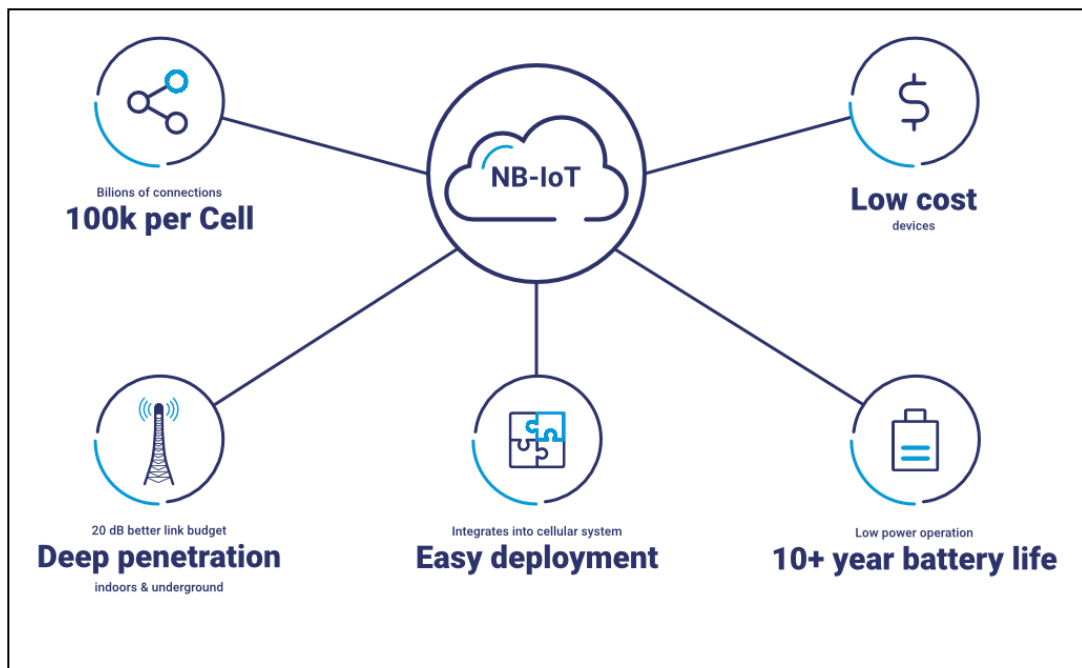


Διπλωματική Εργασία

Σχεδιασμός πλατφόρμας διαχείρισης έξυπνου χώρου στάθμευσης με χρήση της  
Τεχνολογίας NB-IoT



**Φοιτητής:** Κουδουνάς Μιχαήλ

**ΑΜ:** 50106858

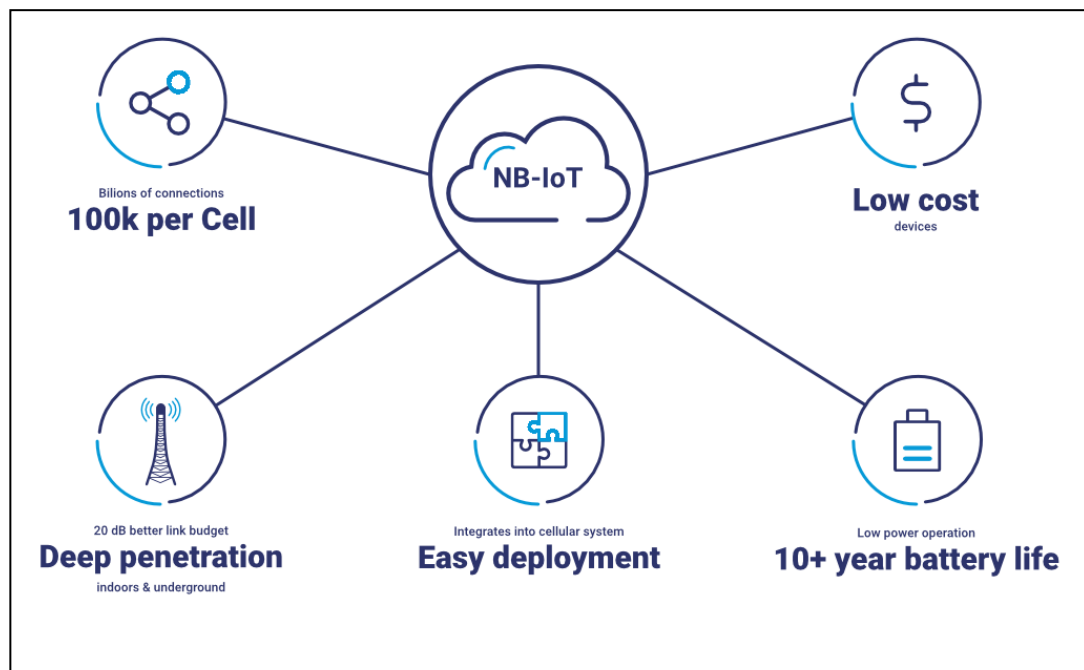
**Επιβλέπων Καθηγητής:**

Γρηγόριος Κουλούρας  
Αναπληρωτής Καθηγητής



**Diploma Thesis**

**Design of a smart parking platform using NB-IoT Technology**



**Student:** Μιχαήλ Κουδουνάς  
**Registration Number:** 50106858

**Supervisor:**  
**Grigorios Koulouras**  
Associate Professor

**ATHENS-EGALEO, JULY 2021**

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

<b>Γρηγόριος Κουλούρας</b> Αναπληρωτής Καθηγητής	<b>Σωτήριος Καραμπέτσος</b> Αναπληρωτής Καθηγητής	<b>Ηλίας Ζώης</b> Επίκουρος Καθηγητής
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

**Copyright ©** Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Μιχαήλ Κουδουνάς, Ιούλιος 2021**

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

### **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Μιχαήλ Κουδουνάς** του **Παντελεήμων**, με αριθμό μητρώου **5016858** φοιτητής του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** της Σχολής **ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ** του Τμήματος **ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι ..... και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή.»

Ο Δηλών  
**Μιχαήλ Κουδουνάς**

**Αφιερώνεται  
στον Παντελή, στην Ελένη και στην Μαρία**

Αυτή η σελίδα είναι σκόπιμα λευκή.

## Περίληψη

Η γρήγορη ανάπτυξη του αριθμού των μηχανοκίνητων οχημάτων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση ζήτησης στάθμευσης, αλλά και του περιορισμένου χώρου στάθμευσης στις αστικές περιοχές, γεγονός που εμποδίζει τη βιώσιμη ανάπτυξη της αστικής κυκλοφορίας. Ο παραδοσιακός και πολλές φορές παράνομος χώρος στάθμευσης που χαρακτηρίζεται από χαμηλή απόδοση, όπως επίσης και συμφόρηση κυκλοφορίας, δεν ικανοποιεί την αυξανόμενη ζήτηση στάθμευσης. Για να βελτιωθεί η διαχείριση της κυκλοφορίας σε όλη την πόλη, είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα διαχείρισης για χώρους στάθμευσης σε αστικές περιοχές. Στα πλαίσια της Διπλωματικής Εργασίας, θα δημιουργηθεί μια πλατφόρμα διαχείρισης έξυπνων χώρων στάθμευσης, με χρήση της τεχνολογίας Διαδικτύου των Πραγμάτων Στενής Ζώνης (Narrowband - Internet of Things – NB-IoT). Το NB-IoT είναι ένα πρότυπο ασύρματων ραδιοζεύξεων, ευρείας κάλυψης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (Low Power Wide Area Network – LPWAN), που αναπτύχθηκε από την κοινοπραξία 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Το NB-IoT λειτουργεί σε αδειοδοτημένες ζώνες συχνοτήτων και μπορεί να παρέχει υψηλό τηλεπικοινωνιακό επίπεδο ασφαλείας. Οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι είναι υπεύθυνοι τόσο για την ανάπτυξη του δικτύου τους όσο και για την μέγιστη δυνατή γεωγραφική κάλυψη σε μια χώρα. Το NB-IoT εστιάζει τόσο στην κάλυψη σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους, στο χαμηλό κόστος, στην υψηλή πυκνότητα συνδέσεων και στην πολύ χαμηλή κατανάλωση που συνεισφέρει πολύ θετικά στη μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας αυτών των συστημάτων. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την υλοποίηση καινοτόμων υπηρεσιών που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων μιας σύγχρονης κοινωνίας. Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι η βέλτιστη διαχείριση των περιορισμένων χώρων στάθμευσης στις μεγαλουπόλεις, αλλά και η αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας σε αυτές.

## Λέξεις – κλειδιά

Internet of Things, IoT, Smart Cities, Smart Parking, NB-IoT, LPWAN, 3GPP

## **Abstract**

The rapid growth in the number of motor vehicles has resulted in an increase in demand for parking, as well as limited parking in urban areas, which hinders the sustainable development of urban traffic. Traditional and often illegal parking, characterized by low performance, as well as traffic congestion, does not meet the growing demand for parking. In order to improve traffic management throughout the city, it is necessary to develop an integrated management platform for parking spaces in urban areas. As part of the Diplomatic Work, a smart parking management platform will be created, using Narrowband (Internet of Things – NB-IoT) technology. NB-IoT is a low power wide area network (LPWAN) model developed by the consortium 3rd Generation Partnership Project (3GPP). NB-IoT operates in licensed frequency bands and can provide a high telecommunications security level. Telecommunications providers are responsible both for the development of their network and for the maximum possible geographical coverage in a country. NB-IoT focuses on both indoor and outdoor coverage, low cost, high connection density and very low consumption that contributes very positively to the long battery life of these systems. This technology allows the implementation of innovative services that improve the quality of life of people in a modern society. The aim of this work is the optimal management of restricted parking spaces in large cities, but also the decongestion of traffic in them.

## **Keywords**

Internet of Things, IoT, Smart Cities, Smart Parking, NB-IoT, LPWAN, 3GPP



## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα .....	9
Κατάλογος Πινάκων.....	11
Κατάλογος Εικόνων .....	12
Αλφαβητικό Ευρετήριο.....	14
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>16</b>
Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας .....	18
Σκοπός και στόχοι.....	18
Μεθοδολογία .....	18
Καινοτομία .....	19
Δομή Εργασίας.....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Περιγραφή διπλωματικής εργασίας.....</b>	<b>20</b>
1.1 Το Έναυσμα της διπλωματικής .....	20
1.2 Στόχος της διπλωματικής εργασίας.....	21
1.3 Κύριες πτυχές διπλωματικής .....	21
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Διαδίκτυο των Πραγμάτων .....</b>	<b>23</b>
2.1 Εισαγωγή στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων .....	23
2.2 Εξαιρετικά διαδεδομένα συστήματα .....	25
2.3 Στοιχεία IoT .....	26
2.4 Το Διαδίκτυο των πραγμάτων στην πράξη .....	27
2.5 Διαδίκτυο των πραγμάτων και μελλοντικές τεχνολογίες.....	29
2.6 Πλεονεκτήματα IoT .....	31
2.7 Ελαττώματα IoT.....	32
2.8 Αρχιτεκτονική IoT .....	32
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Τεχνολογίες Διαδικτύου των Πραγμάτων και LPWAN.....</b>	<b>35</b>
3.1 Ενσύρματες λύσεις .....	35
3.1.1 HomePlug.....	35
3.1.2 G.hn.....	35
3.1.3 PLC PRIME .....	35
3.2 Ασύρματες λύσεις.....	35
3.2.1 Μικρού βεληνεκούς ασύρματες λύσεις.....	35
3.2.2 Bluetooth Low Energy .....	35
3.2.3 Wi-Fi HaLow (IEEE802.11ah) .....	36
3.2.4 Πρότυπο Z-Wave .....	37
3.2.5 Πρότυπο ZigBee.....	37
3.2.6 Πρότυπο NFC.....	38
3.2.7 Πρότυπο (Low Power Wide Area Network, LPWAN) μεγάλης εμβέλειας κάλυψης.....	38
3.2.8 LPWAN – μη δανειοδοτημένο φάσμα.....	38
3.2.9 SigFox .....	42
3.2.10 Weightless .....	43
3.2.11 Ingenu.....	44
3.2.12 LPWAN – δανειοδοτούμενο φάσμα .....	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Εφαρμογές Smart Parking.....</b>	<b>50</b>
4.1 Εισαγωγή στο σύστημα διαχείρισης Smart Parking με IoT.....	50

<b>4.2</b>	<b>Ανάλυση και σχεδιασμός συστήματος έξυπνου Parking .....</b>	<b>52</b>
4.2.1	Διάφορες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ένα έξυπνο σύστημα στάθμευσης .....	53
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Σύγκριση ανάμεσα σε τεχνολογία NB-IoT και LoRa .....</b>		<b>54</b>
<b>5.1</b>	<b>Αξιολόγηση LoRa &amp; NB-IoT τεχνολογιών .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2</b>	<b>Παραδείγματα εφαρμογών των τεχνολογιών NB-IoT &amp; LoRa.....</b>	<b>55</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Αξιοποίηση τεχνολογίας NB-IoT στην Ελλάδα από παρόχους τηλεπικοινωνίας</b>		<b>57</b>
<b>6.1</b>	<b>Εφαρμογή για υπηρεσίες έξυπνου φωτισμού, έξυπνης στάθμευσης αλλά και διαχείρισης υδάτων από τηλεπικοινωνιακό πάροχο Cosmote.....</b>	<b>57</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Υλοποίηση Κατασκευής.....</b>		<b>58</b>
<b>7.1</b>	<b>Υλικά &amp; Εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν .....</b>	<b>58</b>
7.1.1	Πλακέτα Arduino Uno .....	58
7.1.2	Πλακέτα GSM SIM808.....	59
<b>7.2</b>	<b>Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε.....</b>	<b>60</b>
7.2.1	Arduino Software .....	60
7.2.2	Tera Term & Terminal.exe.....	61
<b>7.3</b>	<b>Πλατφόρμα για την ανάλυση αλλά και την συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.</b>	<b>61</b>
<b>7.4</b>	<b>Περιγραφή υλοποίησης.....</b>	<b>61</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>		<b>66</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>		<b>67</b>

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 - Χαρακτηριστικά τεχνολογίας LoRa .....	39
Πίνακας 2 - Χαρακτηριστικά τεχνολογίας SigFox .....	43
Πίνακας 3 - Χαρακτηριστικά NB-IoT τεχνολογίας .....	46
Πίνακας 4 - Φυσικά κανάλια πρωτοκόλλου NB-IoT .....	48
Πίνακας 5 - Κόστη τεχνολογίας NB-IoT & LoRa .....	55

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 - Τελικοί χρήστες & τομείς εφαρμογών. ....	24
Εικόνα 2 - Αντιλήψεις έξυπνων μεταφορών. ....	28
Εικόνα 3 - Αρχιτεκτονική IoT.....	33
Εικόνα 4 - Λογότυπο Bluetooth.....	36
Εικόνα 5 - Λογότυπο Wi-Fi.....	36
Εικόνα 6 - Λογότυπο z-Wave.....	37
Εικόνα 7 - Λογότυπο ZigBee.....	37
Εικόνα 8 - Λογότυπο NFC.....	38
Εικόνα 9 - Λογότυπο LoRa.....	38
Εικόνα 10 - Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλου LoRaWAN.....	40
Εικόνα 11 - Αρχιτεκτονική LoRaWAN.....	40
Εικόνα 12 - Κάλυψη SigFox.....	42
Εικόνα 13 - Λογότυπο SigFox.....	42
Εικόνα 14 Λογότυπο Wiegless.....	43
Εικόνα 15 Λογότυπο Ingenu.....	44
Εικόνα 16 Λογότυπο LTE-M.....	44
Εικόνα 17 Λογότυπο NB-IoT.....	45
Εικόνα 18 - NB-IoT δίκτυο αρχιτεκτονική.....	47
Εικόνα 19 - Αρχιτεκτονική δικτύου Air Interface.....	47
Εικόνα 20 - Κάλυψη τεχνολογίας NB-IoT στην Ελλάδα.....	49
Εικόνα 21 - Αρχιτεκτονική IoT.....	51
Εικόνα 22 Αρχιτεκτονική IoT βασισμένη σε κόμβους (A. Gupta, Smart Car Parking Management System Using IoT. Sciend, 2017).....	52
Εικόνα 23 - Σύγκριση τεχνολογιών NB-IoT & LoRa.....	54
Εικόνα 24 - Πλακέτα Arduino Uno.....	58
Εικόνα 25 - Πλακέτα SIM808.....	59

Εικόνα 26 - Συνδεσμολογία Κυκλώματος.....	61
Εικόνα 27 - Αρχικοποίηση GSM SIM808 AT Commands.....	62
Εικόνα 28 - Κώδικας αρχικοποίησης GSM με την βοήθεια AT Commands.....	62
Εικόνα 29 - Αρχικοποίηση πάροχου .....	63
Εικόνα 30 - Αρχικοποίηση πρωτοκόλλου TCP.....	63
Εικόνα 31 - Έναρξη επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο.....	63
Εικόνα 32 - Αποστολή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο .....	63
Εικόνα 33 - API KEY απο την πλατφόρμα ThingSpeak .....	64
Εικόνα 34 - Κατάσταση εισόδου-εξόδου ανάλογα με την κατάσταση του LED.....	64
Εικόνα 35 - Κατάσταση εισόδου-εξόδου ανάλογα με την κατάσταση του LED.....	65
Εικόνα 36 - Σειριακή επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ Arduino και GSM.....	65

## **Αλφαβητικό Ευρετήριο**

IoT (Internet of things)

NFC (near field communication)

LoRa (Long Range)

LoRaWAN (LongRangeWideAreaNetwork)

LTE-M Long Term Evolution

NB-IoT (NarrowBand-Internet Of Things)

GSM (Global system of mobile)

AT Commands (Attention Commands)

LED (Light Emitting Diode)

PDA (personal digital assistant)

RFID (Radio-frequency identification)

GPRS (General Packet Radio Service)

M2M (Machine to Machine)

MEMES (micro-electro-mechanical systems)

WSNs (wireless sensor network)

DoS (denial-of-service attack)

DDOS (distributed denial-of-service attack)

GW (Gateway)

LAN (Local Area Network)

UWB (ultra wideband)

LPWAN (Low Power Wide Area Network)

PLC (programmable logic controller)

OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing)

QPSK (quadrature phase swift key)

FEC (Forward Error Correcting)

CSS (Chrip Spread Speactrum)

ED (End Device)

ADR (Adaptive Data Rate)

NS (Network Server)

AS (Application Server)

RSSI (Received signal strength Indicator)

ISM (International Safety Management)

BPSK (*Binary Phase Shift Keying*)

SCEF (Service Capability Exposure Function)

HARQ (Hybrid automatic repeated)

QoS (Quality of service)

AT Commands (Attention commands)

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αυξανόμενος αριθμός οχημάτων έχει προκαλέσει πολλά προβλήματα με οχήματα που σταθμεύουν σε ακατάλληλους χώρους, ειδικά σε χώρους στάθμευσης, γεγονός που οδηγεί σχεδόν αμέσως σε κυκλοφοριακή συμφόρηση. Για την ανακούφιση του προβλήματος συμφόρησης, αυτή η διπλωματική εργασία προτείνει ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης στάθμευσης για να βοηθήσει τους χρήστες να βρουν αυτόματα δωρεάν θέσεις στάθμευσης. Ο έξυπνος χώρος στάθμευσης περιλαμβάνει τη χρήση αισθητήρων υπερήχων, μονάδων Wi-Fi και υπηρεσιών νέφους (Cloud). Η νέα προτεινόμενη πλατφόρμα στάθμευσης βασίζεται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, επιτρέποντας τη σύνδεση, την ανάλυση και την αυτοματοποίηση των δεδομένων που συλλέγονται από τον εξοπλισμό και την εκτέλεση έξυπνου χώρου στάθμευσης. Ο έξυπνος χώρος στάθμευσης επιτρέπει στα οχήματα να παραμένουν, να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα παρέχει βελτιστοποίηση της χρήσης χώρου στάθμευσης. Σήμερα, μπορούμε να βρούμε πολλές έξυπνες εγκαταστάσεις στάθμευσης στις περισσότερες μεγάλες πόλεις. Οι ιδιοκτήτες αυτοκινήτων και οι πάροχοι υπηρεσιών στάθμευσης επωφελούνται από έξυπνες υπηρεσίες στάθμευσης με πολλούς τρόπους. Η διαθεσιμότητα του χώρου μπορεί να καθοριστεί πριν από την είσοδο στο χώρο στάθμευσης. Αυτός ο τύπος συστήματος μειώνει σημαντικά την κυκλοφορία και την ατμοσφαιρική ρύπανση, ελαχιστοποιώντας το χρόνο που απαιτείται για τον εντοπισμό κενών θέσεων. Μείωση κλοπής των οχημάτων. Η ζήτηση για προσωπικό έλεγχο της κυκλοφορίας έχει μειωθεί. Ο πάροχος στάθμευσης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα συστήματος για να διορθώσει τυχόν σφάλματα που ενδέχεται να προκύψουν. Το έξυπνο σύστημα στάθμευσης μπορεί να χωριστεί στα ακόλουθα πέντε συστήματα (M.Y.I. Idris, 2014).

A. Σύστημα πληροφοριών καθοδήγησης στάθμευσης: Παρέχονται πληροφορίες στάθμευσης διαθέσιμες σε πολλές μεγάλες πόλεις. Στην είσοδο, οι ανιχνευτές οχημάτων είναι εγκατεστημένοι για να συλλέγουν και να υπολογίζουν την ποσότητα κατειλημμένου και διαθέσιμου χώρου. Ανιχνευτές υπέρυθρων, υπερήχων και μικροκυμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό. Παρέχονται πληροφορίες σε διάφορα σημεία, έτσι ώστε ο οδηγός να μπορεί να λαμβάνει καλύτερες αποφάσεις. Αυτές οι πληροφορίες είναι είτε "κενές" είτε "πλήρεις", ή ο αριθμός των διαθέσιμων τοποθεσιών ή η ακριβής τοποθεσία του διαθέσιμου χώρου.

