω τιμές:

- 8 bit για την τιμή της υγρασίας
- 8 bit για την αέραια τιμή της υγρασίας
- 8 bit για την τιμή της θερμοκρασίας
- 8 bit για την αέραια τιμή της θερμοκρασίας
- 8 bit για το bit ελέγχου ισοτιμίας των δεδομένων.

Χωρίς το αρχικό σήμα από το Arduino ο αισθητήρας δεν στέλνει δεδομένα. Όταν τα δεδομένα σταλθούν από τον αισθητήρα αυτός μεταβαίνει και πάλι στην χαμηλής- κατανάλωσης λειτουργία και περιμένει νέο σήμα. Ο κύκλος αποστολής – λήψης των δεδομένων απεικονίζεται παρακάτω:



Εικόνα 6: Διαδικασία επικοινωνίας DHT-11 - Arduino

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ UV



Εικόνα 14: Ο αισθητήρας VEMML6070

Ο αισθητήρας VEMML6070 μπορεί να μετρήσει την UV ακτινοβολία με τη χρήση ενός αισθητήρα φωτός που διαθέτει. [63] Είναι πολύ απλό στη σύνδεσή του με τον μικροεπεξεργαστή καθώς η επικοινωνία γίνεται μέσω I2C θύρας.

Από την παραπάνω εικόνα μπορούμε να δούμε ότι ο αισθητήρας έχει τις εξής διεπαφές:

Power Pins:

- **V_{in}** - Με τη χρήση αυτού του pin τροφοδοτούμε τον αισθητήρα. Για την τροφοδότησή του απαιτείται 3V-5V DC , πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να τροφοδοτηθεί απευθείας από τον μικροεπεξεργαστή.
- **GND** – όπως και σε όλες τις πλακέτες το GND αναφέρεται στη γείωση.

I2C Pins

- **SCL** – Το χρησιμοποιούμε για τον χρονισμό του αισθητήρα. Για την ορθή λειτουργία απαιτείται η σύνδεσή του με μια αντίσταση 10K
- **SDA** -είναι η θύρα επικοινωνίας που στέλνει δεδομένα στο Arduino

Other

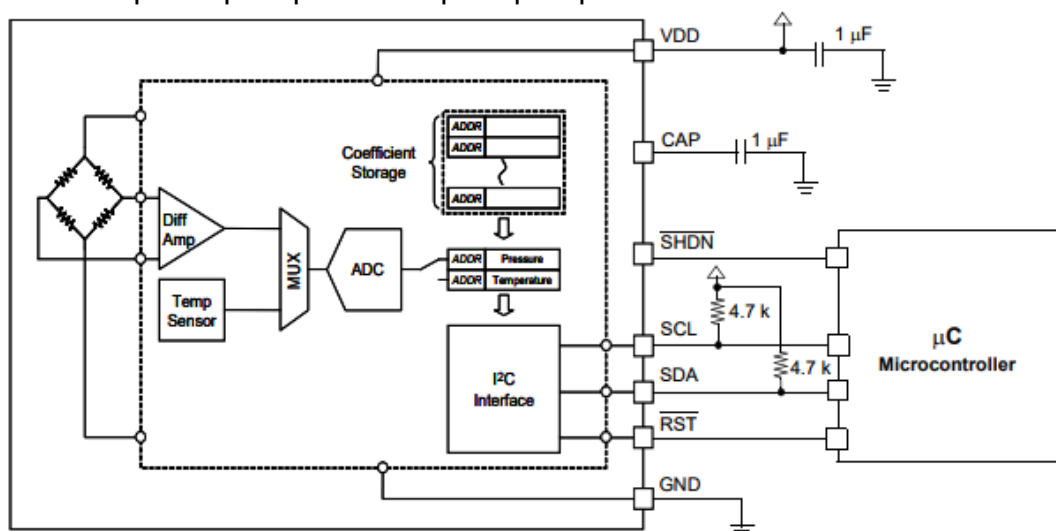
- **ACK Pin** – Το συγκεκριμένο Pin χρησιμοποιείται για να στέλνουμε alerts .Για παράδειγμα , όταν ανιχνευθεί πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή UV ακτινοβολία , μπορούμε να ορίσουμε να στέλνει σήμα στο Arduino και αυτό με τη σειρά του να μας στέλνει ένα email στο κινητό.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ - MPL115A2



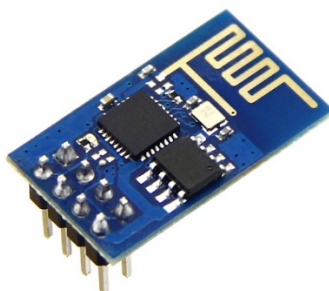
Εικόνα 15: Ο αισθητήρας MPL115A2

Ο MPL115A2 είναι ένας αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης της οικογένειας αισθητήρων της εταιρείας Adafruit. Είναι πολύ εύκολος στη χρήση του καθώς επίσης και αρκετά οικονομικός. Απαιτεί τροφοδοσία 2,4V έως 5.5V και άρα μπορεί να τροφοδοτηθεί απευθείας από τον μικροεπεξεργαστή (π.χ. Arduino /Raspberry Pi κ.α.). Αντιλαμβάνεται βαρομετρικές πιέσεις από 500 έως 1150hPa (hectopascal). Επικοινωνεί μέσω I2Cθύρας και απαιτεί μια αντίσταση 4.7k για την σύνδεσή του με την πλακέτα.



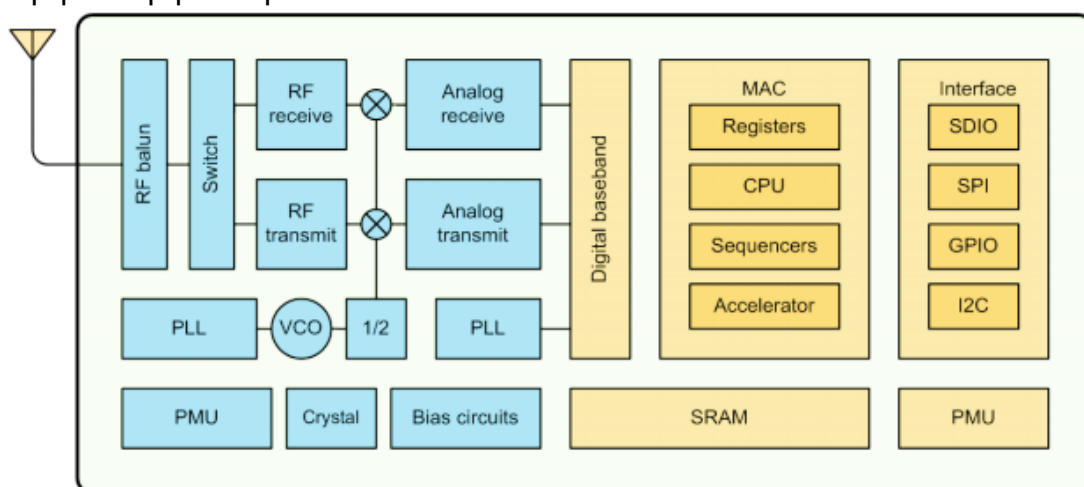
Εικόνα 7: MPL115A2 Block Diagram

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ WIFI MODULE -ESP8266



Εικόνα 16: ESP8266 WiFi Module

Το ESP8266 [64] είναι ένα WiFi chipset , ικανό να συνδέσει στο διαδίκτυο σχεδόν οποιαδήποτε πλακέτα. Είναι αρκετά οικονομικό και παρέχει σταθερή και αδιάλειπτη σύνδεση πράγμα που το καθιστά ιδιαίτερα δημοφιλές στην αγορά συγκριτικά με άλλα WiFi modules.



