

Αηνηκηθή Γηπισκαηθή Δξγαζία

NB-IOTs-BASED SMART CITIES: DEVELOPMENT AND EXPERIMENTATION
USING
SIM7000E AND ARDUINO

Κξίζηηηα Υαμηιάλπ

ΠΑΝΔΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΤΠΡΟΤ



ΣΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάηορ 2019

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΤΗΡΟΤ
ΣΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

NB-IOTs-BASED SMART CITIES: DEVELOPMENT AND EXPERIMENTATION
USING
SIM7000E AND ARDUINO

Κρίζηια Υαπλάος

Δπηβιέπσλ Καζεγ εηήρ
θ. Αληξέαο Πηηζηηι ίδεο

Ζ Α ηηνηηήΓ ηη σκ αηηηθ Δξγαζία ππνβι ήζεθε πξνο κεξηηήεπι ήξσζ ε ησλ αηηηήζεσ λ
αποθηεζεο ηηπ ηηπρίηπ Πι εξθ νξηηήρ ηηπ Σκήκαηηο Πιεξνθ νξηηήρ ηηπ Παλεπηζηεκίηπ
Κχπξπ

Μάηηο 2019

Δεσπίζηερ

Πένηα απφ φια ζα ήζεια λα εθθξάζσ ηηοπέξηηηεο επραξηζήεο κλπ ζηνλ επηβιέπνλ ηα ζεγεή κλπ θ. Αλξέα Πηήηη ιδε ν νπνίνο κε επείεκε γηα ηελ ηξέρνλ δεπσκαηηθή εμαζία θαη κλπ έδσζε ηελ επθαξία λα κειεήζσ, λα κάζσ λα αλνπεκέξνκαη κέζα απφ δεσνζέο δπζννίεο θαζσο θαη λα γεκίζσ κε λέεο αλεηθέηεο γλσζεο. Σνλ επραξηζηή ηδηαία γηα ηελ θαλνδήγεζε ηνπ θαη ηελ πνιηηηθή βνήζεηα ηνπ. Δπηνένλ ζα ήζεια λα επραξηζηήζω ηδηαία ηνλ θ. Ηθσβν Ηάλλν ν νπνίνο ήηαλ θαζ'φηη ηελ δηάξθεηα εθπλεζεο ηεο δεπσκαηηθήο εμαζίαο θαη θαδί κε ηην γλσζεο, ηην εκπεξία θαη ηην πνπδεμία ηνπ κε βνήζεζε ζε φηα ηα δεήκαηα ηεο εμαζίαο ηδηαία ζα ηελν νγνύ.

Σην ζεκείν απηή ζα ήζεια λα εθθξάζω ηην επραξηήεο κλπ ζην πξνζπηηθό Παλεπηζηεκίο Κχπνπ νη νπνίηη κε βνήζεζα λ ζε νπνηαδήπνηε πξνβιήκαηα αληηθαηπάζα κε ηνπο εκπεξεηεζέο.

Σέην ζα ήζεια λα επραξηζηήζω ηξνλ ηελ νηθνλνμία κλπ φζν θαη ηνπο θίηνπο κλπ πνπ κλπ πξφζεζαλ ηε δεηήηην ζήξημε θαη θαηάθεζε φηα απηά ηα ρφια.

Περίληψη

Σα ηγειεπνιά ρξφλθα παξαηεξείηαη ε ζαγδαία εμείηηε ηνπ internet of Things ε νπνία πξάγκαηηπνπνίεηαθέξζο ηνλ ΗΨ ζπζθεπήλ θαηεθαξγνπλ θαηζπλεπν επέθεξε ηελ αλείηηε ηεο ζεθεξήλ επνρή. Απαζαίηεηε πξνπφξεζε είλαη ν ΗΨ ζπζθεπέο θαηεθαξγνέο λα ρεξηνκνπνιύλ απνδνηηθά θαη λα ζπκβαίλνπλ ζηελ αλάπηημε κηω έκπλεο πνίεο, πξνζέξνλνλ δηψλζα νθέηε ηφζν ζηνπο πνίεο ηεο φςν θαη ζην ίδην ην πεξηβάλλν. Κάπηηααπφ ηα νθέηε πνπ ζα κπνύλ ράι λα πξνζέξνπλ είλαηε πξνβλεπνύκε ζε γηαηε ηήε νπνία ζα είρε σο απφξξεηα λα ζο ζνχλ ρεηώδεο άιζέζπνη θαη πεξηηπζέο θαζψο θαη ε πξνβλεπνύκε ζε γηαππεξβν ηφ ζφξεπν ψζε ν άιζέζπνο λα ζο ζεί απφ κφλθα πξνβν ήκαηα πγείαο. Γηα λα κειεηάηε απηφ απφ απηή θαηηαζίζε ζε ζε πξάγκαηηπνπνίεηα πξέπεη ν ΗΨ ζπζθεπέο λα είλαη ζπλεπν ζπλδεθεκέο ζην Γηαδίθηπν θαη λα ρεξηνκνπνιύλ έλα απνδνηηφ θαη ραθεί ή ηζρχν ηξφπν γηα ηε ζχλδεζε ηνπο ζε απηφ ψζε λα κελ είλαη απαζαίηεηε ε ζπνιή αι ηαγή ηνλ κπαηαηηπλ ηνπο.