B. Σύστημα πληροφοριών κυκλοφορίας: Παρέχονται πληροφορίες στάθμευσης και δρομολόγια δημόσιων συγκοινωνιών. Ο κύριος σκοπός του συστήματος είναι να ενθαρρύνει τους ταξιδιώτες να σταθμεύουν τα οχήματά τους και να χρησιμοποιούν λεωφορεία ή τρένα για τη μεταφορά τους. Αυτό με τη σειρά του θα μειώσει την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τη ρύπανση και την κατανάλωση καυσίμων. Αυτά τα μηνύματα θα εμφανίζονται στη συνέχεια σε πίνακες μεταβλητών μηνυμάτων κατά μήκος της εθνικής οδού που οδηγεί στον έξυπνο χώρο στάθμευσης.

Γ. Έξυπνα συστήματα πληρωμών: Χρησιμοποιούνται προηγμένες τεχνολογίες για να εφαρμοστούν συστήματα πληρωμών αντί για τα συνήθη μέτρα στάθμευσης. Αυτά τα συστήματα επιτρέπουν γρήγορη και εύκολη πληρωμή. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν μεθόδους επικοινωνίας (χρεωστικές κάρτες, πιστωτικές κάρτες), μεθόδους μη επαφών (MIC Idris, 2014) και κινητές συσκευές επικοινωνίας (υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας). Το τέλος για ένα συγκεκριμένο χώρο στάθμευσης, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δεσμευμένων θέσεων στάθμευσης και



δεν απαιτούνται τυπικοί ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται στα παραπάνω συστήματα (YYY Leng, 2014).

Δ. Ηλεκτρονικός χώρος στάθμευσης: Χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνολογίες για την ενοποίηση και απλοποίηση συστημάτων στάθμευσης και πληρωμής. Με αυτό το σύστημα, ο οδηγός μπορεί να ενημερωθεί για τη διαθεσιμότητα, να κάνει κράτηση για στάθμευση σε έναν συγκεκριμένο προορισμό και να πληρώσει εν κινήσει (YYY Leng, 2014). Η πρόσβαση στο σύστημα γίνεται μέσω κινητού τηλεφώνου, PDA και Διαδικτύου. Ακόμη και απαιτούνται τακτικές επιθεωρήσεις για τον εντοπισμό κοντινών οχημάτων. Ωστόσο, το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να αναγνωρίζει τους πελάτες κράτησης και να τους επιτρέπει να έχουν πρόσβαση σε μία τοποθεσία. Η διαδικασία στάθμευσης ενδέχεται να χρησιμοποιεί πρόσβαση στον κωδικό πρόσβασης επαλήθευσης που λαμβάνεται από το κινητό τηλέφωνο του πελάτη.

Ε. Αυτόματος χώρος στάθμευσης: Ένα ελεγχόμενο από υπολογιστή μηχανικό σύστημα που επιτρέπει στους πελάτες να οδηγούν τα αυτοκίνητά τους σε έναν από τους δωρεάν χώρους στάθμευσης, να κλειδώνουν τα αυτοκίνητά τους και να ενεργοποιούν τον υπόλοιπο υπολογιστή (MII, 2014). Οι πελάτες χρησιμοποιούν κωδικούς πρόσβασης για να βρουν το αυτοκίνητό τους. Τότε τους επιτρέπει να επιστρέψουν το αυτοκίνητό τους. Ο αυτόματος χώρος στάθμευσης σας επιτρέπει να χρησιμοποιείτε αποτελεσματικά ακριβή και περιορισμένο χώρο στάθμευσης. Πολλοί αισθητήρες οχημάτων είναι εγκατεστημένοι σε αυτό το σύστημα. Έξυπνο σύστημα στάθμευσης Με βάση την παραπάνω ταξινόμηση, ένας χώρος στάθμευσης μπορεί να χρησιμοποιήσει έναν ή καλύτερο συνδυασμό εξυπηρέτησης πελατών των παραπάνω συστημάτων. Το σύστημα προσδιορίζει την κυριότητα μιας συγκεκριμένης περιοχής και εμφανίζει πληροφορίες τοποθεσίας στους πελάτες μέσω πινάκων μηνυμάτων για κινητά.

## **Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με την υλοποίηση κατασκευής Smart Parking και έναν νέο τρόπο υλοποίησης μετάδοσης δεδομένων ο οποίος ακούει στο όνομα NarrowBand-Internet of Things (NB-IoT) 5G. Με αφορμή την αυξημένη κυκλοφοριακή συμφόρηση που έχει παρατηρηθεί στις μέρες μας κρίνεται απαραίτητα αναγκαία η υλοποίηση κατασκευής και σχεδιασμού ενός ευφυούς συστήματος χώρου στάθμευσης.

## **Σκοπός και στόχοι**

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η υλοποίηση αλλά και ο σχεδιασμός ενός ευφυούς συστήματος χώρου στάθμευσης χρησιμοποιώντας τις τελευταίες και σύγχρονες τεχνολογίες που βασίζονται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet Of Things - IoT), όπου ακούνε στο όνομα NarrowBand – Internet Of Things (NB-IoT). Πρόκειται για μια τεχνολογία ραδιοεπικοινωνίας με κανάλι στενής ζώνης. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα τα οποία αποστέλλονται μέσω αυτού του καναλιού δεν υπερβαίνουν το εύρος ζώνης συνοχής του καναλιού, δηλαδή οι πληροφορίες και τα δεδομένα τα οποία θα αποστέλλονται θα είναι πάντα μικρότερα από το εύρος ζώνης του καναλιού. Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας στις αστικές περιοχές. Λαμβάνοντας υπόψιν τον ολοένα αυξανόμενο αριθμό των οχημάτων και την ανάγκη των ανθρώπων για εύρεση ελεύθερου χώρου στάθμευσης, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν κάποιοι έξυπνοι χώροι στάθμευσης με σκοπό την αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας.

## **Μεθοδολογία**

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία χωρίστηκε σε δύο βασικά μέρη.

Κατά την έναρξη του 1<sup>ου</sup> μέρους της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν έρευνες για το θεωρητικό υπόβαθρο του Διαδικτύου των Πραγμάτων αλλά και για τα ασύρματα πρότυπα τηλεπικοινωνιών. Αναγνωρίστηκαν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εφαρμογή ενός ευφυούς συστήματος και έπειτα αναλύθηκαν μακροσκελώς όλες οι δυνατότητες του, τόσο σε θεωρητικό όσο και πρακτικό επίπεδο. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν μελέτες για όλα τα ασύρματα τηλεπικοινωνιακά πρότυπα ασύρματων ζεύξεων και στην συνέχεια επιλέχθηκαν συγκεκριμένα πρωτόκολλα επικοινωνίας για την υλοποίηση της κατασκευής. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν μελέτες για εφαρμογές όπως Smart Parking με την χρήση τεχνολογίας IoT, και εξάχθηκαν συμπεράσματα και αποτελέσματα σχετικά με τον αντίκτυπο που έχουν στην καθημερινότητα μας.

Στην συνέχεια, κατά την έναρξη του 2<sup>ου</sup> μέρους της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκαν έρευνες και σχετικές μελέτες που αφορούσαν την υλοποίηση και διαχείριση κατασκευής ευφυούς συστήματος Smart Parking. Για να καταλήξουμε στην ιδανική πλατφόρμα συλλογής και διαχείρισης δεδομένων ήταν αναγκαία η σύγκριση διαφόρων από αυτών μεταξύ τους. Έπειτα, αξιολογήσαμε και συγκρίναμε τις τεχνολογίες που αποτελούνται από το IoT όπως Long Range (LoRa) και (NB-IoT) κ.α. μεταξύ τους και καταλήξαμε στην ιδανική επιλογή για την υλοποίηση και ανάπτυξη του συστήματός μας. Επιπλέον, ήταν απαραίτητη η αγορά κάρτας SIM από πάροχο κινητής τηλεφωνίας καθώς θα γινόταν χρήση ενός Global System for Mobile Communications (GSM) module για την λειτουργία του 5G δικτύου. Στην συνέχεια, έγινε αγορά ορισμένων εξαρτημάτων για την υλοποίηση

της κατασκευής όπως, αναπτυξιακή πλακέτα, πλακέτα GSM καθώς και διάφοροι αισθητήρες που κρίνονταν αναγκαίοι για την αναγνώριση μεταβολής δεδομένων στο περιβάλλον. Τέλος χρειάστηκε μια ορθή έρευνα και μελέτη για την επιλογή της ιδανικής πλατφόρμας συλλογής, διαχείρισης, επεξεργασίας και απεικόνιση των δεδομένων.

## **Καινοτομία**

Η Καινοτομία της διπλωματικής εργασίας είναι η τεχνολογία η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τον σχεδιασμό αλλά και την υλοποίηση του χώρου στάθμευσης. Το NB-IoT σε συνδυασμό με το 5G είναι η πιο σύγχρονη και βέλτιστη επιλογή για την υλοποίηση αυτής της κατασκευής.

## **Δομή Εργασίας**

- Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται το έναυσμα ο στόχος αλλά και οι κύριες πτυχές της διπλωματικής εργασίας.
- Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Έπειτα, περιγράφονται μερικά από τα πιο διαδεδομένα συστήματα του IoT. Στην συνέχεια, γίνεται μια ανασκόπηση στα στοιχεία του IoT, καθώς και διάφορες εφαρμογές τους στην πράξη. Επιπλέον αναλύονται τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα του IoT καθώς και η αρχιτεκτονική του.
- Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφονται διάφορες τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων, εν συνεχεία γίνεται μια εισαγωγή στις τεχνολογίες Low Power Wide Area Network (LPWAN). Έπειτα αναλύονται σε επιμέρους κομμάτια οι τεχνολογίες LPWAN, όπως ενσύρματα και ασύρματα πρότυπα.
- Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται εφαρμογές Smart Parking. Έπειτα, γίνεται εισαγωγή σε σύστημα Smart Parking με την χρήση IoT. Στην συνέχεια, αναλύεται διεξοδικά ο σχεδιασμός ενός τέτοιου συστήματος. Τέλος, παρουσιάζονται διάφορες προκλήσεις που μπορεί να αντιμετωπίσει ένα τέτοιο σύστημα.
- Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται σύγκριση ανάμεσα σε τεχνολογία NB-IoT και LoRa, με σκοπό την αξιολόγηση και την ορθή επιλογή της τεχνολογίας που θα χρησιμοποιηθεί στο ευφύες μας σύστημα. Τέλος αναφέρονται κάποια από τα παραδείγματα των τεχνολογιών αυτών.
- Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται η αξιοποίηση της τεχνολογίας NB-IoT από τηλεπικοινωνιακούς παρόχους στην Ελλάδα.
- Στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύεται εις βάθος η υλοποίηση της κατασκευής. Αναφέρονται τα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν, τα χαρακτηριστικά του καθενός από αυτά, τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν καθώς γίνεται και μια μικρή αναφορά στην πλατφόρμα συλλογής δεδομένων, επεξεργασίας και απεικόνισης αλλά και στον κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση και ανάπτυξη της κατασκευής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Περιγραφή διπλωματικής εργασίας

### 1.1 Το Έναυσμα της διπλωματικής

Στατιστικά ιθύνοντες για το ποσοστό του 25% της αυξημένης κίνησης στους δρόμους είναι οι ίδιοι οι οδηγοί όπου ψάχνουν για κάποιο χώρο στάθμευσης. Η δημιουργία νέων χώρων στάθμευσης έχει γίνει πλέον σαφές πως δεν επαρκεί για το αντίστοιχο ποσοστό των μηχανοκίνητων οχημάτων που υπάρχουν ξεχωριστά στις πόλεις, άρα δεν μπορεί να αποδοθεί λύση στο πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Αντίθετα το τελευταίο χρονικό διάστημα από την έναρξη του διαδικτύου των πραγμάτων παρατηρείται μια νέα τάση που έρχεται να δώσει λύση στο παραπάνω πρόβλημα. Τα έξυπνα συστήματα στάθμευσης κάνουν χρήση με μια νέα προσέγγιση όπου στοχεύουν ακριβώς στην παροχή νέων χώρων στάθμευσης για τους οδηγούς και διαχειρίζονται καλύτερα την ζήτηση αυτών.

Οι έξυπνοι χώροι στάθμευσης κάνουνε χρήση των προηγμένων τεχνολογιών, εκμεταλλεύονται πλήρως τις τεχνολογίες που τους παρέχει πλέον το διαδίκτυο των πράγματος με αποτελεσματικότητα. Η παρακολούθηση αλλά και η διαχείριση των χώρων στάθμευσης απομακρυσμένα έρχεται να δώσει την λύση. Ορισμένες τεχνολογίες παρέχουν τη βάση για έξυπνες λύσεις σταθμών, όπως δεδομένα αισθητήρων, ασύρματες επικοινωνίες και ανάλυση δεδομένων.

Η συγκεκριμένη λύση που βασίζεται στους έξυπνους χώρους στάθμευσης έγινε παράδειγμα για άλλους τομείς αλλά έδωσε και την δυνατότητα για την έναρξη της καινοτομίας και ανάπτυξης σε κλάδους όπως εφαρμογές για κινητά προηγμένης τεχνολογίας για εξυπηρέτηση πελατών, απομακρυσμένες πληρωμές και διαδικασίες παράδοσης αυτοκινήτου. Η έννοια ενός έξυπνου χώρου στάθμευσης είναι η δυνατότητα πρόσβασης, συλλογής, ανάλυσης, δημοσίευσης και εφαρμογής πρακτικών στο χώρο στάθμευσης.

Έναυσμα χρήσης Έξυπνης Ελεγχόμενης στάθμευσης:

1. Καλύτερος χώρος στάθμευσης: Οι οδηγοί έχουν την δυνατότητα εύρεσης χώρου στάθμευσης, εξοικονομώντας χρήμα και χρόνο. Ο σταθμός δημιουργήθηκε αποτελεσματικά και ο διαθέσιμος χώρος χρησιμοποιήθηκε από βιομηχανικές εταιρείες και εταιρείες σχεδιασμού.

2. Μείωση κυκλοφορίας: Η κυκλοφοριακή συμφόρηση μειώνεται καθώς λιγότερα μηχανοκίνητα οχήματα υπάρχουν στον δρόμο για αρκετό χρονικό διάστημα αναζητώντας χώρο στάθμευσης.

3. Μειωμένη ρύπανση: Οι προσαρμοσμένες λύσεις στάθμευσης μειώνουν σημαντικά το χρόνο οδήγησης, μειώνοντας έτσι τις καθημερινές εκπομπές οχημάτων και τελικά μειώνοντας την παγκόσμια κυκλοφοριακή συμφόρηση.

4. Νέες πηγές εισοδήματος: Νέες πηγές εσόδων χάρη στη σύγχρονη τεχνολογία στάθμευσης. Για παράδειγμα, οι ιδιοκτήτες σύγχρονων χώρων στάθμευσης μπορούν να ενεργοποιήσουν τις βήμα προς βήμα επιλογές πληρωμής, ανάλογα με το χώρο στάθμευσης.

5. Αύξηση ασφάλειας: Οι εργαζόμενοι και οι φύλακες ασφαλείας περιέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο που μπορούν να βοηθήσουν στην αποφυγή παραβιάσεων στάθμευσης και ύποπτης δραστηριότητας. Οι εγγεγραμμένες από το κράτος κάμερες μπορούν να συλλέξουν σχετικό υλικό,

έτσι ώστε σε περίπτωση κλοπής, το όχημα να μπορεί να βρεθεί αμέσως. Επιπλέον, η μείωση της κυκλοφοριακής αναζήτησης για χώρους στάθμευσης μπορεί να ελαχιστοποιήσει τυχόν τα ατυχήματα που προκαλούνται από περιττές αποστάσεις που πρέπει να ταξιδέψουν οι οδηγοί μέχρι να βρουν λίγο ελεύθερο χώρο στάθμευσης.

6. Πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και τάσεις χρηστών: Με την πάροδο του χρόνου, οι έξυπνες λύσεις στάθμευσης μπορούν να δημιουργήσουν πληροφορίες που δείχνουν τις αλληλεπιδράσεις και τις τάσεις των χρηστών. Αυτά τα δεδομένα που συλλέγονται από τους οδηγούς μπορούν να επιφέρουν λύσεις σε προβλήματα που μπορεί να έχει ένας έξυπνος χώρος στάθμευσης αλλά και να βελτιώσει σημαντικά την δομή του.

## 1.2 Στόχος της διπλωματικής εργασίας

Ο πληθυσμός των πόλεων αυξάνεται όλο ένα και περισσότερο με γρήγορους ρυθμούς. Η αύξηση του πληθυσμού επιφέρει μεγάλο αρνητικό αντίκτυπο ως προς στην ποιότητα ζωής στις πόλεις. Προφανές είναι η αυξημένη κυκλοφοριακή συμφόρηση, έχει γίνει ένα ανυπέρβλητο πρόβλημα και προκαλεί σοβαρά προβλήματα. Κοινά παραδείγματα είναι η απελευθέρωση οχημάτων που αυξάνουν τον κίνδυνο υψηλών επιπέδων εκπομπών ρύπων και που συχνά οδηγούν τους οδηγούς να οδηγούν σε στενούς, πολυσύχναστους δρόμους. χώρος. Για την επίλυση του προβλήματος στάθμευσης, έχουν αναπτυχθεί πολλές σύγχρονες τεχνολογίες για τον εξοπλισμό χώρων στάθμευσης με σύγχρονο εξοπλισμό έτσι ώστε να βοηθήσουν τους κατόχους των οχημάτων να βρουν δωρεάν χώρο στάθμευσης σε μικρή απόσταση από αυτούς. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες κάνουν χρήση ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και τεχνολογίας Internet of Things (IoT). Ο σκοπός αυτής διπλωματικής είναι να σχεδιαστούν και να αναπτυχθούν έξυπνα συστήματα στάθμευσης χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες που βασίζονται σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.

## 1.3 Κύριες πτυχές διπλωματικής

1. Ραδιοσυχνότητες (RFID): Οι συγκεκριμένες κάρτες χρησιμοποιούνται με σκοπό την είσοδο του οχήματος στο χώρο. Το κάθε ένα από αυτά θα έχει μια κάρτα ραδιοσυχνότητας για την είσοδο του. Ένας αισθητήρας ο οποίος θα λαμβάνει και θα στέλνει δεδομένα θα εγκατασταθεί στην είσοδο του χώρου στάθμευσης έτσι ώστε να επιτρέπει αλλά και να ελέγχει ποιος οδηγός έχει δικαίωμα εισόδου στον χώρο παραμονής. Η βασική χρησιμότητα των καρτών ραδιοσυχνότητας της τεχνολογίας (RFID) θα εφαρμόζεται έτσι ώστε να επιτρέπει την πρόσβαση αλλά και την κυκλοφορία στους οδηγούς μέσα στον χώρο. Επίσης αυτή η τεχνολογία δεν θα παρέχει την ατομική κράτηση θέσης στάθμευσης εντός του χώρου, ο οδηγός θα γνωρίζει από μια ένδειξη εάν υπάρχει ελεύθερος χώρος είτε στην εφαρμογή που θα υπάρχει στο κινητό του είτε στην ηλεκτρονική πινακίδα εισόδου που θα αναγράφεται ο συνολικός αριθμός θέσεων και ο αριθμός ελεύθερων θέσεων.

2. Ραντάρ μικροκυμάτων: Ραντάρ μικροκυμάτων μεταδίδει δέσμη μικροκυμάτων, σύμφωνα με το εκπεμπόμενο σήμα υπολογίζεται η ταχύτητα του κινούμενου στόχου. Πάραυτα, η ανίχνευση των σταθερών αντικειμένων δεν είναι δυνατή. Τα ραντάρ τοποθετούνται κάτω από επιφάνειες για ανίχνευση και είναι ικανά για χρήση είτε σε κλειστούς είτε σε ανοιχτούς χώρους στάθμευσης. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες ραντάρ χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση κίνησης στον χώρο αλλά και την δέσμευση για κάθε ένα σημείο ξεχωριστά εντός του χώρου.

3. General Packet Radio Service (GPRS): Το γενικό πακέτο ραδιοσυστήματος (GPRS) είναι το πιο γνωστό κυψελοειδές σύστημα δεύτερης γενιάς που παρέχει υπηρεσίες δεδομένων υψηλής ταχύτητας. Το GPRS είναι επίσης γνωστό ως 2.5 γενιά κινητών και τηλεπικοινωνιών και είναι ενισχυμένη έκδοση του δικτύου GSM 2G. Το GPRS εφαρμόζει την έννοια της μεταγωγής πακέτων για να επιτρέπει την αποστολή και λήψη των υπηρεσιών δεδομένων σε ολόκληρο το δίκτυο, ενώ χρησιμοποιείται η εναλλαγή κυκλωμάτων GSM. Ωστόσο, περισσότερες τεχνολογίες και γενιές έχουν εξελιχθεί μετά το GPRS. Το GPRS χρησιμοποιεί επίσης πιο πρόσφατα προγράμματα για την ομαδοποίηση χρονικών ορίων και την κωδικοποίηση καναλιών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Διαδίκτυο των Πραγμάτων**

### **2.1 Εισαγωγή στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων**

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει εισχωρήσει στις ζωές των ανθρώπων , έχει συμβάλει στην ανάπτυξη της επιστήμης, της εκπαίδευσης των επιχειρήσεων, αλλά και στην επικοινωνία μεταξύ ανθρώπινης λογικής και ψηφιακής λογικής. Είναι ξεκάθαρο ότι πρόκειται για μια από τις μεγαλύτερες και πιο ένδοξες τεχνολογίες. Με το IoT, διάφοροι αισθητήρες αλλά και φυσικά αντικείμενα που έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο μπορούν να αναγνωρίσουν τον εαυτό τους και να αποκτήσουν συμπεριφορά νοημοσύνης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μετάδοση και παράλληλα την συλλογή δεδομένων από ένα περιβάλλον που έχουν τοποθετηθεί. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να ανακτηθούν από δεδομένα που συλλέγονται από άλλους αισθητήρες ή να προστεθούν σε άλλες υπηρεσίες. Το IoT δημιουργεί νέες εφαρμογές όπως το Smart Car και το Smart Parking για να παρέχει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, όπως προειδοποίηση, ασφάλεια, εξοικονόμηση ενέργειας, αυτοματοποίηση, επικοινωνία, υπολογιστής και ψυχαγωγία. Για μελλοντικές υπηρεσίες αποθήκευσης και επικοινωνίας είναι ευρέως διαδεδομένες και ευρέως διαδεδομένες: άτομα, μηχανήματα, έξυπνες συσκευές, ασύρματος χώρος ή πλατφόρμες που συνδέονται με ασύρματα ή ασύρματα αισθητήρια, οι συσκευές M2M (μηχάνημα) συνδέονται με μηχανή, οι ετικέτες RFID είναι συχνά πολύ συγκεντρωτικές. Η γλώσσα επικοινωνίας στο IoT βασίζεται σε πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά περιβάλλοντα και πλατφόρμες. Η ορολογία που θα μπορούσε να δοθεί είναι η συνδεσιμότητα όλων των αντικειμένων μεταξύ τους όπου διαδραματίζονται με την σύνδεση στο διαδίκτυο δημιουργώντας ένα έξυπνο περιβάλλον. Η εξέλιξη της πληροφορικής θα είναι εκτός του πεδίου εφαρμογής της κλασικής επιφάνειας και στην συγκεκριμένη περίπτωση του Διαδικτύου των πραγμάτων, πολλά φυσικά πράγματα γύρω μας θα συνδεθούν με τον έναν ή με τον άλλο τρόπο.