Εικόνα 17: ESP 8266 Block Diagram

Είναι βασισμένο στον μικροεπεξεργαστή Tensilica L106 Diamond που πρόκειται για ένα 32-bit μικροεπεξεργαστή με ενσωματωμένη SRAM. Μπορεί να συνδεθεί σε οποιαδήποτε πλατφόρμα μέσω θύρας SPI/SDIO ή I2C/UART Το ESP8266 μπορεί επίσης και να φιλοξενήσει εφαρμογές και να προγραμματιστεί . Όταν συμβαίνει αυτό , κατά την εκκίνηση διαβάζει την εξωτερική Flash memory καθώς διαθέτει επίσης και cache έτσι ώστε να βελτιωθεί η απόδοσή του συστήματος σε τέτοιες εφαρμογές.

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

Categories	Items	Values
WiFi Parameters	Certificates	FCC/CE/TELEC/SRRC
	WiFi Protocles	802.11 b/g/n
	Frequency Range	2.4G-2.5G (2400M-2483.5M)
	Tx Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
802.11 n: -72 dbm (MCS7)		
Types of Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip	
Hardware Parameters	Peripheral Bus	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/PWM
	Operating Voltage	3.0~3.6V
	Operating Current	Average value: 80mA
	Operating Temperature Range	-40°~125°
	Ambient Temperature Range	Normal temperature
	Package Size	5x5mm
External Interface	N/A	
Software Parameters	WiFi mode	station/softAP/SoftAP+station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Ssoftware Development	Supports Cloud Server Development / SDK for custom firmware development
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

Για την καλύτερη κατανόηση όλων των παραπάνω ,στο εργαστηριακό μέρος της παρούσας εργασίας θα δημιουργήσουμε ενδεικτικά ένα μικρό μετεωρολογικό σταθμό στο σπίτι μας , τα δεδομένα του οποίου θα τα αποθηκεύουμε στο cloud μέσω της πλατφόρμας Things Speak. Έτσι θα μπορούμε ανά πάσα στιγμή να έχουμε πρόσβαση στις μετρήσεις μας και να δημιουργήσουμε διάφορους αυτοματισμούς μελλοντικά (π.χ. το άνοιγμα του κλιματιστικού όταν η θερμοκρασία είναι κάτω ή πάνω από ένα κατώφλι που θα ορίσουμε).

Τα υλικά που χρησιμοποιήσαμε για τη δημιουργία του project είναι τα εξής :



Arduino UNO



ESP 8266 -WiFi module



DHT -22 αισθητήρας θερμοκρασίας – υγρασίας



Jumper wires

ARDUINO

Όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο , το Arduino είναι μια μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++). Βασίζεται σε ευέλικτο, εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό, σε μια αναπτυξιακή πλακέτα που ενσωματώνει επάνω έναν μικροελεγκτή και συνδέεται με τον Η/Υ για να προγραμματιστεί μέσα από ένα απλό περιβάλλον ανάπτυξης (Arduino IDE)

- Arduino Uno
- Arduino Diesimila
- Arduino Duemilanove
- Arduino Mega1280
- Arduino Mega2560
- Arduino Mini
- Arduino Nano
- Arduino USB

- Arduino Stamp
-
- Arduino Fio
- Arduino NG
- Arduino NG+
- Arduino Extreme
- Arduino Bluetooth
- LilyPad Arduino
- Serial Arduino

Παρακάτω ακολουθεί ένας συγκριτικός πίνακας των διαφορών των πιο διαδεδομένων εκδόσεων :

Πλατφόρμα Arduino	Μικροελεγκτής Atmel AVR	Flash KiB	EEPROM KiB	SRAM KiB	Ψηφιακές Επαφές E / E	PWM	Αναλογικές Επαφές Εισόδου
Diecimila	ATmega168	16	0.5	1	14	6	6
Duemilanove	ATmega168/328	16	0.5	1	14	6	6
Uno	ATmega328	32	1	2	14	6	6
Mega	ATmega1280	128	4	8	54	14	16
Fio	ATmega328P	32	1	2	14	6	8
Mega 2560	ATmega2560	256	4	8	54	14	16

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω , το Arduino Uno βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328, έναν 8_bit RISC μικροελεγκτή, ο οποίος χρονίζει στα 16MHz. Ο ATmega328 διαθέτει ενσωματωμένη μνήμη τριών τύπων [65]:

- **32Kb μνήμης Flash**, από τα οποία τα 5Kb χρησιμοποιούνται από το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής του. Το firmware αυτό που στην ορολογία του Arduino ονομάζεται bootloader είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση των δικών σας προγραμμάτων στον μικροελεγκτή μέσω της θύρας USB, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται εξωτερικός hardware programmer. Τα υπόλοιπα 30Kb της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αυτών ακριβώς των προγραμμάτων, αφού πρώτα μεταγλωττιστούν στον υπολογιστή. Η μνήμη Flash, όπως και η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset. Επίσης, ενώ η μνήμη Flash υπό κανονικές συνθήκες δεν προορίζεται για χρήση runtime μέσα από τα προγράμματά , λόγω της μικρής συνολικής μνήμης που είναι διαθέσιμη σε αυτά (2Kb SRAM + 1Kb EEPROM), έχει σχεδιαστεί μια βιβλιοθήκη που επιτρέπει την χρήση όσου χώρου περισσεύει.

- **2Kb μνήμης SRAM** που είναι η ωφέλιμη μνήμη που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα προγράμματά για να αποθηκεύουν μεταβλητές, πίνακες κ.λπ. κατά το runtime. Όπως και σε έναν υπολογιστή, αυτή η μνήμη χάνει τα δεδομένα της όταν η παροχή ρεύματος στο Arduino σταματήσει ή αν γίνει reset.

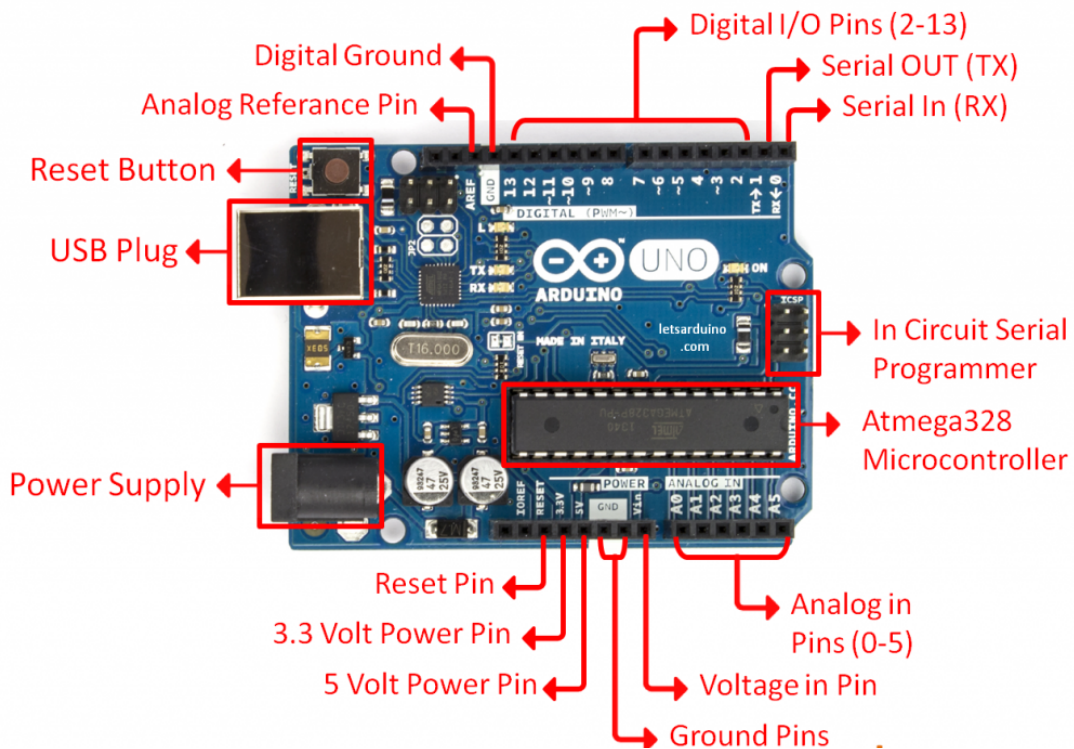
- **1Kb μνήμης EEPROM** η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εγγραφή/ανάγνωση δεδομένων ανά byte από το πρόγραμμα κατά το runtime. Σε αντίθεση με την SRAM, η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της μετά από απώλεια τροφοδοσίας ή reset οπότε είναι αντίστοιχη του σκληρού δίσκου.

Βασικά Πλεονεκτήματα πλατφόρμας Arduino:

- ✓ **Οικονομική:** Η πλατφόρμα Arduino αποτελεί μια πολύ οικονομική λύση και είναι αρχιτεκτονικά ανοιχτή και μπορεί ο οποιοσδήποτε να την αναπτύξει από μόνος του.
- ✓ **Μεταφέρσιμη:** Σε σχέση με τις υπάρχουσες πλατφόρμες στο εμπόριο η πλατφόρμα Arduino παρέχει πλήρη μεταφερσιμότητα με αποτέλεσμα να μπορεί να προγραμματιστεί στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα.
- ✓ **Επεκτάσιμη:** Το υλικό και το λογισμικό της πλατφόρμας Arduino είναι ανοιχτά και ελεύθερα για όλους. Καθημερινά, χιλιάδες υποστηρικτές του ελεύθερου λογισμικού αναπτύσσουν διάφορες βιβλιοθήκες για την υποστήριξη της πλατφόρμας. Παράλληλα, τόσο η αρχιτεκτονική όσο και το υλικό της πλατφόρμας εξελίσσονται συνεχώς.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ARDUINO

Το Arduino μπορεί να λάβει πολλές μετρήσεις από τους αισθητήρες που συνδέονται σε αυτό και να τους επηρεάσει ανάλογα με το πρόγραμμα που του έχει φορτωθεί. Παρακάτω θα αναλύσουμε τη δομή της πλακέτας και θα αναφέρουμε που χρησιμοποιείται κάθε interface του. [65] [66]



Εικόνα 18: Ανάλυση της πλακέτας Arduino, Πηγή: <http://humboldtmcu.blogspot.gr/>

Είσοδοι – Έξοδοι

Ο μικροελεγκτής ATmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία το Arduino προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial_over_USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή

μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται. Επίσης μέσω της USB θύρας, γίνεται και η τροφοδότηση του Arduino εάν δεν έχει συνδεθεί εξωτερική πηγή ενέργειας.

Επιπλέον, στην πάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από 0 ως 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές είσοδοι και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA. Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμά σας σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino θα ξέρει αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Αν πάλι ρυθμίσετε ένα από αυτά τα pin ως ψηφιακή είσοδο μέσα από το πρόγραμμά σας, μπορείτε με την κατάλληλη εντολή να διαβάσετε την κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχετε συνδέσει σε αυτό το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin. Μερικά από αυτά τα 14 pin, εκτός από ψηφιακές είσοδοι/έξοδοι έχουν και δεύτερη λειτουργία.

Συγκεκριμένα:

- Τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής όταν το πρόγραμμά ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Έτσι, όταν λόγω χάρη ένα πρόγραμμα δεδομένα στην σειριακή, αυτά προωθούνται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial Over USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή (π.χ. ένα δεύτερο Arduino στο δικό του pin 1).
- Τα pin 2 και 3 λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Μπορούν δηλαδή να ρυθμιστούν μέσω του προγράμματος έτσι ώστε να δουλεύουν αποκλειστικά ως ψηφιακοί είσοδοι στις οποίες μόλις σταλθεί κάποια προγραμματισμένη εντολή η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση που έχουμε ορίσει ή ένα άλλο υποπρόγραμμα. Τα εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.
- Τα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Για παράδειγμα, μπορούμε να συνδέσουμε ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin και να ελέγξουμε πλήρως την φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit (256 καταστάσεις από 0σβηστό ως 255σπλήρως αναμμένο) αντί να έχουμε απλά την δυνατότητα αναμμένο - σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι. Το δεν είναι πραγματικά αναλογικό σήμα και θέτοντας στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα δίνει 2.5V αντί της κανονικής τιμής των 5V, αλλά θα δίνει ένα παλμό που θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσους χρόνους μεταξύ των τιμών 0 και 5V. Η συχνότητα του PWM στα περισσότερα pin είναι 490Hz. Στον Arduino Uno στα pin 5 και 6 η συχνότητα του PWM είναι 980Hz.
- Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, υπάρχει ακόμα μια σειρά από 6 pins, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, μπορεί να τροφοδοτηθεί ένα από αυτά με μια τάση η οποία μπορείτε να κυμαίνεται με ένα ποτενσιόμετρο από 0V ως μια τάση αναφοράς V_{ref} είναι προ ρυθμισμένη στα 5V. Έτσι, μέσα από το πρόγραμμά

μπορεί να «διαβαστεί» η τιμή του pin ως ένας ακέραιος αριθμός ανάλυσης 10 bits, από 0 (όταν η τάση στο pin είναι 0V) μέχρι 1023 (όταν η τάση στο pin είναι 5V). Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μια εντολή ή σε όποια τάση επιθυμούμε (μεταξύ 2 και 5V) τροφοδοτώντας εξωτερικά με αυτή την τάση το pin με την σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Τέλος, καθένα από τα 6 αυτά pin, με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου όπως τα 14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά και τα οποία περιγράφηκαν πριν. Σε αυτή την περίπτωση τα pin μετονομάζονται από 0~5 σε 14~19 αντίστοιχα.

Τροφοδοσία

Το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται μέσω μιας υποδοχής και βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία του Arduino.