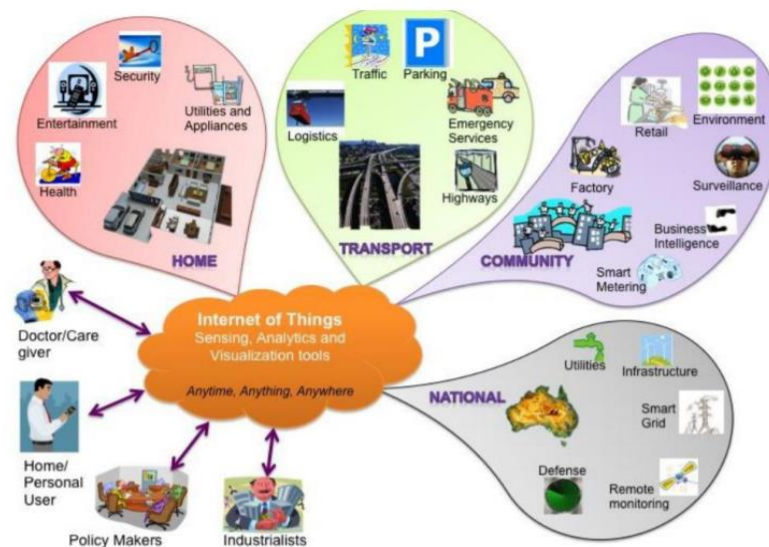
Καθώς τα συστήματα πληροφόρησης και επικοινωνίας συνδέονται αόρατα στο περιβάλλον μας, η τεχνολογία RFID και οι αισθητήρες θα αυξηθούν σε μεγάλο βαθμό για να καλύψουν τις ανάγκες τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλου όγκου πληροφοριών όπου θα είναι απαραίτητη η αποθήκευση τους, να υποβάλλονται σε ανάλυση αλλά και σε ανάλυση και έπειτα και να προβάλλονται σε μια γνώριμη και κατανοητή μορφή. Η έξυπνη σύνδεση αντικειμένων με τα ήδη υπάρχον γνώριμα δίκτυα και ο υπολογισμός τους σε σχέση με το περιβάλλον χρησιμοποιώντας λειτουργίες δικτύου είναι αναπόσπαστο μέρος του Διαδικτύου των πραγμάτων. Με την έλευση των πρωτοκόλλων Wi-Fi και της ασύρματης πρόσβασης στο Διαδίκτυο 4G-LTE ή 5G NarrowBand, η εξέλιξη των δικτύων πληροφοριών και επικοινωνιών είναι ήδη εμφανής. Ωστόσο, το όραμα του Διαδικτύου των πραγμάτων πρέπει να υπερβαίνει τα παραδοσιακά και κλασικά σενάρια, και πιο συγκεκριμένα, η εξέλιξη της σύνδεσης καθημερινών αντικειμένων στο περιβάλλον με την ενσωμάτωση πληροφοριών σε αυτά είναι ένα βήμα προς το Διαδίκτυο των πραγμάτων. Για να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία από τον χρήστη, το Διαδίκτυο των πραγμάτων απαιτεί τα ακόλουθα (Benioff, 2015).

- Μια γενική γνώση και κατανόηση των φυσικών προσώπων που θα χρησιμοποιούνε το λειτουργικό και τις διάφορες συσκευές τους.

- Εφαρμογές και εκτεταμένα δίκτυα επικοινωνίας για την ανάλυση και επεξεργασία πληροφοριών στο σωστό μέρος.
- Τα σημαντικότερα εργαλεία ανάλυσης Διαδικτύου στοχεύουν στον αυτοματισμό και την έξυπνη συμπεριφορά.

Με αυτούς τους τρεις βασικούς νόμους, μπορούν να επιτευχθούν έξυπνοι υπολογισμοί με βάση το περιεχόμενο. Μια ριζική νέα εξέλιξη του Διαδικτύου των πραγμάτων είναι ένα δίκτυο το οποίο διασυνδέεται με διάφορα αντικείμενα όπου συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον και τις μοιράζονται μεταξύ τους τις αποθηκεύουν αλλά και τις αναλύουν, αυτό αλληλοεπιδρά με την σειρά του και στο φυσικό περιβάλλον.

Το φουτουριστικό δίκτυο θα φέρει μια νέα επανάσταση, μια νέα κατεύθυνση, καθώς θα φέρει την πλήρη αλληλεπίδραση των χρηστών σε μια πρωτοφανή κλίμακα και ρυθμό. Μια επαναστατική τάση θα είναι η επικοινωνία ανάμεσα στα φυσικά αντικείμενα για τη δημιουργία ενός συνολικού ευφυούς συστήματος. Μόνο την τελευταία δεκαετία ο αριθμός των συνδεδεμένων φυσικών συσκευών στον πλανήτη υπερέβη τον πραγματικό αθροιστικό πληθυσμό των ατόμων. Το διάγραμμα διεπαφής αντικειμένου φαίνεται παρακάτω, όπου τα πεδία που εφαρμόζονται επιλέγονται ανάλογα με το μέγεθος των επιδράσεων και των παραγόμενων δεδομένων. Ειδικότερα τα άτομα που χρησιμοποιούν τις εφαρμογές μετακινούνται από μεμονωμένους οργανισμούς σε εθνικό επίπεδο όπου αντιμετωπίζουν ένα ευρύτερο φάσμα θεμάτων. Αυτό το άρθρο παρουσιάζει τις τρέχουσες τάσεις στην έρευνα διαδικτύου που βασίζεται σε εφαρμογές και την ανάγκη προσέγγισης μεταξύ διαφορετικών διεπιστημονικών τεχνολογιών. Συγκεκριμένα, το Things δίνει έμφαση σε μια επισκόπηση του Διαδικτύου και των τεχνολογιών που θα είναι διαθέσιμες μέσω αυτού και των εφαρμογών στον τομέα της αλληλεπίδρασης (Yu Liu, 2015).



Εικόνα 1 - Τελικοί χρήστες & τομείς εφαρμογών.



## 2.2 Εξαιρετικά διαδεδομένα συστήματα

Η θεμιτή προσπάθεια των επιστημόνων να φτιάξουν μια επαφή μεταξύ ανθρώπων εν μέσω της τεχνολογίας την δεκαετία του 1980 καθοδήγησε στη μαζική διασπορά των υπολογιστών και ένας από τους σημαντικότερους στόχους της ήταν να ενσωματώσει την τεχνολογία στην καθημερινή ζωή. Μπαίνουμε σε μια εποχή γρηγορότερα από εμάς, βρισκόμαστε σε μια εποχή μετά τον υπολογιστή όπου τα smartphone και διάφορες άλλες κινητές συσκευές μεταβάλλουν ολόκληρη την συμπεριφορά του περιβάλλοντος καθιστώντας το όχι μόνο πιο ενημερωτικό αλλά και διαδραστικό. Ένας πρωτοπόρος της πανταχού παρούσα πληροφορικής (ubicom), που ακούει στο όνομα Mark Weiser καθόρισε το ευφυή περιβάλλον ως «τον πλούσιο, αόρατα συνυφασμένο φυσικό κόσμο με αισθητήρες, ενεργοποιητές, οθόνες και υπολογιστικά δεδομένα, ενσωματωμένα στα καθημερινά πράγματα στην καθημερινότητα μας για τα καλά (P. Saichaitanya1, 2016). Η εύρεση και δημιουργία του Διαδικτύου ήταν μια από τις σημαντικότερες στιγμές για την υλοποίηση του οράματος του uicom, το οποίο αφήνει σε μονωμένες συσκευές να έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας με οποιαδήποτε άλλη συσκευή στον κόσμο. Τα δίκτυα αποκαλύπτουν τις δυνατότητες ενός φαινομενικά άπειρου αριθμού κατανεμημένων αποθηκευτικών πόρων και πόρων πληροφορικής που συμπεριλαμβάνονται σε διαφορετικούς κατόχους. Σε αντίθεση με την ομαλή προσέγγιση του Weiser στον υπολογισμό, ο Rogers προτείνει ένα ανθρώπινο κέντρο που χρησιμοποιεί την ανθρώπινη δημιουργικότητα για να εκμεταλλευτεί το περιβάλλον και να επεκτείνει τις δυνατότητές του. Προτείνει μια συγκεκριμένη λύση για αυτόν τον τομέα (C. Vecchoila, 2015). Η πρόοδος και η σύγκλιση της τεχνολογίας μικροηλεκτρομηχανικών συστημάτων (MEMS), ασύρματων επικοινωνιών και ψηφιακών ηλεκτρονικών, έχουν τη δυνατότητα για ανίχνευση, υπολογισμό και ασύρματη επικοινωνία σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτές οι συσκευές, ακούνε στο όνομα κόμβοι. Συνδέονται μεταξύ τους με μορφή ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSNs) Χρησιμοποιούνται ευρέως σε υποδομές για παρακολούθηση περιβάλλοντος, παρακολούθηση κυκλοφορίας, λιανική πώληση κ.λπ. (T. S. Lopez., 2014). Για να επιτευχθεί ένα ολοκληρωμένο όραμα του Διαδικτύου των πραγμάτων, είναι απαραίτητο να παρέχεται ασφαλής, επεκτάσιμη και προσανατολισμένες στην αγορά υπηρεσιών πληροφοριών και αποθήκευσης. Το cloud computing είναι από τα τελευταία τα οποία έχουν εμφανιστεί. Παρουσιάζεται ένα παράδειγμα, όπου υπόσχεται να παρέχει αξιόπιστες υπηρεσίες μέσω κέντρων δεδομένων επόμενης γενιάς που βασίζονται σε εικονικές τεχνολογίες αποθήκευσης. Ο νέος συνδυασμός αισθητήρα, ενεργοποιητή και διαδικτύου είναι η βασική τεχνολογία όπου διαμορφώνεται το περιβάλλον γ Υπάρχει μια συγκεκριμένη άποψη της διαδικασίας και η λογική ακολουθεί αυτό το σύνολο περιβάλλοντος στο οποίο ορισμένα πράγματα μπορούν να ελεγχθούν. Από το WWW όπου βρίσκεται ο στατικός ιστός, πηγαίνουμε στο Web2, δηλαδή. Κοινωνικά δίκτυα στο Διαδίκτυο και στο Web 3, το οποίο είναι πανταχού παρόν δίκτυο, η ανάγκη για δεδομένα αυξάνεται όλο και περισσότερο επειδή υπάρχει ζήτηση για δεδομένα κατ' απαίτηση με συγκεκριμένα ερωτήματα (Inc., 2015). Η πλήρης χρήση του Διαδικτύου είναι η ανάπτυξη ασύρματων δομών μεγάλης κλίμακας, ανεξάρτητων από πλατφόρμες, των οποίων ο ρόλος είναι η διαχείριση δεδομένων, καθώς και η επεξεργασία τους. Το Cloud Computing έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει διάφορους πόρους που απαιτούνται για εφαρμογές μέσω του Διαδικτύου των πραγμάτων. Ανάλογα με το επίπεδο επιλογής υπηρεσίας, οι παράμετροι ποιότητας υπηρεσίας ποικίλλουν επίσης.

### 2.3 Στοιχεία IoT

Οι συγγραφείς στο (L. Atzoi, 2015), επισημάναν κάποια σημαντικά πράγματα για το διαδίκτυο, ένα από αυτά είναι πως το διαδίκτυο των πραγμάτων μπορεί να υλοποιηθεί ε τρία βασικά διαφορετικά παραδείγματα. Το πρώτο είναι το middleware όπου σχετίζεται με το διαδίκτυο, το δεύτερο είναι τα αντικείμενα που υπάρχουν στο έξυπνο περιβάλλον τα οποία ονομάζονται και ως αισθητήρες και το τρίτο είναι η γνώση σε αυτά. Το πόσο χρήσιμο είναι IoT μπορεί να φανεί σε επίπεδο υλοποίησης και εφαρμογής, όταν τα παραπάνω παραδείγματα είναι τα ίδια. Η τεχνολογία RFID καθορίζει το Internet Of Things ως ένα παγκόσμιο δίκτυο διασυνδεδεμένων φυσικών αντικειμένων και συσκευών με μία μόνο διεύθυνση, βάσει κάποιων συγκεκριμένων πρωτοκόλλων επικοινωνίας ανάλογα με το ευρωπαϊκό πακέτο έργου IoT (H. Sundmaker, 2016).

1. Οι αισθητήρες που μεταβάλλονται ανάλογα με το περιβάλλον συμμετέχουν ενεργά σε διάφορες . Οι διαδικασίες αυτές είναι η επικοινωνία μεταξύ τους, τα δεδομένα που ανταλλάσσουν, και όλες οι δυνατότητες που έχουν όπου αλληλοεπιδρούν στο φυσικό περιβάλλον. Τα έξυπνα αντικείμενα αντιδρούν αυτόματα σε διάφορες κλήσεις που καλούνται και επηρεάζουν τις ενέργειες που εκτελούν, και ξεκινούν επικοινωνία με ή χωρίς άμεση παρέμβαση.

2. Ένα έξυπνο περιβάλλον κάνει χρήση διαφόρων τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών για να καταστήσει πιο συγκεκριμένα και συνειδητοποιημένα τα κρίσιμα στοιχεία υποδομής αλλά και άλλων διαφόρων υπηρεσιών όπως υπηρεσίες διοίκησης εκπαίδευσης υγειονομικής περίθαλψης δημόσιας ασφάλειας ακόμα και ακίνητης περιουσίας. Πιο συγκεκριμένα το IoT καθιστά την άμεση διασύνδεση έξυπνων συσκευών και αισθητήρων που βοηθάνε και παρέχουν διάφορε πληροφορίες και δεδομένα σε πλατφόρμες μέσω ενός πλαισίου, φτιάχνοντας μια κοινή γραμμή και πορεία για την λειτουργία καινοτόμων εφαρμογών. Για την ανάπτυξη αυτή βοηθάει η μεγάλη κλίμακα ανίχνευσης μέσω των αισθητήρων η ανάλυση και ανταλλαγή δεδομένων αναπαριστώντας το άθροισμα αυτών των πληροφοριών σε κάποιο υπολογιστικό νέφος.

Η αναγνώριση του IoT ως μια αναδυόμενη τεχνολογία στον τομέα όχι μόνο της πληροφορικής αλλά και ευρύτερα προβλέπεται πως από 5 έως 10 χρόνια θα υπάρξει η πλήρη υιοθέτηση του από την αγορά. Διάφορα και πολλά παραδείγματα ποικίλουν ανάλογα με τον χρόνο. Μέσω της Google μετρούνται όλο ένα και πιο πολλές και μαζικές αναζήτησης με τους όρους διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things), ασυρμάτων δικτύων αισθητήρων (Wireless Sensor Networks), αυτές οι αναζητήσεις παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα που ακολουθεί. Η ανάλυση των δεδομένων που φαίνονται καταλήγουν σε συμπέρασμα πως το διαδίκτυο των πραγμάτων έχει αρχίσει και κερδίζει δημοσιότητα. Στην πραγματικότητα αυτό φαίνεται στην κοινωνική αποδοχή των διαφόρων τεχνολογιών.

## 2.4 Το Διαδίκτυο των πραγμάτων στην πράξη

Εξασφαλίζει μια ζωή πιο εύκολη ασφαλή αλλά και έξυπνη. Οι εφαρμογές ποικίλουν ανά είδος, όπως έξυπνες πόλεις, κατοικίες, μεταφορές, επικοινωνίες, διδασκαλία, εκπαίδευση και άλλα πολλά.

### A. Έξυπνες Πόλεις

Οι έξυπνες πόλεις θεωρούνται πόλεις του μέλλοντος καθώς και έξυπνης και εύκολης ζωής με έναν διαφορετικό τρόπο ζωής αλλά και ρυθμό. Με την δημιουργία τέτοιων πόλεων το διαδίκτυο των πραγμάτων έχει εισχωρήσει στην καθημερινότητα όλων και θεωρείτε ένα απαραίτητο και άτρωτο εργαλείο. Ο σχεδιασμός των έξυπνων πόλεων απαιτεί αυστηρό σχεδιασμό σε όλα τα επίπεδα καθώς και την στήριξη της κυβέρνησης αλλά και των πολιτών για να επέλθει μια μαζική συνεισφορά για την υλοποίηση της τεχνολογίας αυτής.

### B. Έξυπνο σπίτι και κτήρια

Η τεχνολογία Wi-Fi ίσως παίζει τον σημαντικότερο ρόλο του αυτοματισμού σε ένα έξυπνο σπίτι, λόγω των πολλών και διαφόρων συσκευών που υπάρχουν πλέον στο σπίτι όπως οι τηλεοράσεις (smart Tv) κινητές συσκευές και άλλες πολλές. Ένα οικιακό δίκτυο θα μπορούσε να πει κάποιος πως αποτελείται από συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο Wi-Fi και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και μεταξύ διαφόρων εφαρμογών. Για παράδειγμα, ένα οικιακό δίκτυο έχει την δυνατότητα παροχής παρακολούθησης της κατάστασης από μια συσκευή εν μέσω αυτού του διαδικτύου

Πολλές εταιρείες σκέφτονται να αναπτύξουν πλατφόρμες που ενσωματώνουν τον αυτοματισμό κτιρίων με ψυχαγωγία, παρακολούθηση υγειονομικής περίθαλψης, παρακολούθηση ενέργειας και ασύρματους αισθητήρες στο σπίτι και το κτίριο. Με τον όρο Internet Of Things, τα καταλύματά και τα κτίρια έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν έξυπνα (R. Ragunathan, 2015).

Τα Δίκτυα αισθητήρων που είναι ασύρματα (Wireless Sensitivity Networks) είναι ενσωματωμένα στην τεχνολογία IoT θα παρέχουν έξυπνη διαχείριση ενέργειας σε κτίρια, εκτός από απτά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Το Διαδίκτυο, μαζί με συστήματα διαχείρισης ισχύος, παρέχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και συστήματα ελέγχου ισχύος από κτίρια οπουδήποτε στον κόσμο από φορητό υπολογιστή ή smartphone (Fraga-Lamas, 2016).

### Γ. Δίκτυο και έξυπνη ενέργεια

Το ευφυή πλέγμα αφορά πληροφορίες και έλεγχο. Σχεδιασμένο για την βέλτιστη ευφυή διαχείριση ενέργειας. Το ευφυή δίκτυο που περιέχει την τεχνολογία δεδομένων και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας θα δώσει την δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας ανάμεσα σε 22 προμηθευτές και καταναλωτές, φτιάχνοντας μια μεγαλύτερη σε δύναμη αλληλεπίδραση στη ροή ενέργειας, η οποία θα βοηθήσει στην επίτευξη πιο αποδοτικής και βιώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας. Προμήθεια. (Jaegers, 2017). Βασικά στοιχεία όπως οι πληροφορίες που λαμβάνονται και η σύνδεση μεταξύ των αισθητήρων περιλαμβάνουν τεχνολογίες για την ανίχνευση και παρακολούθηση της ροής ισχύος της ψηφιακής επικοινωνίας και της μετάδοσης δεδομένων μέσω του δικτύου, διάφορα σήματα οθόνης και δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας κ.λπ.

Το υπάρχον μπορεί να αντέξει τις συνηθισμένες μεταβολές της ηλεκτρικής ενέργειας και να κάνει ένα βήμα ως προς την χρήση ενός ενεργειακού συστήματος χαμηλών εκπομπών άνθρακα που

επιτρέπει την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πράσινων τεχνολογιών και προσφέρει πολλά οφέλη (C. Vecchoila, 2015).

#### Δ. Έξυπνη Υγεία

Νοσοκομείο εσωτερικών ασθενών όπου τακτική παρακολούθηση από μια σειρά περιστάσεων που μπορούν να εκτελεστούν οι ασθενείς χρησιμοποιώντας τεχνολογίες ελέγχου IoT (Jaegers, 2017). Ευφυείς αισθητήρες Γενικές πληροφορίες για την υγεία Γενική Φυσιολογία για τη συλλογή και αποστολή ανώνυμων πληροφοριών για ανάλυση και συντήρηση εισροών και γονιμοποίηση, και στη συνέχεια με τη χρήση των πληροφοριών που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα, οι ασύρματοι γιατροί και οι επαγγελματίες υγείας εξακολουθούν να έχουν τη σημασία της τακτικής παρακολούθησης από την ελεύθερη ροή πληροφοριών.