Η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως 12V και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή του εμπορίου, από μπαταρίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή DC. Επίσης, στη πλακέτα Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

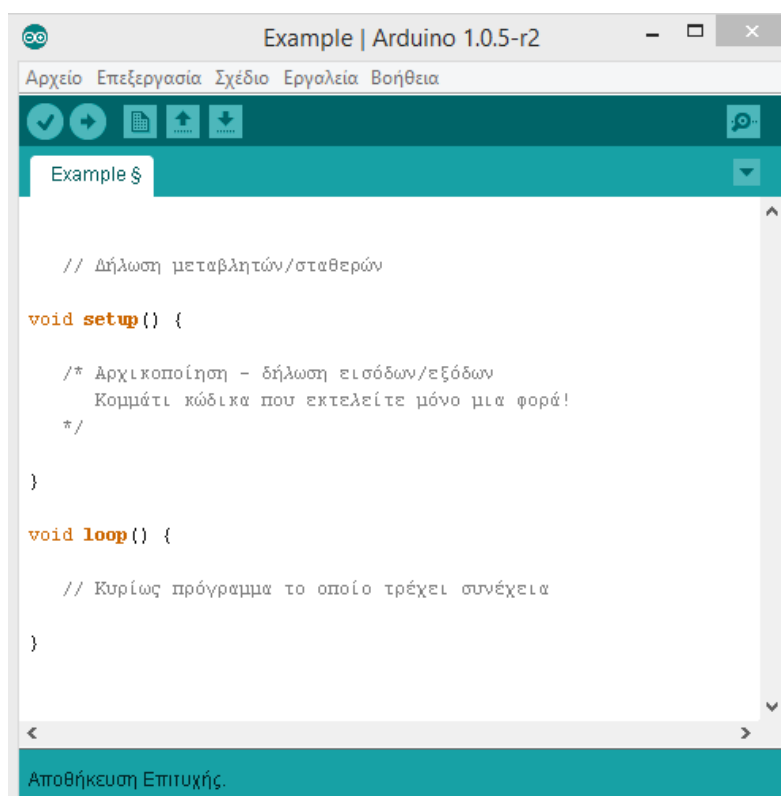
- Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
- Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά που συνδέονται σ' αυτό με τάση 3.3V. Η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι 50mA.
- Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά που συνδέονται σ' αυτό με τάση 5V.
- Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την ένδειξη GND, είναι οι γειώσεις.
- Το έκτο και τελευταίο pin, με την ένδειξη Vin μπορεί να χρησιμοποιηθεί με 2 τρόπους. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino. Αν όμως υπάρχει εξωτερική τροφοδοσία μέσω του φισ, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη τροφοδοσία εξαρτημάτων με πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας πριν αυτή περάσει από τον σταθεροποιητή τάσης των 5V.

Ενδείξεις

Παρατηρώντας την πλακέτα του Arduino, βλέπουμε πως υπάρχει ένας διακόπτης micro switch και 4 LED επιφανειακής στήριξης. Τα δύο LED με τις σημάνσεις TX και RX, χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς ανάβουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει (αντίστοιχα) δεδομένα μέσω USB.

ARDUINO IDE

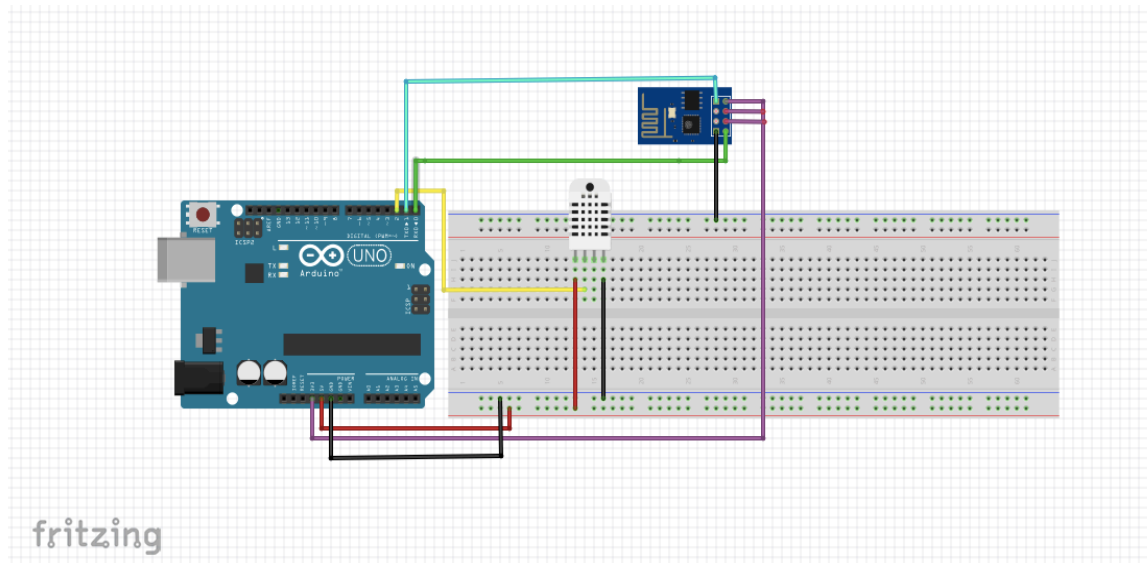
Η πλατφόρμα Arduino προγραμματίζεται με γλώσσα Wiring ,που ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα C/C++ με ορισμένες μετατροπές. Το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino , ονομάζεται Arduino IDE , διανέμεται δωρεάν μέσω του επίσημου site του Arduino και παρέχει όλα τα εργαλεία που θα χρειαστούν για το γράψιμο του κώδικα , τη μεταγλώττιση και τη μεταφόρτωση του προγράμματος στο Arduino. Το Arduino IDE είναι βασισμένο σε JAVA και παρέχει ένα πολύ εύχρηστο περιβάλλον ανάπτυξης του προγράμματος, πολλά έτοιμα παραδείγματα αλλά και έτοιμες βιβλιοθήκες για τα εξαρτήματα που συχνά χρησιμοποιούνται μαζί με το Arduino (π.χ WiFi modules). Επίσης , διαθέτει ενσωματωμένο compiler αλλά και serial plotter για να μπορούμε εύκολα να παρακολουθούμε την επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή και να κάνουμε debug.



```
Example | Arduino 1.0.5-r2
Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια
Example §
// Δήλωση μεταβλητών/σταθερών
void setup() {
  /* Αρχικοποίηση - δήλωση εισόδων/εξόδων
   Κομμάτι κώδικα που εκτελείτε μόνο μια φορά!
  */
}
void loop() {
  // Κυρίως πρόγραμμα το οποίο τρέχει συνέχεια
}
Αποθήκευση Επιτυχής.
```

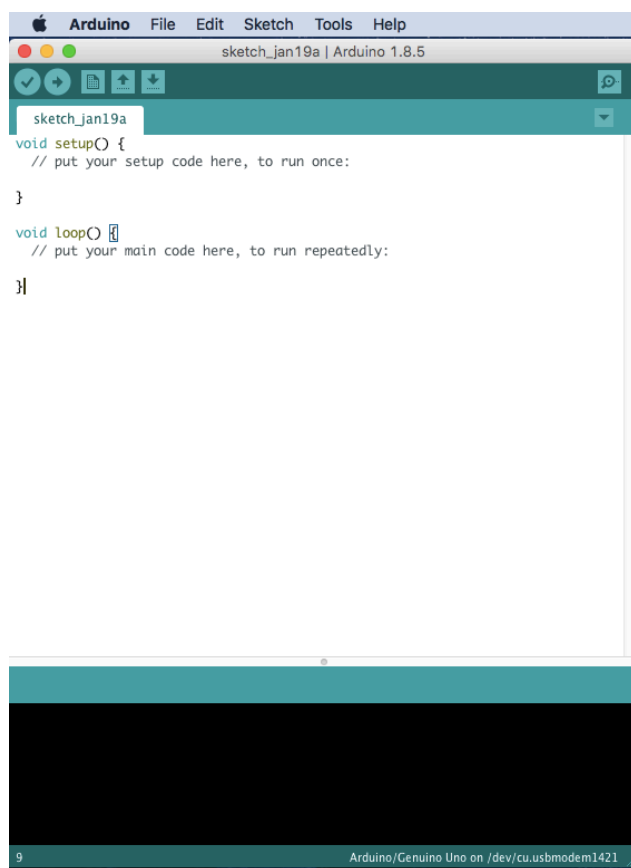
Εικόνα 19: Το περιβάλλον του Arduino IDE

ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Αρχικά θα πρέπει να εγκαταστήσουμε στον υπολογιστή μας το Arduino IDE , από την επίσημη σελίδα του Arduino <https://www.arduino.cc/en/main/software> . Επιλέγουμε λοιπόν ανάλογα με το λειτουργικό μας την έκδοση που χρειαζόμαστε και ακολουθούμε τα βήματα του installation. Αφού ολοκληρωθεί η εγκατάσταση , η εικόνα που θα πρέπει να έχουμε είναι η παρακάτω :

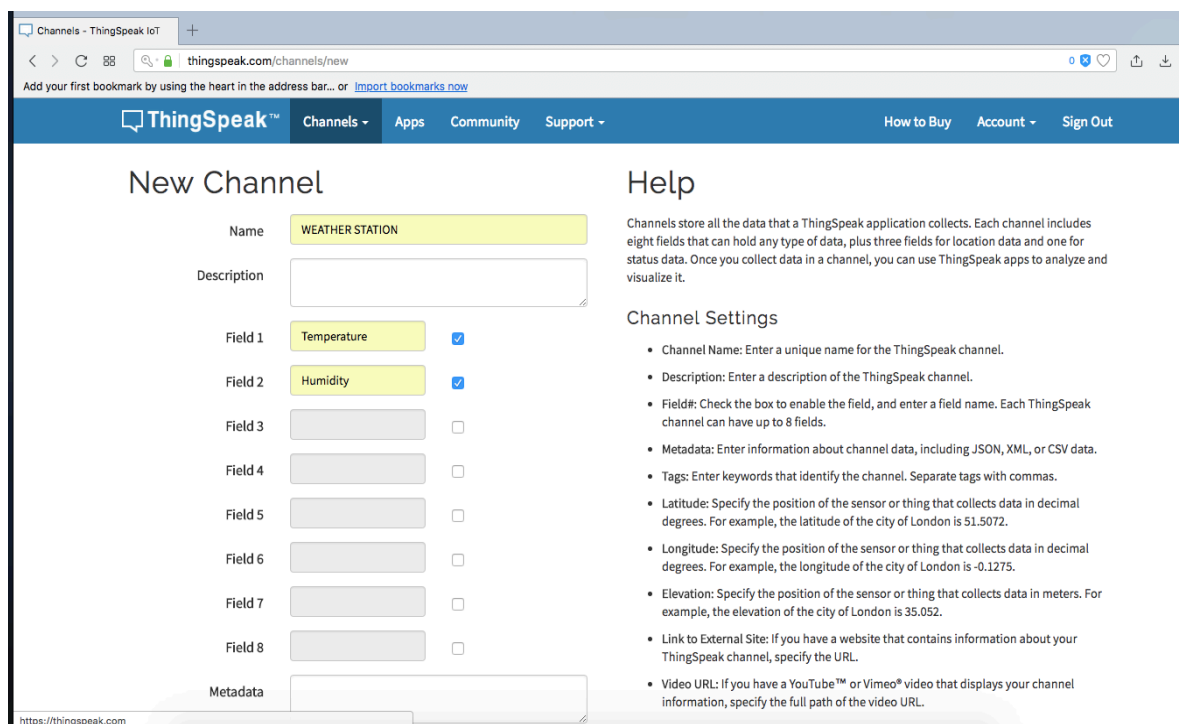


Εν συνεχεία, χρειάζεται να εγκαταστήσουμε τη βιβλιοθήκη του αισθητήρα DTH-22 την οποία τη βρίσκουμε στο παρακάτω link:

https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor .

Αφού την κατεβάσουμε , προσθέτουμε το zip αρχείο στις βιβλιοθήκες του Arduino από το μενού Sketch> Include library

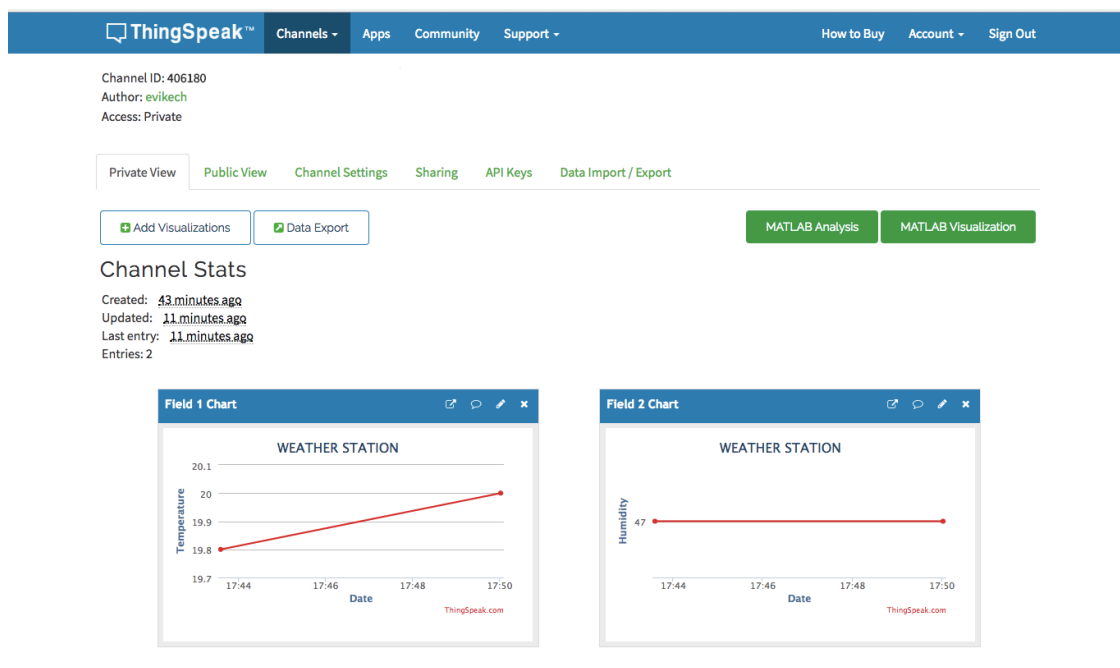
Ολοκληρώνοντας τα παραπάνω βήματα , θα πρέπει να δημιουργήσουμε ένα λογαριασμό στη πλατφόρμα Thingspeak και να δημιουργήσουμε 2 κανάλια (Field 1 > Θερμοκρασία , Filed 2 > Υγρασία)