#### Ε. Έξυπνη μεταφορά

Μια εφαρμογή για παρακολούθηση και προειδοποίηση στην πορεία είναι μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές του IoT (Benioff, 2015). Η βασική φιλοσοφία της έξυπνης μεταφοράς και της κινητικότητας είναι μια εφαρμογή που συλλέγει και βρίσκει διαφορετικές πηγές. Η έξυπνη μεταφορά ασχολείται με τρεις κύριες έννοιες: λεπτομερή μεταφορά, έλεγχο οχημάτων και σύνδεση οχήματος, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 2 - Αντιλήψεις έξυπνων μεταφορών.

### ΣΤ. Έξυπνη κατασκευή και εργοστάσιο

Το ευφυή εργοστάσιο έχει προσθέσει νέες ιδέες και ιδανικά στην κατασκευαστική επανάσταση, περιλαμβάνοντας την τεχνητή νοημοσύνη, τη μηχανική μάθηση, τη γνωστική αυτοματοποίηση της εργασίας και την επικοινωνία M2M με τη διαδικασία παραγωγής. Ένα ευφυή εργοστάσιο θα αλλάξει για τα καλά την λογική εφευρέσεως, παραγωγής και μεταφοράς των προϊόντων. Ταυτόχρονα, η ασφάλεια των εργαζομένων και η προστασία του περιβάλλοντος θα βελτιωθούν επιτρέποντας χαμηλότερες εκπομπές και λιγότερα ατυχήματα (A. Gupta, Smart Car Parking Management System Using IoT. Sciend, 2017). Νέες τεχνολογίες όπως ο αυτοματισμός, η ρομποτική και η αυτόνομη κινητικότητα είναι ένα εργαλείο για έξυπνο κτίριο, αλλά η επικοινωνία με δυνατότητα M2M μέσω του «βιομηχανικού» IoT θα παρέχει μια πλήρη έννοια του έξυπνου εργοστασίου και του έξυπνου κτιρίου, όσον αφορά τη διαχείριση δεδομένων μεγάλου όγκου και ανατρέξτε στις αναλυτικές ικανότητες που παρέχονται από το μέγεθος και την πληθώρα δεδομένων που οδηγεί σε μια οικονομία συνδεδεμένη στο δίκτυο με τη καλύτερη απόδοση των βιομηχανικών διαδικασιών ώστε να παράγει ελάχιστο χρόνο διακοπής λειτουργίας, μειωμένο χρόνο διακοπής λειτουργίας και σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας .

Οι βιομηχανίες έχουν γίνει μια από τις πιο προηγμένες τεχνολογίες σήμερα. Η πρώτη γενιά εξέτασε μηχανικά μηχανήματα εκτός από τη ροή νερού και ενέργειας. Η βιομηχανία δεύτερης γενιάς η κύρια ασχολία της είναι η μαζική παραγωγή, οι γραμμές συναρμολόγησης και η ηλεκτρική ενέργεια. Προς το πέρας του τελευταίου αιώνα, οι βιομηχανίες λειτουργούσαν ως βιομηχανίες υπολογιστών και αυτοματοποιημένης τρίτης γενιάς (Yu Liu, 2015).

### Z. Ευφυή περιβάλλον

Ανέκαθεν έπαιζε τον σημαντικότερο ρόλο στην ανθρώπινη φύση αλλά και στην ζωή των ανθρώπων. Πολλές έρευνες έχουν γίνει για την επίλυση διαφόρων προβλημάτων όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος αλλά και τα απόβλητα. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όχι μόνο δεν συντελούν στην δημιουργία ενός υγιούς περιβάλλοντος αλλά συνεισφέρουν αρνητικά σε αυτή. Οι έξυπνες και νέες τεχνολογίες είναι αυτές που θα γλυτώσουν το περιβάλλον από τις καταστάσεις της ρύπανσης. Το έξυπνο περιβάλλον είναι μια σημαντική λύση που έρχεται μαζί με τεχνολογίες που θα βοηθήσουν στην υλοποίηση του. Υπάρχουν διάφορες εφαρμογές όπως η παρακολούθηση της ρύπανσης του νερού της ατμόσφαιρας αλλά και η μέτρηση διαφόρων ακτινοβολιών που επικρατούν στο περιβάλλον. Η ενσωμάτωση του διαδικτύου των πραγμάτων με τις έξυπνες περιαιτολογικές συσκευές είναι η λύση καθώς υπάρχει παρακολούθηση κάποιων συγκεκριμένων δεικτών μέσω αισθητήρων που βρίσκονται στο περιβάλλον.

Σε ακόμα ένα διαφορετικό επίπεδο όπου μπορεί να συνεισφέρει το IoT είναι η πρόγνωση και παρακολούθηση του καιρού. Μέσο διαφόρων αισθητήρων και κινητών οχημάτων μπορούμε να αναλύουμε αλλά και συλλέγουμε δεδομένα με μεγάλη ακρίβεια για την πρόγνωση του καιρού. Αυτά τα οχήματα και οι αισθητήρες παρακολούθησης καιρού μπορούν να στέλνουν ασύρματά διάφορες πληροφορίες σχεδόν ακαριαία στους μετεωρολογικούς σταθμούς για την ανάλυση τους.

## **2.5 Διαδίκτυο των πραγμάτων και μελλοντικές τεχνολογίες**

Νέες τεχνολογίες στον χώρο έρχονται για να ενσωματωθούν με το Internet of Things (IoT). Η ένταξη αυτών των καινούριων τεχνολογιών είναι και η απόδειξη ενσωμάτωσης των ασύρματων δικτύων

συστημάτων αλλά και των ενσύρματων συστημάτων ελέγχου επικοινωνίας όπου είναι υπεύθυνα για την διασύνδεση πολλών υποσυστημάτων και ενεργειών που λειτουργούν κάτω από μια πλατφόρμα όπου λειτουργεί και ελέγχεται έξυπνα.

#### A. Cloud Computing

Ανεξάρτητη εξέλιξη έχουν σχηματίσει οι δύο κόσμοι του Cloud αλλά και του IoT παρατηρώντας μια γρήγορη ανάπτυξη και των δύο. Δύο διαφορετικοί κόσμοι μεταξύ τους αλλά με πολλά κοινά όπου επωφελούνται ο ένας κόσμος από τον άλλον. Για παράδειγμα το IoT επωφελείται άμεσα από το υπολογιστικό νέφος καθώς αντισταθεί τους τεχνικούς περιορισμούς της όπως την επικοινωνία την επεξεργασία αλλά και την αποθήκευση. Το Cloud διαθέτει λύση για την διαχείριση και σύνθεση υπηρεσιών IoT και παράλληλα φέρνει ακόμα μια λύση στις εφαρμογές υπηρεσιών που εκμεταλλεύονται δεδομένα πληροφορίες που παράγουν. Από την άλλη πλευρά είναι φανερό πως και το Cloud επωφελείται από το IoT αναπτύσσοντας διάφορα πεδία εφαρμογών του για την λύση και την αντιμετώπιση των πραγμάτων σε πραγματικό.

Η πλατφόρμα παρέχει μια σύνδεση μεταξύ δύο επιπέδων πραγμάτων και εφαρμογών. Οι μελλοντικές εξελίξεις στη συλλογή δεδομένων, την επεξεργασία και τις εφαρμογές διαχείρισης πληροφοριών θα δημιουργήσουν νέες προκλήσεις καθώς γίνονται πιο διαφορετικές και ποικίλες. Το Cloud όπως έχουμε αναφέρει ήδη έχει κάνει την εφαρμογή του διαδικτύου των πραγμάτων ακόμα πιο εύκολη επάνω σε συλλογές δεδομένων και επεξεργασίας αυτών. Εκτός από την ταχεία εγκατάσταση διάφορων εφαρμογών και την ενσωμάτωση τους σε αυτήν έχει κρατήσει ένα αρκετά χαμηλό κόστος ανάπτυξης αλλά και σύνθεσης δεδομένων επεξεργασίας. Οι πληροφορίες που αναπτύσσει και παράγει το IoT είναι αρκετές, το Cloud καλύπτει αυτές τις ανάγκες με μια πολύ βολική και οικονομικά αποδοτική λύση.

#### B. Διαχείριση δεδομένων πληροφοριών μεγάλου όγκου (Big Data)

Ο όγκος και η ταχύτητα ανάπτυξης επέκτασης των δικτύων όλο ένα και γίνεται πιο αισθητός με βάση τον αριθμό των συσκευών και αισθητήρων που προθέτονται καθημερινά γεγονός που αλλάζει δίκτυα, υπηρεσίες και εφαρμογές επικοινωνίας πληροφοριών σε πολλούς τομείς. Μελέτες και έρευνες έχουν δείξει ότι περίπου 50 δισεκατομμύρια συσκευές θα παράγουν μεγάλες ποσότητες πληροφοριών από πολλές διαφορετικές εφαρμογές και υπηρεσίες, όπως έξυπνα δίκτυα, οικιακή υγειονομική περίθαλψη, αυτοκινητοβιομηχανία και άλλα (Collins, 2016).

Οι διάφορες λύσεις όπου αφήνουν να επιτραπεί η ενσωμάτωση δεδομένων και υπηρεσιών πραγματικού κόσμου σε υπάρχουσες τεχνολογίες δικτύου αναλύεται συχνά στο πλαίσιο του Διαδικτύου των πραγμάτων. Η συνεχόμενη αύξηση του όγκου δεδομένων στο διαδίκτυο αλλά και στον παγκόσμιο ιστό που δημιουργείται καθημερινά είναι περίπου 2,5 δισεκατομμύρια ψηφιολέξεις δεδομένων. Εκτιμάται πως το 80% των σημερινών δεδομένων έχει δημιουργηθεί τα τελευταία 3 χρόνια. Η συλλογή δεδομένων από διάφορους αισθητήρες όπου βρίσκονται στο περιβάλλον μπορούν να μας δώσουν πραγματικές πληροφορίες και δεδομένα την πραγματική χρονική στιγμή που εμείς επιθυμούμε έτσι ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα το φυσικό περιβάλλον και να δημιουργήσουμε διάφορες εφαρμογές με μεγαλύτερη αξία ποιότητας. Τα δεδομένα IoT επιτρέπουν την ενσωμάτωση δεδομένων από διαφορετικούς φυσικούς, χωρικούς και κοινωνικούς πόρους σε μηχανισμούς λήψης αποφάσεων βάσει συνθηκών κατάστασης και περιβάλλοντος και επιτρέπουν την ανάπτυξη

εφαρμογών και υπηρεσιών που μπορούν να οδηγήσουν σε έξυπνες εφαρμογές και βελτιωμένες υπηρεσίες (A. Gupta, Smart Car Parking Management System Using IoT. Sciend, 2017).

### Γ. Προστασία προσωπικών δεδομένων

Οι διάφορες εφαρμογές που ανήκουν στο διαδίκτυο των πραγμάτων έχουν πρόσβαση σε τομείς όπου εμπλέκονται σε πολλά καθεστάτα ιδιοκτησίας, αυτό έχει ως αποτέλεσμα το ήδη υπάρχον συναίσθημα φόβου περί απώλειας πληροφοριών από τους χρήστες. Η ανάγκη για ένα πλαίσιο εμπιστοσύνης απαιτεί πρόοδο και μεθοδικότητα ως ανοιχτή υποδομή που βασίζεται στην κοινότητα (PKI) αποτελεί τη βάση για αξιόπιστη διακυβέρνηση σε διάφορους τομείς. (Belissent, 2014) Τα συστήματα πληροφοριών που βασίζονται σε IoT έχουν την ποιότητα των πληροφοριών που μπορούν να μεταδοθούν για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της ασφάλειας, όπως απαιτείται. Απαιτούνται καινοτόμες μέθοδοι για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας ατόμων, συσκευών και δεδομένων για συστήματα που βασίζονται σε IO. Μια από τις τεχνικές όπου γίνεται χρήση της είναι η αυτόματη διαπραγμάτευση από ένα μέρος σε ένα άλλο μέσα από την επικοινωνία αισθητήρων και πλατφόρμας, αυτό θα μπορούσε να πει κάποιος πως Αυτό είναι το ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης για την παροχή πρόσβασης σε μια υπηρεσία ή πληροφορίες. (H. Sundmaker, 2016) Το Διαδίκτυο των πραγμάτων χρησιμοποιεί τώρα μεθόδους για τον έλεγχο της πρόσβασης για την αποφυγή παραβιάσεων δεδομένων. Τώρα το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι βασικό συστατικό του Διαδικτύου του μέλλοντος. Η βέλτιστη παροχή ασφάλειας στις υποδομές του διαδικτύου των πραγμάτων γίνεται όλο ένα και σημαντικότερη. Ευάλωτες είναι οι εφαρμογές και υπηρεσίες μεγάλου βεληνεκού σε διαταραχές από κλοπή πληροφοριών και δεδομένων. Προηγμένες λύσεις ασφάλειας είναι η απαίτηση από αρκετές χώρες έτσι ώστε να καταστήσουν ασφαλές το IoT από επιθέσεις κλοπές και άλλα διάφορα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν από την έλλειψη ασφάλειας όπως οι επιθέσεις DoS/ DDOS (Jaegers, 2017).

### Δ. Κατανεμημένος υπολογιστής

Ο συγκεκριμένος υπολογιστής χρησιμοποιεί πολλές ξεχωριστές ομάδες υπολογιστών για τον ίδιο τον εαυτό του έτσι ώστε να ενισχύσει τον υπολογιστικό στόχο. Τα προβλήματα του κατανεμημένου υπολογιστή είναι πολλά (Thompson, 2017). Το άθροισμα κατανεμημένων υπολογιστών όπου αποσκοπεί στο διαδίκτυο των πραγμάτων είναι και το όραμα του διαδικτύου. Πιο συγκεκριμένα στο όραμα αυτό το διαδίκτυο θα αναπτύσσετε και θα εκτείνεται πλέον στην καθημερινότητα μας Τα φυσικά στοιχεία δεν αποσυνδέονται πλέον από τον εικονικό κόσμο, αλλά μπορούν να ελεγχθούν από απόσταση και να λειτουργήσουν ως φυσικά σημεία πρόσβασης στις υπηρεσίες διαδικτύου.

## **2.6 Πλεονεκτήματα IoT**

Μερικά από τα προτερήματα του IoT περιγράφονται παρακάτω:

**Δεδομένα (Data):** Για μια ορθή απόφαση και εκτέλεση εντολής ο μεγαλύτερος αριθμός των δεδομένων που θα αναλυθεί είναι και ο πιο βοηθητικός καθώς όσο μεγαλύτερο αριθμό σε δεδομένα υπάρχουν τόσο πιο εύκολη και ορθή απόφαση θα παρθεί για την εκτέλεση κάποιας εντολής.

**Παρακολούθηση (Tracking):** Ο κεντρικός υπολογιστής ανάλυσης δεδομένων παρακολουθεί ανά τακτά χρονικά διαστήματα την κατάσταση της ποιότητας αλλά και το πόσο βιώσιμοι είναι η

κατάσταση των αισθητήρων ή των συσκευών στο περιβάλλον ή ακόμα πιο συγκεκριμένα στο σπίτι.

**Χρόνος και Ώρα (Time):** Οι χρόνοι παρακολούθησης των αντικειμένων-αισθητήρων που βρίσκονται στον περιβάλλον εξοικονομούνται με αρκετά μεγάλη ευκολία.

**Κόστος (Money):** Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα είναι η οικονομική πλευρά αφού υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου σε όλους τους κλάδους της καθημερινότητας μας σε πραγματικό χρόνο.

## 2.7 Ελαττώματα ΙοΤ

Μερικές από τις αδυναμίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων αναλύονται και διαχωρίζονται σε:  
**Συμβατότητα:** Έως και σήμερα, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις ως προς την παρακολούθηση και την εγκατάσταση αισθητήρων.

**Προστασία Προσωπικών δεδομένων(Privacy/Security):** Όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται και δεδομένα που ανταλλάσσονται είναι κωδικοποιημένα έτσι ώστε να μην μπορεί να τα επεξεργαστεί κάποιος τρίτος, αυτό το κομμάτι αποτελεί ένα μεγάλο ζήτημα για το ΙοΤ.

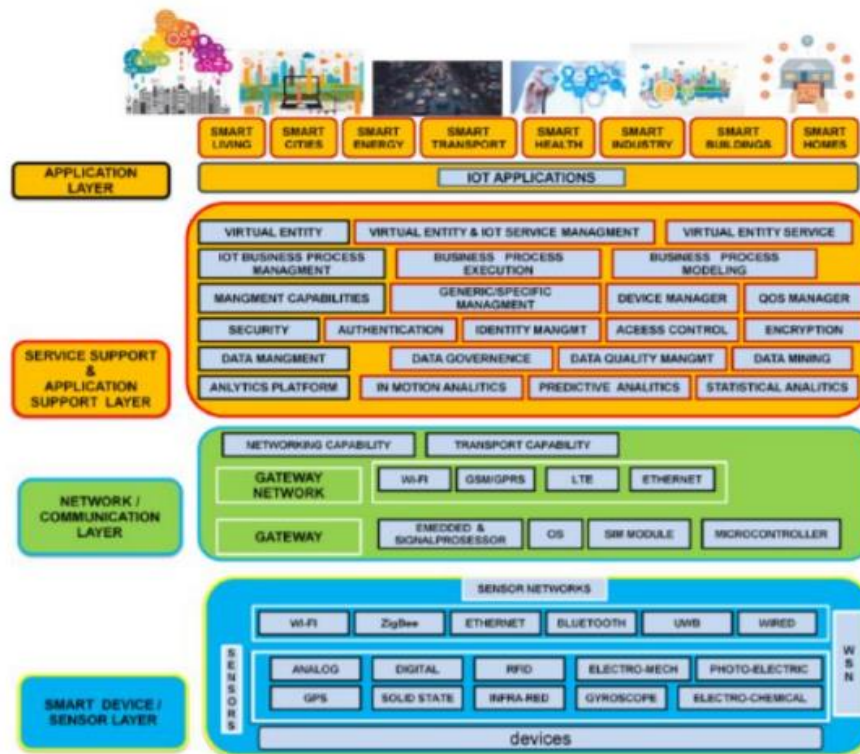
**Πολυπλοκότητα (Complexity):** Λόγο της πολυπλοκότητας των συστημάτων υπάρχουν πολλές πιθανότητες σφάλματος και αποτυχίας.

**Ασφάλεια (Safety):** Είναι υπαρκτός ο κίνδυνος παραβίασης των εκάστοτε λογισμικών με σκοπό την παραβίαση προσωπικών δεδομένων.

## 2.8 Αρχιτεκτονική ΙοΤ

Η φιλοσοφία και η δομή του ΙοΤ περιλαμβάνει τον συνδυασμό ξεχωριστών τεχνολογιών .Για να επιτευχθεί η σωστή εκτέλεση είναι απαραίτητο να αλληλοεπιδρούν συνεχόμενα μαζί τους, δηλαδή να υπάρχει μια συνεχόμενη αμφίδρομη επικοινωνία. Παρακάτω περιγράφεται η εκτέλεση διαφόρων εντολών για κάθε κλάδο ξεχωριστά.





Εικόνα 3 - Αρχιτεκτονική IoT

Κλάδος έξυπνων αισθητήρων και συσκευών (Device Layer): Στην χαμηλότερη βαθμίδα υπάρχουν τα έξυπνα αντικείμενα όπου έχουν διάφορους ενσωματωμένους αισθητήρες. Ο ρόλος των αισθητήρων αυτών είναι για την επικοινωνία του πραγματικού αλλά και του ψηφιακού κόσμου για την ενημέρωση στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή εκτέλεσης όπου επεξεργάζονται και συλλέγουν πολλές πληροφορίες διαρκώς σε πραγματικό χρόνο. Δυνατότητες όπως οι λαμβανόμενες μετρήσεις, για παράδειγμα μπορούν με μετρήσουν θερμοκρασίες ποιότητα και ποσότητα οξυγόνου ποιότητα αέρα, ταχύτητα, πίεση, ροή, κίνηση, ακόμα και ηλεκτρική ενέργεια. Η μεγαλύτερη ικανότητα του αισθητήρα είναι η μετατροπή που μπορεί να κάνει σε ένα σήμα που λαμβάνει, δηλαδή μπορεί να μετρήσει μια φυσική διαφορά σε ένα περιβάλλον όπως αναφέραμε παραπάνω και να το μετατρέψει σε σήμα το οποίο θα είναι κατανοητό και αναγνωρίσιμο από ένα όργανο.

Οι αισθητήρες διαχωρίζονται σε ομάδες ανάλογα με τον σκοπό και τον ρόλο τους, όπως για παράδειγμα είναι οι αισθητήρες σώματος, αισθητήρες οικιακής συσκευής ή οχημάτων κ.α. Σχεδόν όλοι οι αισθητήρες απαιτούν συνδεσιμότητα στις πύλες αισθητήρων. Αυτό μπορεί να έχει διάφορες μορφές όπως την μορφή ενός τοπικού δικτύου LAN ή συνδέσεις Wi-Fi, Ethernet, PAN (Personal Area Network), ZigBee, UWB (Ultra Wideband) και Bluetooth.

Υπάρχουν βέβαια και οι αισθητήρες οι οποίοι δεν απαιτούν κάποια συνδεσιμότητα ως προς τους clients, χρησιμοποιώντας ευρείας περιοχής δικτύου (WAN) για παράδειγμα όπως GSM, GPRS και LTE. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες κάνουν χρήση χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας αλλά έχουν και χαμηλό ρυθμό μεταφοράς και ανταλλαγής δεδομένων όπως και μικρό ποσοστό ανταλλαγής την φορά. Τις πιο πολλές φορές αυτοί οι αισθητήρες σχηματίζουν δίκτυα τα λεγόμενα WSNs (ασύρματα δίκτυα αισθητήρων).

Δίκτυα - Πύλες (Gateways - Networks): Με την χρήση αυτών των μικροσκοπικών αισθητήρων θα παράγονται μαγικά ο όγκος δεδομένων και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απαιτητικότητα για ισχυρή και υψηλή κάλυψη και απόδοση του δικτύου είτε ενσύρματα είτε ασύρματα ως μέσο μεταφοράς.