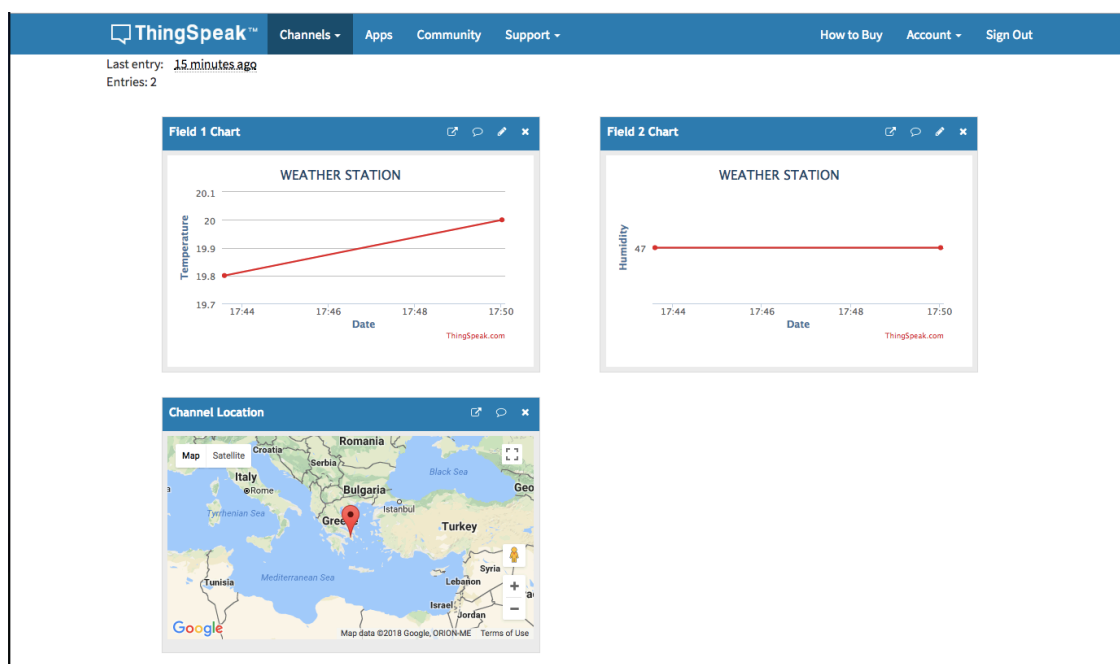
Εικόνα 20: Δημιουργία καναλιών στο Thingspeak

Μόλις τρέξουμε τον κώδικα, στο κανάλι που έχουμε δημιουργήσει , θα πρέπει να αρχίσουν να στέλνονται δεδομένα. Η εικόνα που πρέπει να έχουμε είναι η παρακάτω:

Πλατφόρμα Οικιακού Αυτοματισμού στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων

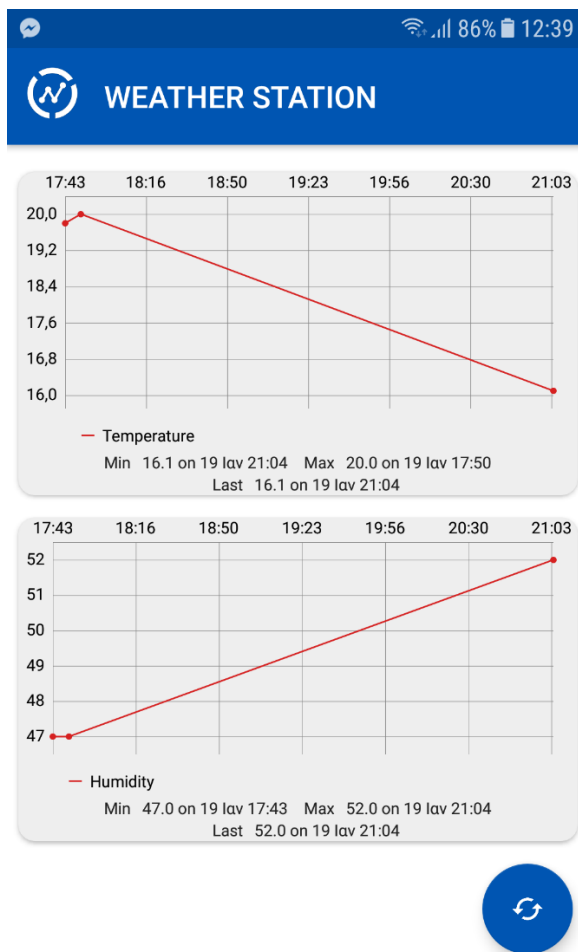


Εικόνα 21: Αποστολή δεδομένων από το Arduino στο Thingspeak



Εικόνα 22: Αποστολή δεδομένων από το Arduino στο Thingspeak

Επίσης, το Thingspeak διαθέτει δωρεάν εφαρμογή για Android και iOS συσκευές έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να έχουν πρόσβαση οποτεδήποτε και από οπουδήποτε στα δεδομένα τους. Κατεβάζοντας λοιπόν την εφαρμογή και παραμετροποιώντας την έτσι ώστε να παίρνει δεδομένα από το κανάλι μας μπορούμε να βλέπουμε ανά πάσα στιγμή τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο μας και να επιλέξουμε αν θα γίνουν κάποιες ενέργειες όπως π.χ. το άνοιγμα –κλείσιμο του κλιματιστικού



Εικόνα 4: Thingspeak Android Application

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Η ανάπτυξη η οποία παρατηρείται στον κλάδο της πληροφορικής με τη προσθήκη του διαδικτύου των αντικειμένων και του υπολογιστικού νέφους , αναμένεται τεράστια. Οι εφαρμογές που μπορούν να έχουν οι παραπάνω τεχνολογίες καλύπτουν ένα πολύ ευρύ φάσμα ξεκινώντας από τον απλό χρήστη και φτάνοντας έως και μεγάλες βιομηχανίες. Καθοριστική συμβολή στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας έπαιξε το υπολογιστικό νέφος ,τεχνολογία η οποία συνδυάστηκε με την ιδέα του διαδικτύου των πράγματων. Η λύση η οποία προτάθηκε είναι με την πλατφόρμα Thingspeak ,η οποία είναι πολύ εύκολη στη χρήση της ,καθώς επίσης είναι σε θέση να προσφέρει εύκολη διαχείριση των αισθητήρων από τους χρήστες , με στόχο την άμεση αμφίδρομη ενημέρωσή τους. Λειτουργίες οι οποίες υποστηρίζονται είναι :

- Προσθήκη /αφαίρεση /ανανέωση αισθητήρων
- Άμεση ενημέρωση των τιμών των αισθητήρων
- Βάση δεδομένων με το ιστορικό των μετρήσεων που λαμβάνουν οι αισθητήρες
- Άμεση σύνδεση με άλλες πλατφόρμες αυτοματισμού (πχ. Openhab) για real time έξυπνες αποφάσεις.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της πλατφόρμας που δημιουργήσαμε είναι τα παρακάτω :

Επεκτασιμότητα – Μπορούν να προστεθούν ανά πάσα στιγμή αισθητήρες και υπηρεσίες έτσι ώστε να εμπλουτίσουμε το σύστημά μας ακόμα περισσότερο.

Ευκολία στη χρήση –Η παραμετροποίηση του Arduino καθώς επίσης και του Thingspeak είναι πολύ απλή και εύκολη στη χρήση.

Υποστήριξη πολλών διαφορετικών αισθητήρων – Ανάλογα με την εφαρμογή την οποία θέλουμε να υλοποιήσουμε , μπορούμε να προσαρμόσουμε το πρόγραμμά μας έτσι ώστε να πετύχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Συμβατότητα- όπως αναφέρθηκε και παραπάνω , η πλατφόρμα Thingspeak είναι πλήρως συμβατή με άλλες πλατφόρμες. Έτσι, με τις εντολές GET και POST , χρησιμοποιώντας κάποια json αρχεία , τα οποία παρέχονται από την ίδια τη πλατφόρμα , μπορούμε να στείλουμε δεδομένα σε άλλες εφαρμογές για επεξεργασία ή να πάρουμε από αυτές.

Χαμηλό κόστος υποδομής και συντήρησης – Καθώς η αγορά υπολογιστικού νέφους είναι αρκετά κοστοβόρα , επιλέξαμε μια υπηρεσία η οποία δίνεται δωρεάν. Το μόνο κόστος που επιφορτίζονται οι χρήστες, είναι αυτό της αγοράς του hardware (Arduino , αισθητήρες και λοιπά ηλεκτρονικά εξαρτήματα ανάλογα την εφαρμογή). Επίσης δεν είναι αναγκαία η πρόσληψη ειδικά εκπαιδευμένου προσωπικού για τη συντήρηση και αναβάθμιση της πλατφόρμας.

Η εξέλιξη της παρούσας πτυχιακής εργασίας , θα μπορούσε να αφορά τη σύνδεση της πλακέτας με ψηφιακούς βοηθούς.

Ακόμα ένα παράδειγμα επεκτασιμότητας της εφαρμογής που έχουμε περιγράψει , είναι η διασύνδεση της με μηχανική ευφυΐα (machine intelligence and data analysis)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Στο παράρτημα αυτό , παρατίθεται ο κώδικας ανάπτυξης της παρούσας εφαρμογής.

ΚΩΔΙΚΑΣ

```
#include <DHT_U.h>
#include <stdlib.h>
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2 // DHT data pin connected to Arduino pin 2
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Initialize the DHT sensor
#define SSID "HOL ALU WLAn" // "SSID-WiFiname"
#define PASS "ev1wlaN24" // "password"
#define IP "184.106.153.149"// thingspeak.com ip
String msg = "GET /update?key=74LRXMFKZ2W3LDL4";
//Variables
float temp;
int hum;
String tempC;
int error;
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("AT");
  delay(5000);
  if(Serial.find("OK")){
    connectWiFi();
  }
}
void loop(){
  //Read temperature and humidity values from DHT sensor:
  start: //label
  error=0;
  temp = dht.readTemperature();
  hum = dht.readHumidity();
  char buffer[10];
  StringLengthIncDecimalPoint, numVarsAfterDecimal, charbuf);
  tempC = dtostrf(temp, 4, 1, buffer);
  updateTemp();
  if (error==1){
    goto start; //go to label "start"
  }
  delay(3600000); //Update every 1 hour
}
```

```
void updateTemp(){
  String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\",\"";
  cmd += IP;
  cmd += "\",80";
  Serial.println(cmd);
  delay(2000);
  if(Serial.find("Error")){
    return;
  }
  cmd = msg ;
  cmd += "&field1="; //field 1 for temperature
  cmd += tempC;
  cmd += "&field2="; //field 2 for humidity
  cmd += String(hum);
  cmd += "\r\n";
  Serial.print("AT+CIPSEND=");
  Serial.println(cmd.length());
  if(Serial.find(">")){
    Serial.print(cmd);
  }
  else{
    Serial.println("AT+CIPCLOSE");
    //Resend...
    error=1;
  }
}
}
boolean connectWiFi(){
  Serial.println("AT+CWMODE=1");
  delay(2000);
  String cmd="AT+CWJAP=\"";
  cmd+=SSID;
  cmd+="\",\"";
  cmd+=PASS;
  cmd+="\"";
  Serial.println(cmd);
  delay(5000);
  if(Serial.find("OK")){
    return true;
  }else{
    return false;
  }
}
}
```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] “That 'Internet of Things' Thing”, RFID Journal, Kevin Ashton, June 22 2009
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- [2] “GOOGLE: IoT can help disable”, Information week, October 3 2015
<http://www.informationweek.com/mobile/mobile-devices/google-iot-can-help-the-disabled/a/d-id/1319404>
- [3] “Embracing the Internet of Everything to Capture Your Share of \$14.4 Trillion”
Joseph Bradley, Joel Barbier Doug Handler ,2013
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoE_Economy.pdf
- “Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2015–2021”, Cisco Public, June 6 2017
<http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.pdf>
- [4] “Ευφυή υλικά ”, Wikipedia
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%85%CF%86%CF%85%CE%AE_%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC
- [5] “Internet of things -From Research and Innovation to Market Deployment”, Ovidiu Vermesan -Peter Friess ,2014 River Publishers
- [6] “Internet of things in logistics”, DHL in collaboration with CISCO, Dr. Markus Kückelhaus, James Macaulay ,2015
http://www.dhl.com/content/dam/Local/Images/g0/New_aboutus/innovation/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf
- [7] “Web of Things (WoT) Architecture” ,w3c.github.io, W3C Editor's Draft 13 September 2017
<https://w3c.github.io/wot-architecture/>
- [8] “Web Of Things” , Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Things
- [9] “WEB OF THINGS AT W3C”, w3.org
<https://www.w3.org/WoT/>
- [10] “The Internet of Everything Global Public Sector Economic Analysis”, Cisco ,2013
http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_value_at_stake_public_sector%20analysis_faq_121913final.pdf
- [11] “SloT: Giving a social structure to the internet of things “L. Atzori , A. Iera and G. Morabito , Communication Letters , IEEE, Vol. 15 ,No 11 , pp 1193-1195 ,Nov.2011
- [12] “ASSIST: AN Agent-Based SloT Simulator”, White paper, Pamagiotis Kasnesis, Lazaros Toumanidis, Dimitris Kogias, Charalampos Z. Patrikakis , Iakovos S. Venieris
- [13] “Διπλασιασμό των έργων IT καταγράφει η Vodafone”, NETFAX #38011 071117

[14] “Security in the Internet of Everything Era”, George Loukas -Charalampos Patrikakis, Cutter IT Journal, July 2016
<https://www.cutter.com/article/security-internet-everything-opening-statement-492231>