Network Layer (επίπεδο δικτύου): Δίνεται η δυνατότητα της άμεσης συνδεσιμότητας για την εισαγωγή και είσοδο στις τεχνολογίες αλλά και για την αποστολή και επεξεργασία πληροφοριών και δεδομένων. Η ποσότητα των πληροφοριών αλλά και δεδομένων είναι τόσο μεγάλη όπου δημιουργείται η ανάγκη για ένα ικανό δίκτυο υψηλών προδιαγραφών και αποδόσεων. Κρίνεται αναγκαία η κάλυψη και η δυνατότητα ενός αρκετά μεγαλύτερου φάσματος διαφόρων εφαρμογών και υπηρεσιών IoT. Το αποτέλεσμα που δημιουργείται απαιτεί ξεχωριστά δίκτυα με ξεχωριστές υπηρεσίες τεχνολογιών και πρωτόκολλα εισόδου μεταξύ τους όπου θα πρέπει να συνδυάζονται αλλά και να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

Υπηρεσίες διαχείρισης συγκεκριμένων επιπέδων διαχείρισης πληροφοριών και συνέχεια υπηρεσιών, διεξαγωγή αναλύσεων, παροχή πληροφοριών και διάσωση. Και παρέχει εργαλεία για αυστηρή λήψη και διαχείριση. Σημαντικές πτυχές αυτού του επιπέδου είναι μία από τις στρατηγικές εμπορικών νόμων και πρακτικών. Το IoT παρέχει άμεση αλληλεπίδραση και επικοινωνία μεταξύ όλων των τύπων αγαθών και συστημάτων παρέχοντας γεγονότα σε πραγματικό χρόνο ή προϊόντα, όπως για παράδειγμα η ταχεία θερμοκρασία, η τρέχον τοποθεσία και ο χρόνος του προϊόντος. Πολλές από τις εκτελέσεις και ρουτίνες έχουν την ανάγκη για μια ανάλυση η οποία μπορεί να είναι ένα φιλτράρισμα ή μια δρομολόγηση σε συστήματα αφού έχει γίνει η επεξεργασία τους όπως η λήψη περιοδικών αισθητήρων πληροφοριών σε αντίθεση με διαφορετικούς αισθητήρες που έχουν την ανάγκη για άμεση απάντηση στις καταστάσεις όπως για παράδειγμα η αντίδραση σε έκτακτη ανάγκη για τις συνθήκες υγείας κάποιου επιβλέπον ασθενή.

Σε αυτό τον τομέα όπου είναι η ανάλυση, χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία για την ανάλυση των σχετικών δεδομένων και πληροφοριών και μπαίνουν σε μια διαδικασία επεξεργασίας με ακαριαία και γρήγορη συχνότητα.

Application Layers (επίπεδο εφαρμογών): Οι IoT εφαρμογές υπάρχουν στο υψηλότερο επίπεδο του σχεδιαγράμματος. Οι εφαρμογές αυτές δεν είναι τίποτα παραπάνω από λογισμικά και πρωτόκολλα που εκτελούν συγκεκριμένες εντολές.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Τεχνολογίες Διαδικτύου των Πραγμάτων και LPWAN**

Διάφορες λύσεις διασύνδεσης για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελούνται αρχικά στην πρώτη κατηγορία που είναι οι ενσύρματες και ασύρματες λύσεις. Οι ασύρματες λύσεις σπάνε σε δύο κατηγορίες που είναι και οι λύσεις μεγάλης εμβέλειας και μικρής. Με την σειρά τους οι λύσεις ευρέως βεληνεκούς είναι γνωστές με τον όρο LPWAN. Αποτελούνται από δύο κατηγορίες που είναι τα πρότυπα με άδεια ή χωρίς άδεια. Στην αρχή γίνεται μια γρήγορη ανασκόπηση και ανάλυση των ενσύρματων αλλά και των ασύρματων τεχνολογιών. Έπειτα θα γίνει ανάλυση του προτύπου LPWAN τεχνολογιών και ειδικότερα των NB- IoT αλλά και LoRa λόγο σύγκρισης.

### **3.1 Ενσύρματες λύσεις**

#### **3.1.1 HomePlug**

Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι κατασκεύασμα την HomePlug Powerline Alliance και δίνει την δυνατότητα να επιτρέπεται σύνδεση ανάμεσα τους με μέσο την καλωδιακή εγκατάσταση. Το μεγαλύτερο εύρος που μπορεί να λειτουργήσει είναι τα 100 μέτρα σε συνδυασμό της μέγιστης απόδοσης όπου είναι τα 400Mbps. Στηρίζεται στο πρότυπο AES 128 Bit (Advanced Encryption Standard) όπου είναι κρυπτογραφημένο και πρόκειται για μια λύση όπου η χρήση της είναι σε εκτεταμένη ενσύρματη συνδεσιμότητα.

#### **3.1.2 G.hn**

Το G.hn όπου δημιουργήθηκε από την (ITU) Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών. Η ανάπτυξη του G.hn δεν αντικατοπτρίζεται σε μεγάλη απόδοση υψηλής ταχύτητας σε σταθερό δίκτυο Powerline με ταχύτητες που μπορούν να φτάσουν έως και τα 2,4 Kbps αλλά ταυτόχρονα βελτιώνει με επιτυχία την σταθερότητα και την αύξηση της εμβέλειας PLC μέχρι τα 500 μέτρα. Στηρίζεται και αυτό το πρότυπο στο πρότυπο AES 128 bit (Advanced Encryption Standard).

#### **3.1.3 PLC PRIME**

Το PLC PRIME έχει το ανώτερο ρυθμό δεδομένων έως τα 128 Kbps και έχει εύρος μεγαλύτερο από τα 100km. Βασίζεται σε διαμόρφωση OFDM.

### **3.2 Ασύρματες λύσεις**

Οι τομείς όπου αποτελούνται οι ασύρματες λύσεις είναι οι μικρές και μεγάλες λύσεις εύρους. Αναλύονται οι αυτές κατηγορίες και ανάλογα με την απόσταση που μεταφέρουν τα δεδομένα τους μεταβάλλονται.

#### **3.2.1 Μικρού βεληνεκούς ασύρματες λύσεις**

Οι συγκεκριμένες λύσεις έχουν να κάνουν την μεταφορά δεδομένων για μικρές αποστάσεις. Ανάλογα με την απόσταση που βρίσκονται μεταξύ τους αντλούν τις πληροφορίες και τα δεδομένα της πύλης που αναλύουν θα πρέπει να είναι μικρότερες από τα 99 μέτρα.

#### **3.2.2 Bluetooth Low Energy**

Το πρότυπο με ονομασία Bluetooth Low Energy κάνει χρήση των συχνοτήτων 2,4 Ghz, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης πληροφοριών και δεδομένων με ταχύτητα περίπου στα 2Mbps. Πρόκειται για μια τεχνολογία όπου μας δείχνει έναν χαμηλό ρυθμό αποστολής πληροφοριών

και δεδομένων για διάφορες εφαρμογές μικρού βεληνεκούς με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Η μεγαλύτερη τιμή της εμβέλειας που μπορεί να διαθέσει είναι τα 99m.



Εικόνα 4 - Λογότυπο Bluetooth

### 3.2.3 Wi-Fi HaLow (IEEE802.11ah)

Το Wi-Fi αποτελείται από τεχνολογίες ασύρματης δικτύωσης εμβέλειας όπου αφήνει την πρόσβαση στις διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές να συνδεθούν και να δικτυωθούν, στηρίζεται στο πρότυπο 802.11. Αυτό το οποίο παρέχει το Wi-Fi είναι το μεγάλο βεληνεκές κάλυψης αλλά και τον μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης πληροφοριών και δεδομένων. Το Wi-Fi HaLow είναι μια τεχνολογία η οποία είναι ικανή για κάλυψη χαμηλής εμβέλειας αλλά και μικρής κατανάλωσης ισχύος, στηρίζεται στο πρότυπο 802.11ah και δουλεύει σε συγκεκριμένες ζώνες συχνοτήτων η οποία είναι αρκετά μικρότερη από το 1GHz. Η μέγιστη κάλυψη που μπορεί να διαθέσει 1000m με μέγιστη απόδοση ταχύτητας τα 40Mbps.



Εικόνα 5 - Λογότυπο Wi-Fi

### 3.2.4 Πρότυπο Z-Wave

Το πρότυπο αυτό έχει δημιουργηθεί για συγκεκριμένους αισθητήρες έξυπνου φωτισμού αλλά και για να ελαχιστοποιήσει την κατανάλωσή ενέργειας. Η συχνότητα λειτουργίας του είναι στα 800 έως και 900 MHz και η μέγιστη εμβέλεια που μπορεί να διαθέσει είναι μέχρι και τα 100m με ταχύτητες μετάδοσης πληροφοριών και δεδομένων έως και τα 100Kbps.



Εικόνα 6 - Λογότυπο z-Wave

### 3.2.5 Πρότυπο ZigBee

Η παραπάνω ονομασία αντιστοιχεί σε μια τεχνολογία που δουλεύει στα 2,4GHz και έχει ρυθμό μετάδοσης δεδομένων στα 250Kbps, είναι κατάλληλο για μεταδόσεις οι οποίες δεν έχουν ροή αλλά είναι διακοπτόμενες από αισθητήρα και συσκευές εισόδου. Η απόσταση που μπορεί να μεταδοση είναι έως και τα 100m, βρίσκει χρήση σε εφαρμογές οι οποίες δεν απαιτούν μεγάλο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων και κάνουνε χρήση κλειδιών κρυπτογράφησης μήκους 128 bit. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά είναι η υψηλή ασφάλεια που διαθέτει αλλά και η ευστάθεια.



Εικόνα 7 - Λογότυπο ZigBee

### 3.2.6 Πρότυπο NFC

Το NFC δουλεύει σε συγκεκριμένη ζώνη η οποία βρίσκεται στα 13,56MHz. Έχει σαν βάση της την RFID τεχνολογία. Έχει bout rate τα 424 Kbps και βεληνεκές τα 10 εκατοστά. Η τεχνολογία NFC πραγματοποιεί συναλλαγές χωρίς επαφή και επιτρέπει την είσοδο μόνο σε ψηφιακό λογισμικό καθώς και την διασύνδεση διαφόρων φυσικών συσκευών.



Εικόνα 8 - Λογότυπο NFC

### 3.2.7 Πρότυπο (Low Power Wide Area Network, LPWAN) μεγάλης εμβέλειας κάλυψης

Η Τεχνολογία LPWAN αποτελείται από δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα ή κατηγορία είναι αυτές που λειτουργούν και χρησιμοποιούν δανειοδοτημένη ζώνη συχνοτήτων και η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από μη δανειοδοτούμενες περιοχές. Παρακάτω θα αναλυθεί η NB-IoT τεχνολογία όπου λειτουργεί σε δανειοδοτημένη ζώνη συχνοτήτων αλλά και η τεχνολογία LoRa που δεν είναι απαραίτητο να έχει άδεια και αυτό θα γίνει βάση σύγκρισης τεχνολογιών.

### 3.2.8 LPWAN – μη δανειοδοτημένο φάσμα

Η LoRa έχει δημιουργηθεί από μια εταιρία όπου το όνομα της ακούει στο Semtech και αποτελεί ένα ασύρματο πρωτόκολλο βασισμένο και υπολογισμένο για την ευρεία επικοινωνία βεληνεκούς και ταυτόχρονα αρκετά μικρής κατανάλωσης ισχύος.



Εικόνα 9 - Λογότυπο LoRa

Η τεχνολογία LoRa chirp-based με το μεγαλύτερο βεληνεκές σε εύρος ζώνης. Λόγο της δυνατότητας και διόρθωσης σφαλμάτων FEC (Forward Error Correcting) το συγκεκριμένο πρότυπο εκπέμπει ένα σήμα το οποίο μπορεί να μεταδώσει πληροφορίες και δεδομένα με πολύ χαμηλή ισχύ σήματος τόσο που είναι αρκετά κάτω από το επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος (Noise Floor) και ως αποτέλεσμα έχει αποκομίσει πολύ μεγάλες αποστάσεις επικοινωνίας. Προσφέρει αμφίδρομη αποτελεσματική

λειτουργικότητα, ως τεχνολογία βρίσκει χρήση σε λήψη η αποστολή μηνυμάτων από τελικά σημεία (End Points) και σταθμούς βάσης αντίστοιχα.

Αυτή είναι μια φυσική τεχνική που μπορεί να ρυθμίσει το σήμα στην περιοχή ISM sub-1 GHz, χρησιμοποιώντας αποκλειστική τεχνολογία φασματικής διασποράς (Ευρύ φάσμα). Χρήση ζώνης ISM 863-870 MHz χωρίς άδεια Ευρώπη, Βόρεια Αμερική 902-928 MHz, Κίνα 779-787 MHz και 470-510 MHz Και 915-928 MHz στην Αυστραλία. Παρέχετε αμφίδρομη επικοινωνία τεχνολογία διαμόρφωσης, η οποία είναι μια παράγωγη μορφή φασματικής διασποράς (chirp) Spread spectrum (CSS), το οποίο μπορεί να επεκτείνει σήματα στενού εύρους ζώνης σε μεγαλύτερα σήματα.

Το Συγκεκριμένο δίκτυο LoRa πραγματοποιεί την προσαρμοστική τεχνολογία διαμόρφωσης με τους ακόλουθους τρόπους, πολυκαναλικός πομποδέκτης πολλαπλών μόντεμ στον σταθμού βάσης, για να λαμβάνονται σε μεγάλο αριθμό πολλά μηνύματα από το κανάλι. Διαμόρφωση η φασματική σκέδαση παρέχει ορθογώνιο διαχωρισμό μεταξύ σημάτων, χρησιμοποιεί έναν μοναδικό παράγοντα επέκτασης στο απομονωμένο σήμα. Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει διάφορα προτερήματα στη διαχείριση του baud rate. Η σχέση που δίνεται για τον υπολογισμό αυτό παρουσιάζεται παρακάτω.

$$R_b = SF * \frac{1}{\frac{2^{SF}}{BW}} \text{ bits / s}$$

Εξίσωση 1

Rb = ρυθμός μετάδοσης δεδομένων

SF = ο συντελεστής διασποράς

BW = εύρος ζώνης διαμόρφωσης με μονάδα μέτρησης τα Hz

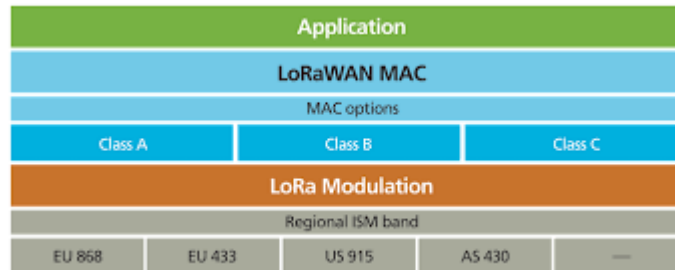
Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας LoRa:

Specification	LoRa Technology Support
Standard	LoRa Alliance
Operational Frequencies	Unlicensed ISM band 868,915MHz
Modulation	Chirp spread spectrum CSS
Coverage Range (Km)	2-5 urban / 15 rural
Data Rate kbps	0,3-50 EU/0,9-100 US
Topology	Star

Πίνακας 1 - Χαρακτηριστικά τεχνολογίας LoRa

## Πρότυπο LoRaWAN

Το δίκτυο αποτελείται από το LoRaWAN. Με αυτόν τον όρο αυτό μεταφράζεται το ουσιαστικό επίπεδο ή αλλιώς στρώμα (chip) και με την χρήση της λέξης LoRaWAN καθορίζουμε το MAC επίπεδο. Αυτό το επίπεδο LoRaWAN έχει δημιουργηθεί με έναν συγκεκριμένο σκοπό και στόχο, την καλύτερη λειτουργία του LPWAN στην επέκταση ζωής της μπαταρίας, αλλά και την διαθέσιμη χωρητικότητα και το εύρος.

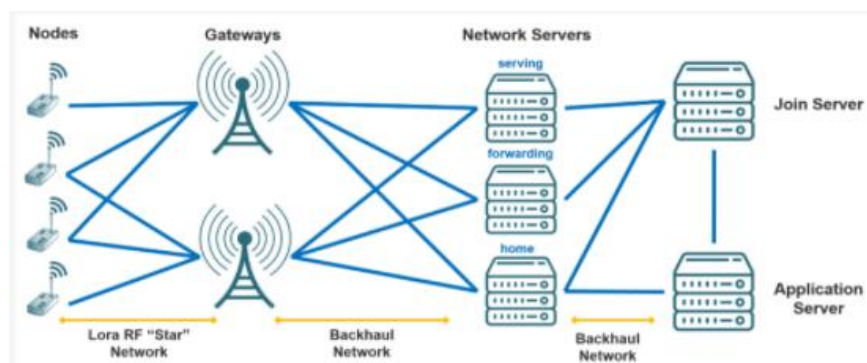


Εικόνα 10 - Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλου LoRaWAN

## Ανάλυση αρχιτεκτονικής LoRaWAN

Το LoRaWAN χρησιμοποιεί τοπολογία αστεριών (αρχιτεκτονική μεγάλου αστεριού Πεδίο εφαρμογής, αρχιτεκτονική αστερί μεγάλου βεληνεκούς) Η πύλη χρησιμοποιείται για αναμετάδοση μηνυμάτων μεταξύ της τερματικής συσκευής και του διακομιστή στο διαδίκτυο. Στο δίκτυο LoRaWAN, το ED δεν είναι συνδεδεμένο σε κάποια είσοδο ή έξοδο. Αντίθετα, οι πληροφορίες, που στέλνονται από μια ED, κανονικά λαμβάνονται από πολλές και διαφορετικές gate ways. Τα terminals συσκευών επικοινωνούν με μία ή και περισσότερες gate ways, διαμέσου επικοινωνίας LoRa με την τεχνική (single-hop), ενώ οι gate ways είναι συνδεδεμένες με τον μοναδικό κεντρικό διακομιστή δικτύου, μέσω διασυνδέσεων IP.

Η σύνδεση ανάμεσα στις συσκευές αλλά και στις πύλες μοιράζεται σε ξεχωριστά κανάλια συχνότητας και το βεληνεκές των ταχυτήτων μετάδοσης μεταβάλλονται ανάλογα με το βεληνεκές του δικτύου αλλά και την κάθε διάρκεια των μηνυμάτων ξεχωριστά. Την διαχείριση αυτή την επιμελείται μια πλατφόρμα δικτύου LoRaWAN όπου ελέγχει και επιλέγει τον ρυθμό μετάδοσης πληροφοριών και δεδομένων για το κάθε κανάλι και για την κάθε συσκευή αντίστοιχα, κάνοντας χρήση ενός προσαρμοστικού σχήματος αποστολής πληροφοριών (Adaptive Data Rate, ADR).



Εικόνα 11 - Αρχιτεκτονική LoRaWAN



Το LoRaWAN διαιρείται από τα παρακάτω κομμάτια:

**Τελική συσκευή (End Device) ή ED:** Οτιδήποτε το οποίο στέλνει ή και δέχεται δεδομένα και πληροφορίες μπορεί να θεωρηθεί End Nodes ή αλλιώς End-Device ED. Για το ED δεν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος ορισμός, συνήθως αναφέρεται για αισθητήρες, ανιχνευτές, ενεργοποιητές ή κάποια συσκευή η οποία όπως αναφέρεται και πιο πάνω μπορεί να πραγματοποιήσει ανάλυση και έλεγχο.

**Πύλη (GateWay) ή GW:** Είναι ένα access point. Βρίσκει χρήση για τις προωθήσεις μηνυμάτων από και προς μια συγκεκριμένη end device αλλά και για τον διακομιστή δικτύου (Network Server, NS). Στο δίκτυο LoRaWAN οι end devices δεν συνδέονται με τις πύλες GW. Αντ' αυτού, οποιοδήποτε μήνυμα από μια ED, που λαμβάνεται από την GW θα παραδοθεί στο Διακομιστή Δικτύου.

**Διακομιστής Δικτύου (Network Server) ή NS:**

-Παρακολούθηση των GWs & Eds

-Συλλογή των πληροφοριών και δεδομένων όπου εισέρχονται

-Προώθηση και ταξινόμηση των μηνυμάτων που εισέρχονται σε κάθε διακομιστή αντίστοιχα για εφαρμογές (Application Server (AS)).

-Διαγράφει τα μηνύματα που είναι διπλά και λήφθηκαν από μια κάποια ED διαμέσου διαφορετικών μαζί GWs.

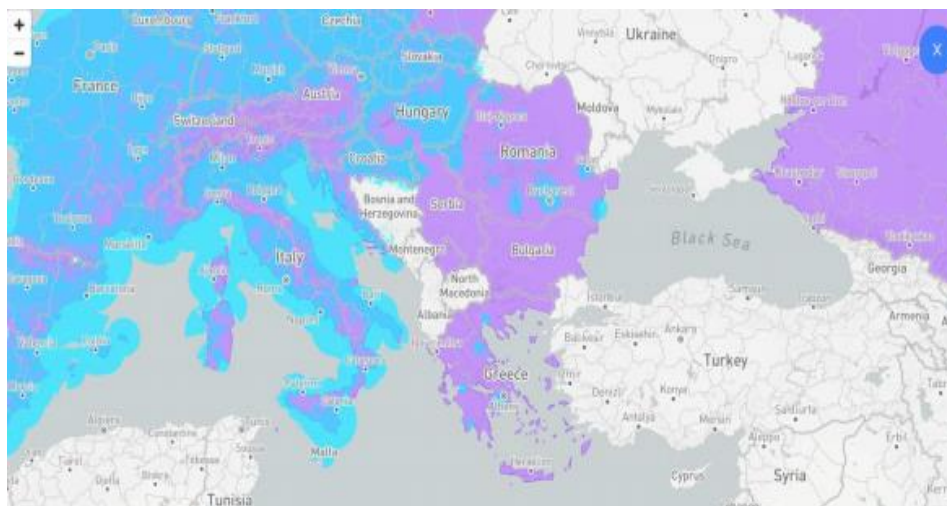
-Επιλογή κάποιας gateways στην downlink ζεύξη, ανάλογα με την αντοχή λήψης σήματος (Received Signal Strength, RSS).

-Αποθήκευση διαφόρων πληροφοριών απο downlink ζεύξης έως ότου υπάρξει κάποιο ερέθισμα στις αντίστοιχες EDs.

**Διακομιστής εφαρμογών (Application Server (AS):** Είναι η λειτουργία όπου ο ρόλος της είναι η ανάλυση διαφόρων μηνυμάτων που έχουν ληφθεί από μια συγκεκριμένη ED. Παραδείγματος χάρη σε μια λειτουργία η οποία είναι για ένα σύστημα ψύξης μπορεί να αποφασίσει ανάλογα με την κίνηση της θερμοκρασίας εάν ενεργοποιήσει τον κλιματισμό ή να μείωση την θερμοκρασία, γενικά να μεταβληθεί.

### 3.2.9 SigFox

Η παραπάνω ονομασία αντιστοιχεί σε μια εταιρεία ασύρματων δικτύων που κάνει χρήση μη δανειοδοτημένες ζώνες ISM για τις μεταδόσεις διαφόρων πληροφοριών εν μέσω ενός αρκετά μικρού φάσματος βάση των συνδεδεμένων αντικειμένων και συσκευών. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται όλη η κάλυψη που παρέχει η SigFox στην Ελλάδα. Το μωβ χρώμα αντιστοιχεί σε Country under roll out και το μπλέ χρώμα με την σειρά του αντιστοιχεί σε Live Coverage.



Εικόνα 12 - Κάλυψη SigFox

Είναι ένα δίκτυο βασισμένο σε αρχιτεκτονική (star network) όπου οι gateways κάνουν την δουλειά των ελεγκτών του δικτύου. Έχει αρκετά μεγάλο εύρος κάλυψης αλλά και πολύ χαμηλή κατανάλωση όπως και το LoRa. Το SigFox όμως το πετυχαίνει με μια αρκετά διαφορετική μετάδοση κάνοντας χρήση ασύρματων εκπομπών αρκετά χαμηλής αποστολής ταχύτητας δεδομένων και πληροφοριών. Η επικοινωνία ανάμεσα σε κατερχόμενες ζεύξης μπορεί να εκτελεστεί μόνο και εάν υπάρχει επικοινωνία ανερχόμενης ζεύξης.



Εικόνα 13 - Λογότυπο SigFox

Υπάρχει ένα ημερήσιο όριο ανερχόμενων μηνυμάτων ζεύξης τα οποία περιορίζονται στα 140 μηνύματα. Το μέγιστο μήκος που μπορεί να μεταδοθεί βάση ωφέλιμου φορτίου για κάθε μήνυμα ξεχωριστά ανερχόμενης ζεύξης φτάνει μέχρι και τα 12 Byte. Το συγκεκριμένο δίκτυο της SigFox IoT μπορεί να διαθέσει σε διάφορες χώρες της Ευρώπης σταθερή επέκταση του δικτύου.

	Sigfox
Modulation	BPSK
Frequency	Unlicensed ISM bands(868 MHz in Europe,915 MHz in North America, and 433 MHz in Asia
Bandwidth	100 Hz
Maximum data rate	100 bps
Bidirectional	Limited/ Half-duplex
Maximum messages/day	140 (UL), 4 (DL)
Maximum payload length	12 bytes (UL), 8 bytes (DL)
Range	10 km (urban), 40 km (rural)
Interference immunity	Very high
Allow private network	No
Standardization	Sigfox company is collaborating with ETSI on the standardization of Sigfox-based network

Πίνακας 2 - Χαρακτηριστικά τεχνολογίας SigFox

### 3.2.10 Weightless

Είναι μια τεχνολογία η οποία λειτουργεί σε ζώνες ISM sub-1GHz. Αυτή η τεχνολογία χωρίζει το φάσμα σε πολλά κανάλια των 12,5 GHz. Η μέγιστη απόσταση μετάδοσης που μπορεί να καλύψει είναι τα 5 km και η ταχύτητα μετάδοσης πληροφοριών μπορούν να φτάσουν έως και τα 9Mbps, επιπλέον είναι κρυπτογραφημένη η μετάδοση με AES-128/256 bit.



Εικόνα 14 Λογότυπο Wiegthless

### 3.2.11 Ingenu

Η τεχνολογία Ingenu παρέχει ακρίβεια εντοπισμού. Η λειτουργία της είναι στα 1GHz και η ζώνη που χρησιμοποιεί είναι sub- 1GHz. Μπορεί να κάνει κάλυψη έως και 500km με κρυπτογράφηση AES-128 bit.



Εικόνα 15 Λογότυπο Ingenu

### 3.2.12 LPWAN – δανειοδοτούμενο φάσμα

#### 3.2.12.1 LTE-M

Το παραπάνω πρωτόκολλο χρησιμοποιεί τα δίκτυα LTE σε συνδυασμό με την τεχνολογία NB-IoT το οποίο κάνει χρήση το μη χρησιμοποιούμενου φάσματος. Το LTE-M1 ενεργεί στην ίδια ακριβώς ζώνη που λειτουργεί και το LTE το οποίο χρησιμοποιείται για εφαρμογές κυψελοειδείς με αποτέλεσμα να επιτρέπει την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας και σε κινητές εφαρμογές.



Εικόνα 16 Λογότυπο LTE-M

Η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να διαθέσει χαμηλό κόστος συσκευών και αντίθεση με άλλες κινητές ευζωνικές συσκευές. Αυτό το άθροισμα των πλεονεκτημάτων κάνει πιο εύκολη και δυνατή την αύξηση των νέων συσκευών οι οποίες συνδέονται επάνω σε μια κοινή γραμμή διαφορετικών αντικειμένων στο διαδίκτυο, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο της παραγωγής και δημιουργίας καινούργιων κλάδων στην βιομηχανία.

Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την τεχνολογία LTE cat-0 έως και το oLTE cat M1 καθώς υπάρχει μια μειονότητα του βεληνεκούς τα 20MHz στα 1,4 MHz είναι η απόδοση αλλά και η κατανάλωση ισχύος. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι για την διατήρηση διάρκειας μπαταρίας σε βάθος χρόνου οι οποίοι είναι οι εξής, η λειτουργία εξοικονόμησης ενέργειας η οποία ακούει στο όνομα Power Saving Mode, PSM), αλλά και η όχι συνεχόμενη λήψη extended discontinuous reception eDRx η οποία στέλνει εντολή στις τελικές συσκευές να βρίσκονται σε κατάσταση αδράνειας για διάφορες

ημέρες αλλά και ώρες χωρίς να υπάρχει σφάλμα στο δίκτυο, χωρίς να χάνεται η σύνδεση δηλαδή μεταξύ τους.

### 3.2.12.2 Τεχνολογία NB-IoT

Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιεί πολλές από τις παραπάνω τεχνολογίες που περιγράφονται του φυσικού επιπέδου ή αλλιώς στρώματος LTE όπως και άλλα ανώτερα επίπεδα πρωτοκόλλου. Είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να παρέχει ευρύ φάσμα κάλυψης αλλά και να βελτιώσει την χρηστικότητα την ανερχόμενης ζεύξης uplink σε διάφορες περιοχές όπου η κάλυψη είναι ελλιπής και κακή, αυτό επιτυγχάνεται μέσω εκπομπής απλών σημάτων. Το NB-IoT είναι ικανό συνεργαστεί με διάφορα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας όπως για παράδειγμα είναι το 2G, 3G, 4G και 5G. Επιπλέον ενισχύεται από την ασφάλεια και προστασία των προσωπικών δεδομένων από τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Η κάλυψη η οποία είναι αρκετά βαθιά όπως για παράδειγμα σε διάφορα υπόγεια ή ακόμα και σε κτήρια τα οποία είναι δύσκολη η διαπεράσει τους λόγο υλικών δομής αποτελεί ένα αρκετά μεγάλο πλεονέκτημα του NB-IoT. Η υλοποίηση του παραπάνω παραδείγματος μπορεί να επιτευχθεί με μια αρκετά υψηλή ένταση ισχύος διότι όλες οι εκπομπές αθροίζονται μαζικά σε ένα πιο μικρό βεληνεκές ζώνης η αλλιώς εύρος ζώνης φορέα το οποίο είναι στα 180 Khz. Επιπλέον ακόμα ένα πλεονέκτημα που γεννιέται μέσα από αυτή την τεχνική είναι η επανάληψη της μετάδοσης ενός μηνύματος όπου λόγο κακών καιρικών συνθηκών δεν κατάφερε να παραδοθεί.

Αντίθετα τεχνολογίες οι οποίες λειτουργούν σε μη εξουσιοδοτημένο φάσμα περιορίζονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό σε αριθμό επαναλήψεων λόγο συγκεκριμένων κύκλων εκτέλεσης και λειτουργίας, αυτό εμποδίζει την εσωτερική κάλυψη.



Εικόνα 17 Λογότυπο NB-IoT

Η παραπάνω τεχνολογία είναι κατασκευάσμα των ήδη υπάρχων λειτουργιών LTE, έχουν αφαιρεθεί όμως αρκετά χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα την διατήρηση χαμηλού κόστους συσκευών αλλά και μείωση κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με τις τεχνολογίες LTE. Για παράδειγμα έχει αφαιρεθεί το handover ή αλλιώς η μεταπομπή καθώς και το carrier aggregation αλλά και το dual connectivity. Επιπλέον έχουν αφαιρεθεί διάφορες μετρήσεις όπως είναι η συστηματική παρακολούθηση ποιότητας καναλιού measurements monitor channel quality. Διαμορφώσεις όπως QPSK και BPSK χρησιμοποιούνται από το πρότυπο NB-IoT. Στο downlink ή αλλιώς στην κατερχόμενη ζεύξη η τεχνολογία NB-IoT κάνει χρήση σχήματος OFDM για την διαίρεση της ζώνης συχνοτήτων με πολλούς subcarriers όπου έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν ανεξάρτητα. Για να καταφέρει να εξυπηρετήσει και άλλους UEs σε γειτονικούς subcarriers το θα πρέπει να έχει την ικανότητα για την πλήρη αμφίδρομη επικοινωνία. Το eNodeB είναι ο υπεύθυνος για την διαχείριση της ανάλλαγής μεταξύ ανερχόμενης και κατερχόμενης ζεύξης και αυτό συμβαίνει για να μην υπάρχει εκπομπή καναλιού κατερχόμενης ζεύξης ταυτόχρονα με την ανερχόμενη εκπομπή ζεύξης.

Ανάλογα με την ταχύτητα μετάδοσης πληροφοριών ανερχόμενης ζεύξης το uplink ή αλλιώς η ανερχόμενη ζεύξη NB-IoT είναι ικανό και υποστηρίζει τεχνολογία multi & single toneαποστολής.

Specification	NB-IoT Technology Standard
Standard	3gpp release 2015
Operational Frequencies	Same LTE Band
Modulation	QPSK & BPSK
Coverage Range (Km)	<15
Data Rate (Kpbs)	50
Topology	Star

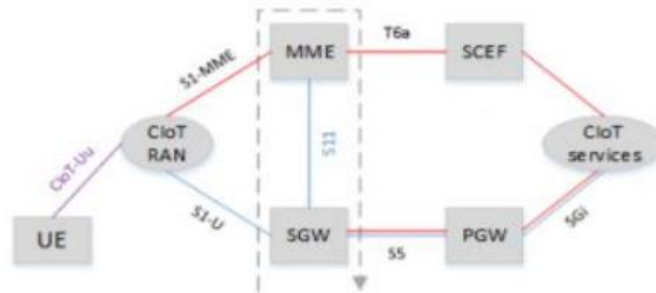
Πίνακας 3 - Χαρακτηριστικά NB-IoT τεχνολογίας

### **A) Αρχιτεκτονική**

Ένας καινούργιος κλάδος έχει μπει στην συγκεκριμένη αρχιτεκτονική ο οποίος ακούσει στο όνομα Service Capability Exposure Function, ο συγκεκριμένος κλάδος έχει δημιουργηθεί για την διαχείριση πληροφοριών σε επίπεδο (machine type data). Υπάρχουν δύο αλλαγές για το Clot σε, η πρώτη αλλαγή είναι σε επίπεδο ελέγχου των κόκκινων γραμμών Clot EPS αλλά και βελτίωση σε επίπεδο χρήστη Clot EPS μπλε γραμμές. Οι παραπάνω βελτιώσεις βρίσκουν λειτουργία σε αποστολή δεδομένων σε κάθε εφαρμογή αντίστοιχα. Στην μπλε γραμμή όπου είναι το επίπεδο του χρήστη IP και non – IP όλα τα υπάρχον πακέτα μεταφέρονται με την τυπική αποστολή των πληροφοριών, εν μέσω δηλαδή κάποιων πυλών. Τα ονόματα τους αντίστοιχα είναι Serving gateway και packet data network gateway.

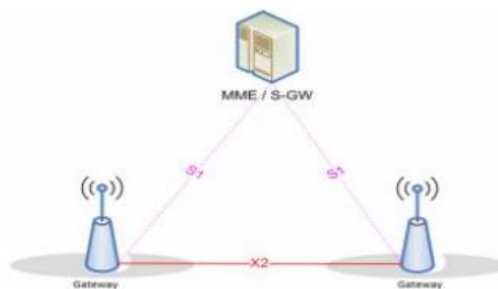
Ο επόμενος κλάδος είναι οι μεταξύ ραδιοεπικοινωνίες του εξοπλισμού χρήστη UE και της MME όπου οι ονομασίες τους είναι mobility management entity, είναι υπεύθυνες και ενεργούν βάση του E-UTRAN από το οποίο το σύνολο του αναλύεται από διάφορους σταθμούς βάσεων οι οποίοι ακούνε στο όνομα eNodeB ή αλλιώς και eNB (Gateway).

Όλα τα δεδομένα ανερχόμενης ζεύξης μεταφέρονται σε μια συγκεκριμένη πύλη όπου ακούει στο όνομα serving όπου και αυτό στην συνέχεια τα μεταφέρει στην επόμενη gateway με όνομα packet data network. Με την χρήση του SCEF αποστέλλονται τα δεδομένα IP όπου είναι ο καινούργιος κλάδος Διαχειρίζεται την παροχή δεδομένων IP στο επίπεδο ελέγχου, επίσης έχει μια ικανότητα όπου δίνει την ικανότητα παροχής για μια συνδεσιμότητα για διάφορες εφαρμογές δικτύου, όπως ονομάζεται έλεγχος ταυτότητας και εξουσιοδότηση, ή η εύρεση και πρόσβαση.



Εικόνα 18 - NB-IoT δίκτυο αρχιτεκτονική

Μεταξύ δικτύου πρόσβασης LTE τεχνολογίας και NB-IoT δεν παρατηρείται καμία διαφορά. Όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα υπάρχει μια σύνδεση μεταξύ σταθμού βάσης και MME αλλά και μεταξύ S-GW με την διεπαφή S1. Παρόλο που δεν υπάρχει μεταπομπή οι σταθμοί βάσης συνδέονται μεταξύ της διεπαφής X2, η συγκεκριμένη διεπαφή X2 αφήνει να μια γρήγορη επαναφορά διασύνδεσης όταν η τελική συσκευή βρίσκεται σε μια κατάσταση αδράνειας IDLE STATE και αλλάζει σε κατάσταση σύνδεσης RCC CONNECTION.



Εικόνα 19 - Αρχιτεκτονική δικτύου Air Interface

**B) Επικοινωνία NB-IoT**

Στον παρακάτω πίνακα 4 αναλύονται και περιγράφονται διαφορετικά κανάλια αλλά και σήματα για ανερχόμενη και κατερχόμενη ζεύξη όπου το NB-IoT κάνει χρήση.

Channel	Usage
Narrowband Physical Uplink Shared Channel (NPUSCH) (UL)	Uplink dedicated data (UL)
Narrowband Physical Random Access Channel (NPRACH) (UL)	Random access (UL)
Narrowband Physical Downlink Control Channel (NPDCCH) (DL)	Uplink and downlink scheduling information (DL)
Narrowband Physical Downlink Shared Channel (NPDSCH) (DL)	Downlink dedicated and common data (DL)
Narrowband Physical Broadcast Channel (NPBCH) (DL)	Master information for system access (DL)
Narrowband Synchronization Signal (NPSS/NSSS) (DL)	Time and frequency synchronization (DL)

**Πίνακας 4 - Φυσικά κανάλια πρωτοκόλλου NB-IoT**

Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση των φυσικών καναλιών του NB-IoT πρωτοκόλλου:

- **NPBCH:** χρησιμοποιείται για την μεταφορά πληροφοριών δικτύου του main block που αναλύει την τρέχον αλλαγή του δικτύου.
- **NPSS/NSSS:** Αναγνώριση της κυψέλης και εύρεση αρχικής σύνδεσης.
- **NPDSCH:** Είναι το main channel για την κατερχόμενη ζεύξη το οποίο κανάλι μεταφέρει τα δεδομένα του χρήστη.
- **NPDCCH:** κατερχόμενη ζεύξη πληροφοριών ελέγχου.
- **NPRACH:** eNodeB χρησιμοποιείται το κανάλι αυτό από τον εξοπλισμό χρήστη.
- **NPUSCH:** Η δημιουργία του συγκεκριμένου καναλιού είναι για την μεταφορά ανερχόμενων δεδομένων αλλά και για την αποστολή μηνυμάτων τύπου Ack/Nack βάση HARQ (Hybrid Automatic Repeated). Επιπλέον έχει την δυνατότητα υψηλής κάλυψης αλλά και διάρκειας μπαταρίας με μεγάλη χωρητικότητα. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι, η χρήση του πρώτου είναι για την αποστολή δεδομένων uplink και ο δεύτερος τύπος είναι για την σηματοδότηση της HARQ config.



### Γ) NB-IoT κάλυψη στην Ελλάδα

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η κάλυψη της τεχνολογίας NB-IoT στην Ελλάδα.



Εικόνα 20 - Κάλυψη τεχνολογίας NB-IoT στην Ελλάδα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Εφαρμογές Smart Parking

### 4.1 Εισαγωγή στο σύστημα διαχείρισης Smart Parking με IoT

Εκθετική αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στους δρόμους είναι πλέον αρκετά ανησυχητική σε παγκόσμια κλίμακα. Το μεγαλύτερο ποσοστό όπου βοηθάει σε αυτή την αρνητική αύξηση είναι η στάθμευση των αυτοκινήτων σε διάφορους περιορισμένους χώρους στάθμευσης σε αστικές περιοχές. Πλέον είναι γεγονός πως η αναζήτηση στάθμευσης αυτοκινήτων είναι πλέον ρουτίνα για πολλούς ανθρώπους σε όλο τον πλανήτη.

Οι καταναλώσεις και οι ρίποι που επικρατούν ψάχνοντας οι οδηγοί για χώρους στάθμευσης είναι αρκετά μεγάλες σε ποσοστό, περίπου τριάντα εκατομμύρια λίτρα πετρελαίου δαπανούνται παγκοσμίως κάθε μέρα, αυτός ο αριθμός θα συνεχίσει να αυξάνεται σταδιακά αφού το σύνολο των ατόμων αυξάνεται χωρίς να έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για τις θέσεις των αυτοκινήτων (Jaegers, 2017). Πολλές έρευνες για την εξοικονόμησή καυσίμων έχουν πραγματοποιηθεί αλλά δεν έχουν παρθεί στα σοβαρά για την υλοποίησή τους.

Μέσα από διάφορες γεωγραφικές περιοχές τα συστήματα έξυπνου χώρου στάθμευσης μπορούν να συλλέξουν και να επεξεργαστούν δεδομένα για τις ελεύθερες θέσεις που υπάρχουν ή και όχι. Η συγκεκριμένη διαδικασία εκτελείται σε πραγματικό χρόνο δηλαδή real time και περιλαμβάνει αισθητήρες χαμηλού κόστους που βοηθούν για την συλλογή δεδομένων (Karagiannis, 2015).

Ο Ρόλος του Smart Parking στις ζωές μας:

1. Συνεχής ενημέρωση και επαφή από την πλατφόρμα διαχείρισης δεδομένων Smart Parking με τα φυσικά πρόσωπα για την πληρότητα του χώρου.
2. Ένδειξη σημείου στα φυσικά πρόσωπα, για το διαθέσιμο σημείο που υπάρχει.
3. Καλύτερη διαχείριση του χώρου στάθμευσης
4. Αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας στην πόλη, με την χρήση του IoT.

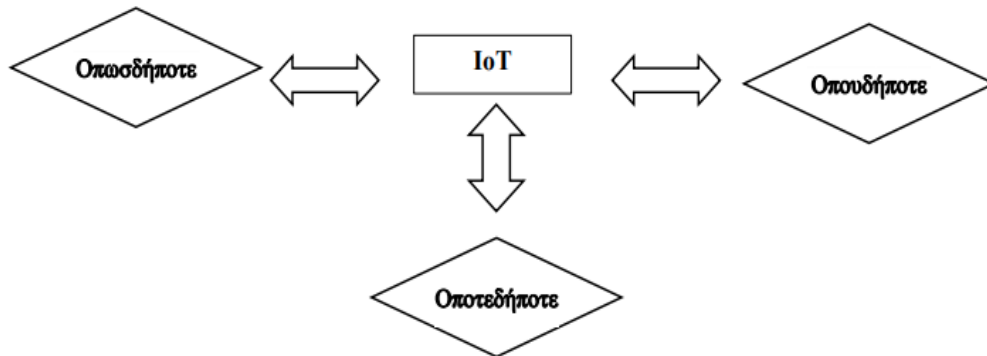
Το Διαδίκτυο των πραγμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά από την καθημερινή ζωή των ανθρώπων και να τους παρέχει διάφορες υπηρεσίες λύσεις στον κάθε ένα ξεχωριστά σύμφωνα με τις ανάγκες που δημιουργούνται. Ένα καλό παράδειγμα για τους πολίτες θα ήταν ο έξυπνος χώρος στάθμευσης.