[15] “Denial of service attack”, Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Denial-of-service_attack

[16] “What is a Smurf attack?”, Kaspersky
<https://usa.kaspersky.com/resource-center/definitions/smurf-attack>

[17] “How to prevent Dos Attacks”, Axe Soft
<http://www.ids-sax2.com/articles/PreventDosAttacks.htm>

[18] “DoS επιθέσεις”
<https://www.isee.gr/issues/04/insert/index.html>

[19] “Επιθέσεις άρνησης εξυπηρέτησης υπηρεσιών DoS” ,Κτανής Δημήτριος , Διπλωματική εργασία ,Πανεπιστήμιο Πειραιά ,2012
<http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/5277/Ktanis.pdf?sequence=2>

[20] “Ασύρματα Δίκτυα αισθητήρων” , Πέππας Κωνσταντίνος ,Ανοιχτό πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
<https://eclass.uop.gr/modules/document/file.php/DIT146/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CE%94%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1%20%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD%201.pdf>

[21] Wireless sensor network, Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network

[22] “Wireless Sensor Networks”, F. L. LEWIS, The University of Texas at Arlington,
<https://pdfs.semanticscholar.org/738d/810dbcab94fe2911dead4666260653f84dc6.pdf>

[23] “IEEE 802.11”, Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

[24] “802.11ac vs 802.11n WiFi: What's the Difference?” Gordon Kelly, Forbes, December 30 2014
<https://www.forbes.com/sites/gordonkelly/2014/12/30/802-11ac-vs-802-11n-wifi-whats-the-difference/#6c774c213957>

[25] “Home Networking with IEEE 802.15.4: A Developing Standard for Low-Rate Wireless Personal Area Networks”, Ed Callaway, Paul Gorday, Lance Hester, Jose A. Gutierrez and Marco Naeve, Bob Heile, Venkat Bahl, 2004
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/26250417/cgh02_802.15.4.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1514908680&Signature=46wLaMbC1FT%2FV06ZLthimSE6hHk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DHome_networking_with_IEEE_802.15.4_a_de.pdf

[26] “6LowPAN demystified” Jonas Olsson, Texas Instruments
<http://www.ti.com/lit/wp/swry013/swry013.pdf>

- [27] Zigbee, Wikipedia
<https://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
- [28] "What is Zigbee?", Zigbee alliance
<http://www.zigbee.org/what-is-zigbee/>
- [29] Bluetooth for Programmers, Albert Huang, Larry Rudolph, 2005
<http://people.csail.mit.edu/rudolph/Teaching/Articles/PartOfBTBook.pdf>
- [30] "Bluetooth Core Specifications v 5.0", Bluetooth Corporation, December 6 2016
<https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification>
- [31] "Introduction to Z-Wave Specifications", Zwave
<http://zwavepublic.com/specifications>
- [32] "Z-Wave Networking Basics, Sigma Designs, August 23 2016
<http://zwavepublic.com/sites/default/files/APL13031-2%20-%20Z-Wave%20Networking%20Basics.pdf>
- [33] "8 reasons why z-wave is #One", Zwave
<http://www.z-wave.com/about>
- [34] "Cellular Telephone Basics", Privateline.com. , Tom Farley & Mark van der Hoek, 1 January 2006
https://web.archive.org/web/20120511005119/http://www.privateline.com/mt_cellbasics/index.html
- [35] "LoRa WAN What is it?" , LoRa Alliance , November 2015
https://docs.wixstatic.com/ugd/eccc1a_ed71ea1cd969417493c74e4a13c55685.pdf
- [36] "LoRa WAN 101 a technical Introduction", LoRa Alliance
<https://www.lora-alliance.org/technology>
- [37] "Thread (network protocol)", Wikipedia
[https://en.wikipedia.org/wiki/Thread_\(network_protocol\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Thread_(network_protocol))
- [38] "What is Thread", threadgroup.org
<https://www.threadgroup.org/What-is-Thread/Overview>
- [39] "MQTT and CoAP, IoT Protocols", Toby Jaffey, eclipse.org
http://www.eclipse.org/community/eclipse_newsletter/2014/february/article2.php
- [40] "Datagram Transport Layer Security", wikipedia.org
https://en.wikipedia.org/wiki/Datagram_Transport_Layer_Security
- [41] "RFC 7252 Constrained Application Protocol", coap technology
<http://coap.technology/>
- [42] "Constrained Application Protocol", Wikipedia.org
https://en.wikipedia.org/wiki/Constrained_Application_Protocol
- [43] "Datagram Transport Layer Security Version 1.2" , E. Rescorla RTFM, Inc. , N. Modadugu Google Inc. , January 2012
<https://tools.ietf.org/html/rfc6347>

- [44] “MQTT and CoAP: Underlying Protocols for the IoT”, James Stansberry, Electronics Design ,October 7 2015
<http://www.electronicdesign.com/datasheet/mqtt-and-coap-underlying-protocols-iot-pdf-download>
- [45] “Emerging Open and Standard Protocol Stack for IoT”, Aniruddha Chakrabarti, linkedin.com, December 21, 2015
<https://www.linkedin.com/pulse/emerging-open-standard-protocol-stack-iot-aniruddha-chakrabarti>
- [46] Cloud Computing, Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing
- [47] “What is cloud computing?”, *Amazon Web Services*. 2013-03-19.
- [48] Announcing Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)-beta, August 24 2006
- [49] Antonio Regalado (31 October 2011) “Who Coined Cloud Computing?” Technology review MIT.
- [50] “The NIST definition of cloud computing”, Peter Mell – Timothy Grance, NIST special publication 800-145, September 2011.
- [51] “What are public, private and hybrid clouds?” ,Microsoft ,
<https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-are-private-public-hybrid-clouds/>
- [52] “The three types of cloud computing Service models”, Paragnet, 21-12-2017,
- [53] “Arduino”, Wikipedia.org
<https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [54] “Raspberry Pi” , Wikipedia.org
https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [55] “Meet the Beagles: Open Source Computing”, Beagleboard.org
- [56] “Beagleboard”, Wikipedia.org
<https://en.wikipedia.org/wiki/BeagleBoard>
- [57] “Intel Galileo”, Wikipedia.org
https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_Galileo
- [58]”Architecture” ,Smarthings.com
<http://docs.smarthings.com/en/latest/architecture/>
- [59] “SmartThings” ,Wikipedia.org
<https://en.wikipedia.org/wiki/SmartThings>
- [60] “Google Home”, Wikipedia.org
https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Home
- [61] “Google Home review-Google Home might be the virtual assistant for you”, Andrew Gebhart, Cnet.com, May 2017
<https://www.cnet.com/products/google-home/review/>

[62] “DHT11 Humidity & Temperature sensor”, D-Robotics UK ,2010
<http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>

[63] “Adafruit VEML6070 UV Sensor Breakout”, lady ada ,Adafruit.com, 2016
<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-veml6070-uv-light-sensor-breakout.pdf>

[64] “ESP8266EX DATASHEET” Version 5.8
https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

[65] “Memory”, Arduino.cc
<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Memory>

[66] “Διδακτικές σημειώσεις Arduino” ,ΔΡ. Φασούλας Γιάννης , ΤΕΙ Κρήτης