Μια εφαρμογή όπου θα ήταν φιλική ως προς τον χρήστη και πολύ εύκολη στην χρήση της ακόμα και σε άτομα τα οποία δεν έχουν επαφή με την τεχνολογία και κατάλληλες γνώσεις θα μπορούσε να εκτελείται από ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο.

Ο χρήστης θα μπορούσε μέσω αυτής της εφαρμογής να αναζητήσει δωρεάν για διάφορους ελεύθερους χώρους στάθμευσης όπου αυτόν τον βολεύει σε οποιαδήποτε χώρα, μέρος και τοποθεσία βρίσκεται. Το παρών σύστημα θα έχει μια αρκετά καλά οργάνωση ως προς την διαχείριση των αυτοκινήτων εν μέσω ενός απομακρυσμένου σημείου στάθμευσης.

Η συγκεκριμένη ενέργεια κράτησης μηχανοκίνητων οχημάτων για διάφορους χώρους Parking είναι περιορισμένη σε χρόνο αλλά και χώρο σε αντίθεση με το Smart Parking όπου διαθέτει με μεγάλη αποτελεσματικότητα την εύρεση ελεύθερης θέσης για τον οδηγό αλλά και εξοικονομεί χρόνο και

καύσιμα. Παράλληλα μειώνει σημαντικά την ρύπανση της ατμόσφαιρας αλλά και την κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους των πόλεων. Στην παρακάτω εικόνα που ακολουθεί παρατηρούμε την περιγραφή της αρχιτεκτονικής του IoT. Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε τα 3 διαφορετικά μεταβλητά μέρη όπου αποτελούν και δημιουργούν αθροιστικά το IoT. Οι παρακάτω λέξεις οπουδήποτε , οποτεδήποτε και οπωσδήποτε είναι οι μεταβλητές της σύνθεσης. Ο συμβολισμός των λέξεων αυτών απαλλάσσει το IoT από περιορισμούς όπως είναι ο χρόνος και ο χώρος.



Εικόνα 21 - Αρχιτεκτονική IoT.

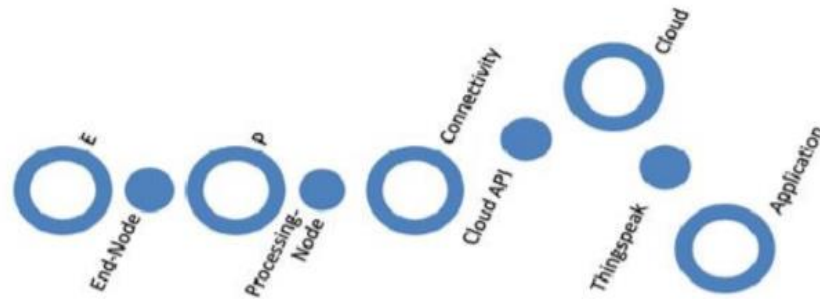
Η εικόνα όπου παρουσιάζεται περιγράφει ξανά την λογική του IoT με την διαφορά αυτή την φορά πως βασίζεται επάνω σε κόμβους.

#### A. Τελικός κόμβος (End Node)

Οι παραπάνω κόμβοι που εμφανίζονται στην εικόνα 4 καλούνται ορισμένες φορές και ως αντικείμενα ή άλλοτε σαν αισθητήρες ή κόμβοι ανίχνευσης όπου λειτουργούν και έτσι. Πιο συγκεκριμένα, χωρίς τους κόμβους το σύστημα T που αποτελείται από το κεντρικό IoT και περιμετρικά του από κόμβους δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει ορθά. Οι κόμβοι αυτοί έχουν διπλή φύση και λειτουργία, δουλεύουν αμφίδρομα.

#### B. Κόμβος Επεξεργασίας (Processing Node)

Το πιο σημαντικό μπλοκ είναι και το κεντρικό όπου ονομάζεται κόμβος επεξεργασίας. Η χρήση του είναι η αναπαραγωγή και παροχή τεχνητής νοημοσύνης σε όλο το σύστημα. Είναι υπεύθυνο για την ολοκληρωμένη εξεργασία των δεδομένων και πληροφοριών που υπάρχει στην συλλογή από τους διάφορους αισθητήρες που λαμβάνουν και στέλνουν πληροφορίες ανάλογα με τις μεταβολές του περιβάλλοντος. Στην *Εικόνα 22* χρησιμοποιείται το Arduino Uno ως κόμβος επεξεργασίας.



Εικόνα 22 Αρχιτεκτονική IoT βασισμένη σε κόμβους (A. Gupta, Smart Car Parking Management System Using IoT. Sciend, 2017)

## 4.2 Ανάλυση και σχεδιασμός συστήματος έξυπνου Parking

Στις μέρες μας παρατηρούμε την επιταχυνόμενη αύξηση των μηχανοκίνητων οχημάτων όπου συνεφέρει αρνητικά πάντα στον ελλείπει χώρο στάθμευσης. Βάση στατιστικών μετρήσεων το 30% της κυκλοφοριακής συμφόρησης προκαλείται λόγω της αποτυχημένης προσπάθειας εύρεσης ελεύθερου χώρου στάθμευσης από τους οδηγούς. Το αποτέλεσμα αυτό μεγεθύνει την αναγκαιότητα αποτελεσματικών λύσεων από τους έξυπνους χώρους στάθμευσης (P. Dharma Reddy, An Intelligent Parking Guidance and, 2013).

Τα Smart System Parking μπορούν πλέον να αντιμετωπίσουν με αρκετά μεγάλη ευκολία τα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί με μια αποτελεσματική αυτοματοποίηση και απλότητα για την επιχειρησιακή λειτουργία και τις διοικητικές λειτουργίες όλων των διαφορετικών ιδιοκτητών των χώρων στάθμευσης.

Ο αυξημένος αριθμός των μηχανοκίνητων οχημάτων και η δημιουργία νέων χώρων στάθμευσης οχημάτων αναμένεται να αυξηθεί και εκείνη με την σειρά της βάση με την αγορά των οχημάτων. Τα βασικά κριτήρια για την βιομηχανία διαχείρισης στάθμευσης είναι η ανάγκη και η επιθυμία για την αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας, η ομαλή ροή δηλαδή στους δρόμους, τα οφέλη για του φορείς στάθμευσης όπου κατατάσσονται στα επιχειρηματικά οφέλη και το δυνατότερο μειωμένο κόστος υλικών και συνδεσιμότητας που θα δαπανηθεί.

Βασικές και ορατές αλλαγές στον χώρο θα μπορούν να παρατηρηθούν καθώς θα υπάρχει σημαντική μείωση στην κυκλοφοριακή συμφόρηση, στις καταναλώσεις καυσίμων άρα και στην ρύπανση του περιβάλλοντος.

#### 4.2.1 Διάφορες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ένα έξυπνο σύστημα στάθμευσης

Πολλές είναι οι προκλήσεις όπου καλείται να αντιμετωπίσει το έξυπνο σύστημα στάθμευσης καθώς είναι επιτακτικό για εκείνο να προστατεύεται από διάφορες φυσικές περιβαλλοντικές συνθήκες όπως είναι για παράδειγμα η κακοκαιρία και οι κακοκαιρίες μαζί. Η ενοποίηση και ενσωμάτωση των συσκευών μεταξύ της διαφορετικής μονάδας υλικού και των αισθητήρων λογισμικού πλατφόρμας, καθώς και της προστασίας, μπορεί να παρέχεται χρησιμοποιώντας έναν αμονωτή της μονάδας υλικού, ο οποίος δεν επηρεάζει τη λειτουργικότητα της μονάδας, αλλά θα παρέχει ανθεκτικότητα και αντίσταση σε εξωτερικές μηχανικές δυνάμεις (Belissent, 2014).

Η ολοκλήρωση των συστημάτων έξυπνων χώρων στάθμευσης είναι η μεγάλη πρόκληση καθώς πολλές είναι οι πλατφόρμες αλλά και τα λογισμικά που εμπλέκονται λόγω μεγάλης ποικιλίας με αποτέλεσμα να αμφισβητείται η επεκτασιμότητα των συστημάτων αυτών. Η πλατφόρμα όπου υποστηρίζει τεχνολογικά συστήματα, απαρτίζονται από συστήματα μηνυμάτων, αισθητήρων, εφαρμογές ελέγχου της κυκλοφοριακής συμφόρησης, ασύρματα αλλά και ενσύρματα συστήματα, κ.α. (N., 2013).

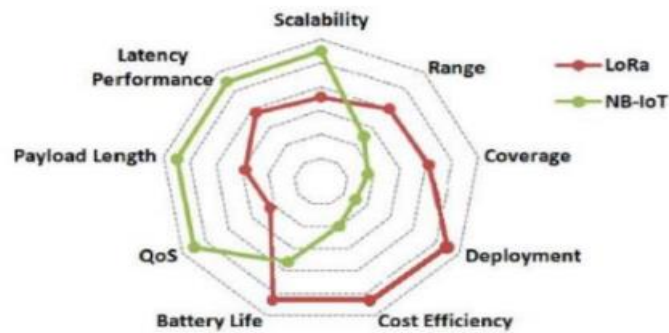
Η βασική πρόκληση για αυτά είναι η συνδεσιμότητα και η ανταπόκριση αυτών προκειμένου να συνδεθούν όλα μαζί σε μια εφαρμογή διαχείρισης με σκοπό την ελαχιστοποίηση της πολυπλοκότητας αλλά και της συνολικής ζημίας.

Χωρίς να αφανιστούν οι παραδοσιακοί χώροι στάθμευσης θα πρέπει τα υλικά υποδομής να ενσωματωθούν με τα υλικά λογισμικού όπου είναι πολλά και διαφέρουν πολύ. Η ανάπτυξη των εφαρμογών και η επεκτασιμότητα τους είναι το κλειδί για τις νέες εφαρμογές και λύσεις που πρόκειται να φιλοξενηθούν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Σύγκριση ανάμεσα σε τεχνολογία NB-IoT και LoRa

### 5.1 Αξιολόγηση LoRa & NB-IoT τεχνολογιών

Μεταξύ των δύο αυτών τεχνολογιών LoRa και NB-IoT πολλές μεταβλητές παίζουν τον ρόλο τους ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε ένα, την βέλτιστη επιλογή δηλαδή τεχνολογίας ανάλογα με τα ζητούμενα όπως είναι διάρκεια ζωής της μπαταρίας, η κάλυψη ανάλογα με την απόσταση, η εμβέλεια αλλά και η ανάπτυξη του κάθε αυτού μοντέλου.



Εικόνα 23 - Σύγκριση τεχνολογιών NB-IoT & LoRa

#### 1) Διάρκεια ζωής μπαταρίας αλλά και καθυστέρηση

Στην τεχνολογία NB-IoT οι συσκευές οι οποίες είναι τελικές καταναλώνουν παραπάνω ενέργεια σε σύγκριση με τις τελικές συσκευές της τεχνολογίας LoRa, αυτό έχει να κάνει με την διαχείριση του QoS, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική μείωση μπαταρίας στις τελικές συσκευές της τεχνολογίας NB-IoT. Και οι δύο παραπάνω τεχνολογίες προσφέρουν χαμηλή καθυστέρηση μετάδοσης, η τεχνολογία LoRa προσφέρει κυρίως στην Γ κλάση χαμηλή καθυστέρηση.

#### 2) Quality of services, (QoS) ποιότητα υπηρεσιών

Το NB-IoT είναι μια τεχνολογία η οποία βασίζεται σε ένα αδειοδοτημένο φάσμα όπου έχει υλοποιηθεί με βάση την τεχνολογία LTE όπου είναι ένα συγχρονισμένο πρωτόκολλο αλλά και βέλτιστο για QoS. Σε αντίθεση με την τεχνολογία LoRa παρατηρούμε πως η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν χρησιμοποιεί αδειοδοτημένο φάσμα αλλά μη αδειοδοτημένο όπως και ασύγχρονα πρωτόκολλα επικοινωνίας, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τις πολλαπλές διαδρομές όπου μειώνει το QoS ως σε ένα μεγάλο βαθμό σε σχέση με την τεχνολογία NB-IoT.

### 3) Μήκος ωφέλιμου φορτίου & επεκτασιμότητα

Και οι δύο παραπάνω τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν αρκετά μεγάλο αριθμό συσκευών και αυτό είναι ένα πλεόν από τα χαρακτηριστικά τους. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν την απαίτηση για αύξηση των συσκευών αλλά και αύξηση πυκνότητας συνδεδεμένων συσκευών όπου με την βοήθεια του διαφορισμού στα κανάλια μπορούν να εκμεταλλευτούν αυτή την αύξηση ως προς τον χρόνο αλλά και τον χώρο. Λόγο της υψηλής επεκτασιμότητας που έχει σαν χαρακτηριστικό η τεχνολογία NB-IoT επιτυγχάνει σύνδεση συσκευών από 54K έως και 99K ανά κλάδο. Η τεχνολογία LoRa διαθέτει αποστολή δεδομένων έως τα 243 bytes σε αντίθεση με την τεχνολογία NB-IoT όπου βάση ωφέλιμου φορτίου μπορεί να πετύχει μετάδοση έχω και 1600 bytes.

### 4) Εμβέλεια δικτύου και κάλυψη

Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας LoRa είναι η εμβέλεια κάλυψης η οποία σε αγροτικές περιοχές φτάνει έως και τα 15 Km κάλυψης ενώ σε αστικές μέχρι και τα 5 Km, για επιτευχθεί αυτό και να υπάρχει αποτέλεσμα χρειάζεται η εγκατάσταση τριών σταθμών βάσης, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κάλυψη μιας μεγάλης πόλης, σε αντίθεση με την τεχνολογία NB-IoT η οποία δεν έχει τόσο μεγάλη εμβέλεια κάλυψης, σε αγροτικές περιοχές μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 10 Km ενώ σε αστικές περιοχές φτάνει μέχρι και το 1 Km. Η τεχνολογία NB-IoT έχει στόχο την πιο βαθιά σε εσωτερικού χώρους κάλυψη και όχι τόσο την απόσταση, για παράδειγμα σε υπόγεια ή σε διάφορους χώρους όπου δεν είναι εύκολη η διαπερατή λήψη ή εκπομπή, έτσι η τεχνολογία αυτή έχει την δυνατότητα ανάπτυξης νέων περιπτώσεων χρήσης.

### 5) Κόστος

Διάφορες κατηγορίες κόστους λαμβάνονται υπόψιν όπως είναι η άδεια φάσματος χρήσης, η ανάπτυξη του δικτύου αλλά και των συσκευών οι οποίες θα τοποθετηθούν. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται ένα σύνολο κόστους ξεχωριστά για κάθε μια από τις τεχνολογίες LoRa και NB-IoT. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης καταλήγει στην τεχνολογία της LoRa η οποία αποδεικνύεται πιο οικονομική τεχνολογία σε σχέση με το NB-IoT.

	Spectrum cost	Deployment cost	End-device cost
LoRa	Free	>100€/gateway >1000€/base station	3-5€
NB-IoT	>500 Μ€ /MHz	>15 000€/base station	>20€

Πίνακας 5 - Κόστη τεχνολογίας NB-IoT & LoRa

## 5.2 Παραδείγματα εφαρμογών των τεχνολογιών NB-IoT & LoRa

Ανάλογα με τις διαφορές ανάμεσα στις τεχνολογίες LoRa αλλά και NB-IoT θα ξεχωριστούν και οι χρήσης οι οποίες προορίζονται οι τεχνολογίες αυτές, δηλαδή σε τι εφαρμογές θα μπορούσαν να

αντιστοιχισθούν. Η κάθε τεχνολογία μπορεί να καλύψει ή αλλιώς να εξυπηρετήσει κάποιες εφαρμογές του IoT αλλά όχι όλες. Παρακάτω αναφέρονται κάποιες περιπτώσεις όπου είτε η τεχνολογία LoRa δίνει την λύση και καλύπτει τις παρακάτω εφαρμογές είτε η τεχνολογία NB-IoT αντίστοιχα. Αναφορικά:

- 1) Μέτρηση κατανάλωσης Ηλεκτρικού ρεύματος
- 2) Αυτοματοποίηση βιομηχανίας
- 3) Έξυπνη καλλιέργεια
- 4) Τερματικοί σταθμοί λιανικής πώλησης
- 5) Έξυπνο κτήριο



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Αξιοποίηση τεχνολογίας NB-IoT στην Ελλάδα από παρόχους τηλεπικοινωνιών**

### **6.1 Εφαρμογή για υπηρεσίες έξυπνου φωτισμού, έξυπνης στάθμευσης αλλά και διαχείρισης υδάτων από τηλεπικοινωνιακό πάροχο**

Η Cosmote είναι ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός πάροχος όπου σε συνεργασία με τον δήμο της Πάτρας υλοποίησε με την βοήθεια τεχνολογίας NB-IoT εφαρμογή για υπηρεσίες έξυπνης στάθμευσης και φωτισμού.

Για να υλοποιηθούν οι παραπάνω εφαρμογές χρειάστηκε να τοποθετηθούν αισθητήρες για την διαχείριση της έξυπνης στάθμευσης αλλά και αισθητήρες για την διαχείριση της εφαρμογής έξυπνου φωτισμού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ενημέρωση των οδηγών μέσω ειδικής εφαρμογής κινητού application όπου θα ενημερώνει τον οδηγό που υπάρχει ελεύθερη θέση στάθμευσης. Επιπλέον το αποτέλεσμα της εφαρμογής έξυπνου φωτισμού είναι η διαχείριση του από πολλούς παράγοντες που υπολογίζονται μέσα από έναν αλγόριθμο όπου ανάλογα την εποχή την ώρα τις καιρικές συνθήκες αλλά και τις καταναλώσεις που υπάρχουν θα ανάβουν θα σβήνουν ή θα αυξομειώνονται οι λαμπτήρες και ο φωτισμός στους δρόμους.

Επίσης ακόμα μια συνεργασία της Cosmote με τον δήμο Μονεμβασίας έφερε ένα πολύ όμορφο αποτέλεσμα υλοποιώντας μια εφαρμογή διαχείρισης νερού με την βοήθεια της τεχνολογίας NB-IoT.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Υλοποίηση Κατασκευής

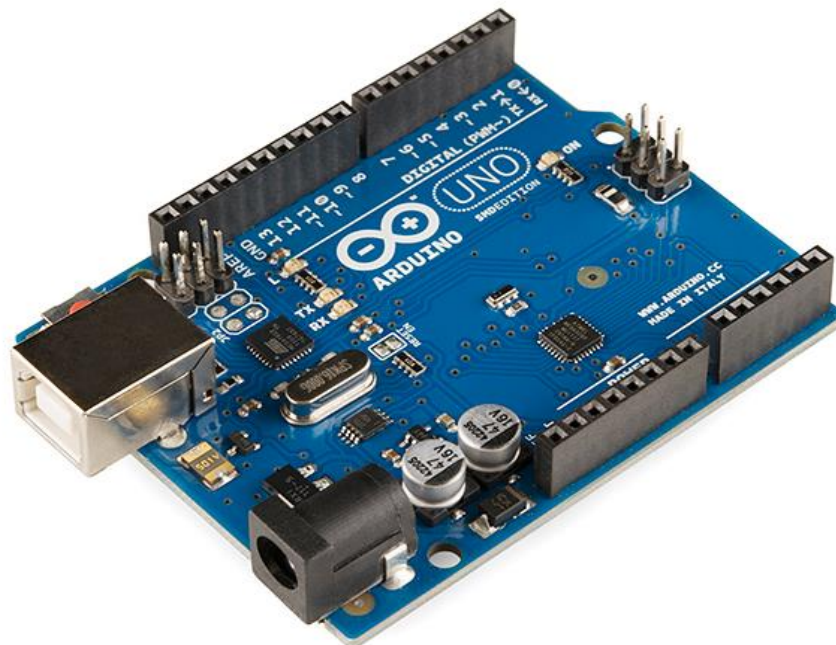
### 7.1 Υλικά και Εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν

Για την συγκεκριμένη κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω modules και εξαρτήματα:

- ✓ Πλακέτα Arduino Uno
- ✓ Πλακέτα GSM SIM808
- ✓ Αισθητήρες IR Sensor υπερθύρων
- ✓ Servo Motor

#### 7.1.1 Πλακέτα Arduino Uno

Η Συγκεκριμένη πλακέτα είναι μια μητρική πλακέτα ανοιχτού κώδικα προγραμματισμού η οποία ενσωματώνει έναν μικροελεγκτή εισόδου και εξόδου όπου προγραμματίζεται με την γλώσσα C++. Η συγκεκριμένη πλακέτα βρίσκει χρήση για διάφορα αναπτυξιακά projects όπου έχουν να κάνουν με ανεξάρτητα δια δραστικά αντικείμενα. Επίσης η πλακέτα αυτή έχει την δυνατότητα σύνδεσης με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων Pure Data, SuperCoiller κλπ. Η πλακέτα Arduino παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 24 - Πλακέτα Arduino Uno

### 7.1.2 Πλακέτα GSM SIM808

Η Συγκεκριμένη πλακέτα βασίζεται και χρησιμοποιεί τεχνολογία κινητού τηλεφώνου GSM για να παρέχει σύνδεση μέσω δεδομένων κινητής τηλεφωνίας σε ένα απομακρυσμένο δίκτυο. Ουσιαστικά από την άποψη δικτύου κινητής τηλεφωνίας είναι ακριβώς το ίδιο με ένα κινητό τηλέφωνο. Για να μπορέσει να λειτουργήσει η παραπάνω πλακέτα SIM808 θα πρέπει να εισαχθεί μια κάρτα SIM από κάποιο τηλεφωνικό πάροχο. Συνήθως αυτές οι πλακέτες προγραμματίζονται με κάποια συγκεκριμένα AT Commands (Attention Commands) που θα δούμε στην συνέχεια. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η πλακέτα SIM808.



Εικόνα 25 - Πλακέτα SIM808

#### 7.1.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά πλακέτας SIM808

Τετραπλή ζώνη 850/900/1800 / 1900MHz

GPRS multi-slot class 12/10

Κινητός σταθμός GPRS κλάσης B

Συμβατό με το GSM phase 2/2 +

Κατηγορία 4 (2 W @ 850 / 900MHz)

Κατηγορία 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)

Bluetooth: συμβατό με 3.0 + EDR

FM: 76 ~ 109MHz παγκόσμιες ζώνες με βήμα συντονισμού 50KHz

Διαστάσεις: 24.0 \* 24.0 \* 2.6mm

Βάρος: 3,30g

Έλεγχος μέσω εντολών AT (3GPP TS 27.007, 27.005 και εντολές AT ενισχυμένες με SIMCOM)

Εύρος τάσης τροφοδοσίας 3,4 ~ 4,4V

Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας

Θερμοκρασία λειτουργίας: -40 °C ~ 85 °C

### **7.1.2.2 Χαρακτηριστικά λογισμικού πλακέτας SIM808**

Πρωτόκολλο 0710 MUX

Ενσωματωμένο πρωτόκολλο TCP / UDP

FTP / HTTP

MMS

POP3 / SMTP

DTMF

Ανίχνευση εμπλοκής

Εγγραφή ήχου

SSL

Bluetooth 3.0 (προαιρετικό)

TTS CN (προαιρετικό)

Ενσωματωμένο AT (προαιρετικό)

## **7.2 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε**

- ✓ Arduino Software
- ✓ Tera Term
- ✓ Terminal.exe

### **7.2.1 Arduino Software**

Με την βοήθεια του παραπάνω λογισμικού υλοποιήθηκε ολόκληρο το πρόγραμμα το οποίο τρέχει όλη την κατασκευή που έχει να κάνει με το κομμάτι εισόδου και εξόδου του smart parking αλλά και το επικοινωνιακό κομμάτι που έχει να κάνει με την μεταφορά δεδομένων και επικοινωνίας με την πλατφόρμα ThingSpeak κάθε φορά που υπάρχουν μεταβολές στην είσοδο του smart parking σε πραγματικό χρόνο.

### 7.2.2 Tera Term & Terminal.exe

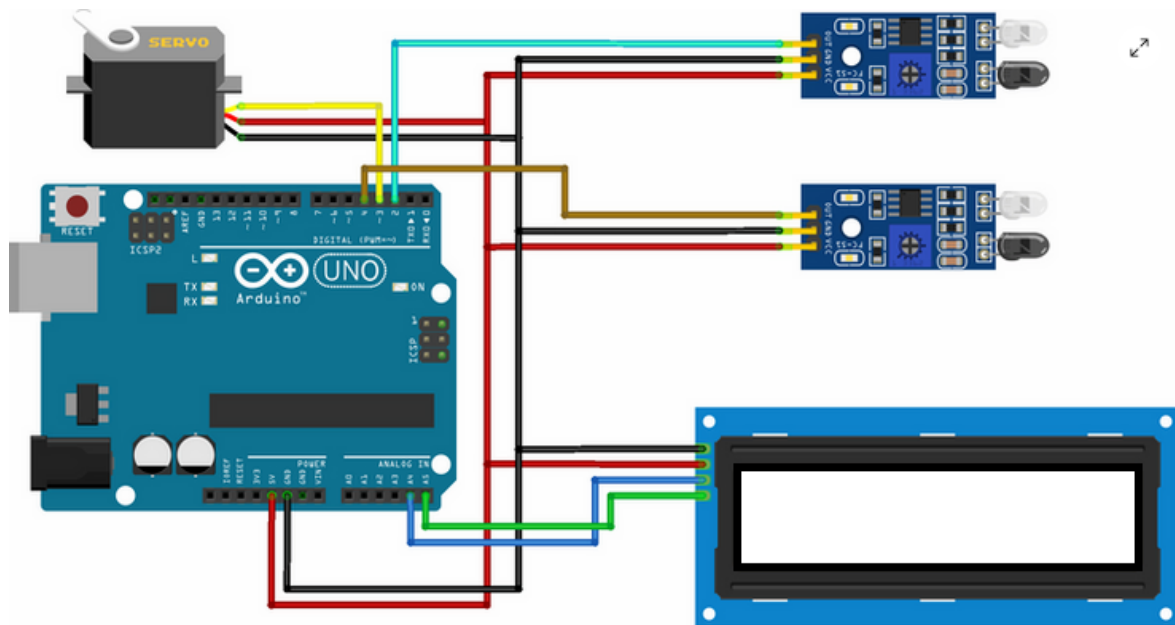
Τα παραπάνω δύο διαφορετικά προγράμματα λογισμικού συνέβαλαν στην αρχικοποίηση αλλά και κατανόηση των attention commands τα οποία έπρεπε για αρχή να εκτελεστούν ξεχωριστά από τον main κώδικα έτσι ώστε να βεβαιωθεί ότι το module λειτουργεί και εκτελεί ορθά όλες τις εντολές που χρειάζεται για να ξεκινήσει μια επικοινωνία με την πλατφόρμα ThingSpeak. Σε αυτά τα λογισμικά εκτελούνται μόνο AT Commands.

### 7.3 Πλατφόρμα για την ανάλυση αλλά και την συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Το ThingSpeak Internet of Things είναι μια πλατφόρμα όπου επιτρέπει σε διάφορους αισθητήρες ή και όργανα να στέλνουν δεδομένα στο cloud όπου εκεί όλα τα δεδομένα αναλύονται αλλά και οπτικοποιούνται.

### 7.4 Περιγραφή υλοποίησης

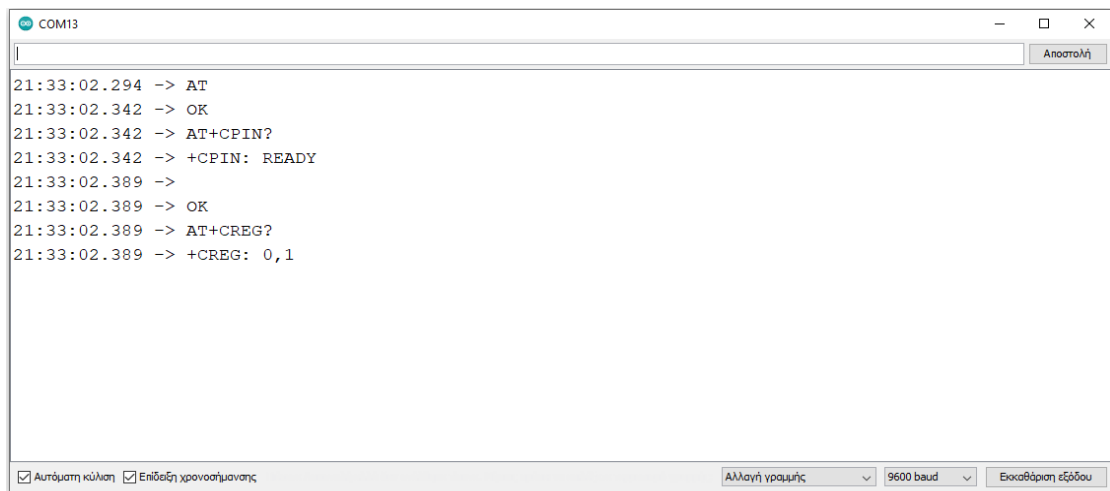
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η συνδεσμολογία του smart parking χωρίς να έχει τοποθετηθεί ακόμα το GSM module.



Εικόνα 26 - Συνδεσμολογία Κυκλώματος

Έπειτα τοποθετήθηκε το GSM module στα pins του Arduino 0,1 όπου αντιστοιχούν στα RX, TX του GSM module αντίστοιχα. Το GSM module τροφοδοτείται με συνεχής τάση 4,5V από εξωτερικό τροφοδοτικό και είναι συνδεδεμένο σειριακά με την πλακέτα του Arduino Uno.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι αρχικοποιήσεις που αναγράφονται στην σειριακή πόρτα επικοινωνίας από το πρόγραμμα Arduino.



**Εικόνα 27 - Αρχικοποίηση GSM SIM808 AT Commands**

Στην πρώτη γραμμή παρουσιάζεται ένα μήνυμα το οποίο αντιστοιχεί σε μια εντολή η οποία είναι AT, αυτή η εντολή στέλνεται έτσι ώστε να πάρουμε πίσω μια απάντηση η οποία θα είναι OK σε περίπτωση που το GSM λειτουργεί σωστά αλλιώς θα λάβουμε error σε περίπτωση που το GSM δεν λειτουργεί ή δεν υπάρχει επικοινωνία. Στην δεύτερη γραμμή αναγράφεται η εντολή AT+CPIN? , η συγκεκριμένη εντολή επιστρέφει απάντηση εάν η SIM υπάρχει αλλά και το PIN της είναι σωστό ή δεν υπάρχει οπότε προχωράει κατευθείαν στην απάντηση. Η απάντηση σε περίπτωση που το GSM έχει δεχτεί την SIM και έχει μπει το PIN σωστά, θα επιστρέψει την απάντηση CPIN: READY, αλλιώς, θα επιστρέψει CPIN: Error. Στην επόμενη γραμμή ρωτάμε με την βοήθεια της εντολής AT+CREG? , εάν υπάρχει data plug και εάν ναι τότε θέσε τις τιμές 0,1. Οι τιμές 0,1 για κάθε module ξεχωριστά διαφοροποιούνται. Στο συγκεκριμένο module οι τιμές 0,1 θέτουν το module σε data plug. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την παραπάνω αρχικοποίηση με την βοήθεια του Arduino Uno.

```

1 void call_connect_sim() {
2   gprsSerial.println("AT");
3   delay(1000);
4   //read
5   gprsSerial.println("AT+CPIN?"); //
6   delay(1000);
7
8   gprsSerial.println("AT+CREG?"); //
9   delay(1000);
10
11  gprsSerial.println("AT+CGATT?");
12  delay(1000);

```

**Εικόνα 28 - Κώδικας αρχικοποίησης GSM με την βοήθεια AT Commands**

Έχοντας κάνει τις απαραίτητες αρχικοποιήσεις, το επόμενο βήμα είναι να θέσουμε το σωστό APN ανάλογα με τον πάροχο κινητής τηλεφωνίας που έχει επιλεγθεί έτσι ώστε να συνδεθεί το GSM στο δίκτυο. Παρακάτω στην εικόνα παρουσιάζονται οι εντολές που χρειάστηκαν για την αρχικοποίηση του παρόχου, πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται το APN της Vodafone.

```
gprsSerial.println("AT+CSTT=\"internet.vodafone.gr\"");  
delay(1000);
```

**Εικόνα 29 - Αρχικοποίηση πάροχου**

Το APN για την Vodafone και πιο συγκεκριμένα στην Ελλάδα είναι το internet.vodafone.gr, οπότε βάζοντας αυτό με την βοήθεια της εντολής AT+CSTT θέτουμε τον πάροχο με τον οποίο έχουμε επιλέξει. Στην συνέχεια θα πρέπει να φτιάξουμε μια επικοινωνία με TCP πρωτόκολλο η οποία θα μας επιτρέψει να συνδεθούμε με την πλατφόρμα στην οποία έχουμε επιλέξει να γίνει η συλλογή των δεδομένων μας αλλά και η απεικόνιση τους, στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ο κώδικας που έχει εφαρμοστεί έτσι ώστε να ανοίξουμε έναν διάυλο επικοινωνίας με την πλατφόρμα.

```
gprsSerial.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"api.thingspeak.com\", \"80\");  
delay(6000);
```

**Εικόνα 30 - Αρχικοποίηση πρωτοκόλλου TCP**

Έπειτα αφότου έχουμε ανοίξει τον διάυλο επικοινωνίας σειρά έχει να εφαρμοστεί η επόμενη εντολή AT Command η οποία θα ξεκινήσει σε πραγματικό χρόνο να στέλνει δεδομένα στην πλατφόρμα ThingSpeak όπου εκεί με την σειρά της θα μας απεικονίζει τις εναλλαγές που θα γίνονται μεταξύ των αισθητήρων IR Sensor. Η συγκεκριμένη εντολή παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

```
gprsSerial.println("AT+CIPSEND");  
delay(4000);
```

**Εικόνα 31 - Έναρξη επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο**

Αφού έχει γίνει η έναρξη επικοινωνίας πλέον μπορούμε να μεταδώσουμε τις πληροφορίες από τους αισθητήρες στην πλατφόρμα. Από την πλατφόρμα δίνεται ένας API KEY ο οποίος υποστηρίζει ένα συγκεκριμένο URL για την αποθήκευση και κατεύθυνση των δεδομένων μας σε πραγματικό χρόνο. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η εντολή με την οποία μπορούμε να μεταδώσουμε τα δεδομένα μας στην πλατφόρμα.

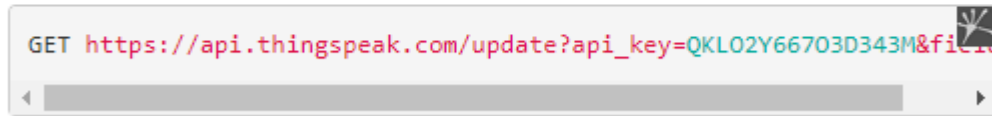
```
String str="GET https://api.thingspeak.com/update?api_key=QKLO2Y66703D343M&field1=1";  
Serial.println(str);  
gprsSerial.println(str); // stelnei apotelesmata
```

**Εικόνα 32 - Αποστολή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο**

Στην παραπάνω εικόνα εφαρμόζεται με την εντολή GET η διεύθυνση που αποθηκεύονται τα δεδομένα μας. Επίσης, απεικονίζεται το API KEY που μας έχει δοθεί από την πλατφόρμα.

## API Requests

### Write a Channel Feed



Εικόνα 33 - API KEY απο την πλατφόρμα ThingSpeak

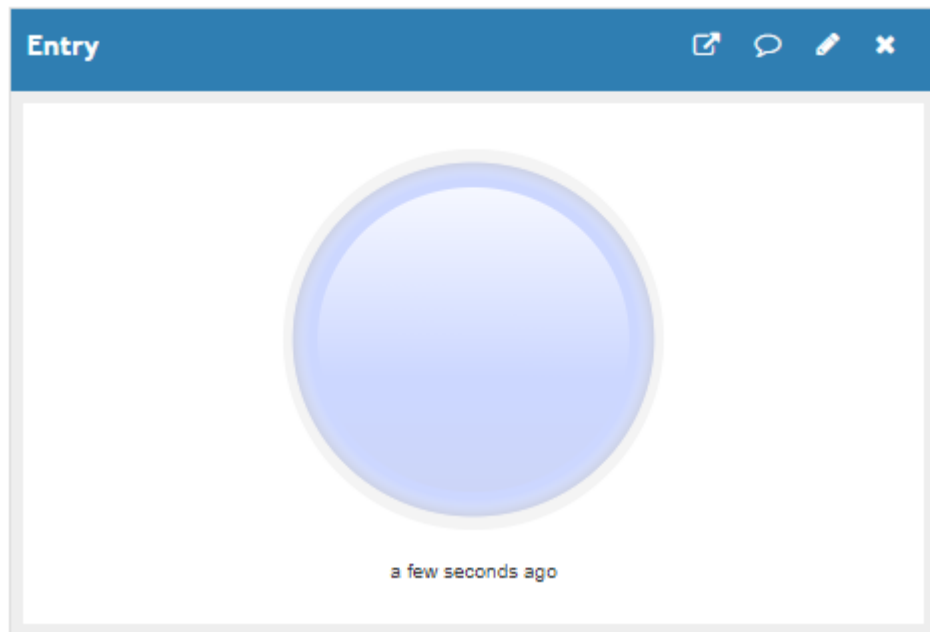
Πλέον μπορούμε να δούμε τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο να εναλλάσσονται στην πλατφόρμα. Όταν η είσοδος-έξοδος του smart parking είναι κλειστή τότε το LED που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα είναι σε κατάσταση ON.



Εικόνα 34 - Κατάσταση εισόδου-εξόδου ανάλογα με την κατάσταση του LED

Σε περίπτωση που η είσοδος του smart parking αλλάξει κατάσταση, δηλαδή από κλειστή σε ανοιχτή, τότε υπάρχει μεταβολή και στην κατάσταση του LED, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 34.





**Εικόνα 35 - Κατάσταση εισόδου-εξόδου ανάλογα με την κατάσταση του LED**

Τέλος στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται όλα τα μηνύματα τα οποία αποστέλλονται σε πραγματικό χρόνο με αποτέλεσμα την αλλαγή κατάστασης του LED. Τα αποτελέσματα του παραδείγματος παρουσιάζονται στην σειριακή επικοινωνία του Arduino για κάθε μια από τις ενέργειες και εντολές που εκτελούνται.

```
00:28:00.666 -> AT+CIPSTART="TCP","api.thingspeak.com","80"
00:28:00.761 -> OK
00:28:00.761 ->
00:28:00.761 -> CONNECT OKGET https://api.thingspeak.com/update?api_key=QKLO2Y66703D343M&field1=14&field2=16&field3=1
00:34:58.154 -> AT+CIPSTART="TCP","api.thingspeak.com","80"
00:34:58.236 -> OK
00:34:58.236 ->
00:34:58.236 -> CONNECT OKGET https://api.thingspeak.com/update?api_key=QKLO2Y66703D343M&field1=24&field2=26&field3=2
00:35:31.862 -> AT+CIPSTART="TCP","api.thingspeak.com","80"
00:35:31.944 -> OK
00:35:31.944 ->
00:35:31.944 -> CONNECT OKGET https://api.thingspeak.com/update?api_key=QKLO2Y66703D343M&field1=14&field2=16&field3=1
01:03:09.341 -> AT+CIPSTART="TCP","api.thingspeak.com","80"
01:03:09.435 -> OK
```

**Εικόνα 36 - Σειριακή επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ Arduino και GSM**

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στις μέρες μας ο ψηφιακός κόσμος έχει μπει στις ζωές μας για τα καλά. Πλέον ο κάθε άνθρωπος ψάχνει τρόπους και λύσεις για το πως θα διευκολυνθεί στην καθημερινότητα του. Η τεχνολογία έχει κάνει τεράστια βήματα προόδου μέχρι και σήμερα. Αυτό φαίνεται και στην καθημερινότητα των ανθρώπων από μια απλή είσοδο σε ένα σούπερ μάρκετ, καθώς η είσοδος ανοίγει αυτόματα αφού υπάρχουν αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης, έως και οι πληρωμές μέσω ψηφιακού πορτοφολιού. Υπάρχουν και άλλες διάφορες ανάγκες του ανθρώπου όπως είναι η αυτοματοποίηση του χώρου στάθμευσης των οχημάτων. Υλοποιώντας και αναπτύσσοντας έναν τέτοιο έξυπνο χώρο στάθμευσης λύνεται σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα της κυκλοφορικής συμφόρησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση ρύπανσης του περιβάλλοντος όπως και την μείωση των ατυχημάτων κ.α. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως με την χρήση της τεχνολογίας NB-IoT η οποία σου παρέχει την δυνατότητα να στείλεις πολλά δεδομένα μικρά σε όγκο πληροφορίας. Ένα ευφυές σύστημα σαν αυτό που παρουσιάζεται έχει θετικό αντίκτυπο στην καθημερινότητα μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση κυκλοφορίας καθώς το χρονικό διάστημα που αναζητεί κάποιο άτομο χώρο στάθμευσης σχεδόν εκμηδενίζεται. Χάρη σε αυτό δίνεται η επιλογή ενός καλύτερου αλλά και ασφαλέστερου χώρου στάθμευσης εξοικονομώντας έτσι πολύτιμο χρόνο αλλά και χρήμα. Τέλος ο χρήστης ανά πάσα στιγμή μπορεί να λαμβάνει δεδομένα που αφορούν την κατάσταση του οχήματός του, του χώρου στάθμευσης καθώς και το χρηματικό αντίτιμο σε περίπτωση που είναι επι πληρωμή.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- A. Gupta, S. K. (2017). *Smart Car Parking Management System Using IoT. Sciend.*
- A. Gupta, S. K. (2017). *Smart Car Parking Management System Using IoT. Sciend.*
- Belissent, J. (2014). *Getting Clever About Smart Cities: New Opportunities Require.*
- Benioff, M. (2015). *Industrial Internet of things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services.*
- C. Vecchiola, R. C. (2015). *Deadline-driven provisioning of resources for scientific.*
- C. Vecchoila, R. C. (2015). *Deadline-driven provisioning of resources for scientific.*
- Collins, R. (2016). *Blockchain: A new architecture for digital content.*
- Fraga-Lamas, P. (2016). *A Review on Internet of Things for Defense and Public Safety.*
- H. Sundmaker, P. G. (2016). *Vision and challenges for realising the Internet of Things.*
- H.A.B Sulaiman, M. F. (2013). *Wireless based Smart Parking System using ZigBee.*
- Inc., G. (2015). *Gartner 's Hype Cycle Special Report for 2012.*
- Jaegers, G. (2017). *Theory and Applications of Models of Computation.*
- Karagiannis, V. (2015). *A Survey on application layer protocols for the Internet of Things.*
- L. Atzoi, A. I. (2015). *The Internet of Things: A survey, Comput Netw.*
- M. Y. I. Idris, Y. L. (2014). *A Review of Smart Parking and its Technology Information.*
- N., M. P. (2013). *Wireless Sensor Network and RFID for Smart Parking System.*
- P. Dharma Reddy, A. R. (2013). *An Intelligent Parking Guidance and.*
- P. Dharma Reddy, A. R. (2013). *An Intelligent Parking Guidance and Information System by using image proccesing technique.*
- P. Saichaitanya1, N. K. (2016). *Recent trends in IoT.*
- Preethi, D. N. (2014). *Performance Evaluation of IoT Result for Machine Learning.*
- R. Rangunathan, L. I. (2015). *Cyberphysical systems: The next computing revolution.*
- Suhas Mathur, T. J. (2017). *ParkNet: Drive-by sensing of road-side parking statistics.*
- T. S. Lopez., D. (2014). *Adding sense to the Internet of Things An architecture.*
- Thompson, S. (2017). *The preservation of digital signatures on the blockchain.*
- Y. Y. Leng, M. I. (2014). *Parking guidance system utilizing Wireless Sensor Network.*

Yu Liu, B. D. (2015). *Combination of Cloud Computing and Internet of Things (IOT)*.