Παξφηε ηελ αλείηηε ηνλ ΗΨ ζπζθεπήλ ηα πξνβν ήκαηα ζπλδεζήκεηαο είλαη γεγνλφ αθνχ ν ηξέρνλ ηερννλνγίεο αδπλαηχλ λα ππνζέηεζνπλ ηφζν ηε ζπλερή ζχλδεζε ηνλ ζπζθεπήλ φςν θαη ηελ εμνιφκεζε ηεο κπαηαζίαο ηνπο. Σα ηεηεηεξάπξνβν ήκαηα πξνέπνπλ αλ ηφζο ηεο απφζπν ηνπνζέζν ηνπο κε απνείδεζκα ην ζήκα λα αδπλαθεί λα ηηάζεη ζηνλ πξνζέξνλ ηνπ. Δπηπένλ, πξνβν είηαη ε απνζέηαγγηζε ηεο κπαηαζίαο ηφζο ρήζεο κε γηα ηεξεο ηζρχν γηα λα ζηαί. Έηη απαζαίηεηε πξνπφξεζε ήκαηε άκεζε δεκνπξία λέοο ηερννλνγία Μεηά απφ κειεηε ηνπο επηέρζεο λα ρεξηνκνπνίεζν ζε δηπσκαιηή εξαζία ε ηερννλνγία Narrow Band Internet Of Things (NB-IoT), ε νπνία κπνύλ ζε λα ηεξήζεη φηα ηα ηεηεηα πνπ ρεηάδνλ. Ζ NB-IoT, είλαη κηα λέα αζχμαηε ηερννλνγία ε νπνία ρεξηνκνπνίεηα ζε δίθηπν επείαο πεξηηρή, επηηεηεψλεηα ζηελ ραθεί ή ηαηηεηα κειεηνύζεο δεδνκέοοο θαη ζηελ επηηή κειεηνύζα ηνπο φπνπ θαηα βεζίζνλ ληα ην ζπζθεπέο.

Ζ ηξέρνλ δηπσκαιηή εξαζία έρεη ζνπφ λα ζπκβαίηεηε δεκνπξία κηω έκπλεο πνίεο ε νπνία ζα κπνεί λα πξνβλεπνύηε ηνπο θαηνίηνπο ηεο γηαδηψλζα ηιέγνλ δεηήκαηα φπσο ηελ έλδεημε πξόηαηη, ηνλ ζφξεπν ζε δηψλζεο πεξηηρήο θαζψο θαη γηα ηηαηεηα ζπλζήθεο. Δπηέρζεο θαλ ν ηξεία ηηεο ελεκεψζ εηοδνηηήο ζήζεο θαλ ν ηηπν ζεκαλ ηηεο ηελ πξνζαζία ηνπ αλζέψπνπ θαζψο θαη γηα ηελ πξνζαζία ηνπ πεξηβάλλν. Γηα λα κπνύζεηε λα πξάγκαηηπνπνίεζν απηφ ρεξηνκνπνίεζεο θαλ ηάπηηεο ΗΨ ζπζθεπέο νπνίεο ππνζέηεζνπλ ηελ ηερννλνγία NB-IoT πνπ πεξηηάηεηε ηηπνπάλσ ψζε λα επηηγξάηεηε ζπλερή ζχλδεζε ζην Γηαδίθηπν. Αλ θαηεηεηεξν ζνπφ είλαηα ηνπνζέηεζνλ ρεηώδεο ζηαηηεο ζπζθεπέο ζε δηψλζεο πεξηηρήο ηεο Κχπνπ θαηα εηεκπνπλ δεδνκέα ζς ηφζν ζηαηηαίηα ηεο δηπσκαιηή εξαζίαο ρεξηνκνπνιύλ ηηηεξεο ρήζν λα είλαη ζηαηηεο, ψζε λα γίηεηα αλαπαζαίηεηε ηνπ ζπζήκαηα Λακβάλνλ ηα δεηαδή ηα απαζαίηεηα δεδνκέα απφ ηηα ζπζθεπέο θαη αλαπαζηηπλ ηε έκπνλ ηξφπν (ρεξηνκνπνίεηα ην «fuzzy logic») ζηνπο θαηοίηνπο κέζσ κηω δηαδνηαηήεο θαηεκαγέο ε νπνία είλαη εχνν α δηαζέηεηε.

Πεπιεσόμενα

Κεφάλαιο 1 Διζαγυγή	1
1.1 Γεληθή εηζαγγή	1
1.2 Πεξηγηάθη θαηΚίλεην	2
1.3 Σπορνο ηεο εξγαζίαο θαη Συιεηζθνξά	4
1.4 Γνκή Δξγαζίαο	5
Κεφάλαιο 2 Background	7
2.1 Δηζαγγή: Συλδεξηκησηησλ ΗΣ ζπ ζθ επψλ	7
2.2 Βαζηθά ραξακτηρηζηηκά ηεο NB-ΙΟΣ ηερλν γίαο	9
2.3 Σξφοπο ιεηηγίαο ηεο NB-ΗΣ ηερλν γίαο	12
2.4 Άια ιαθηηώ ηερλν γίο πνπ ρξεζηκνποιήλ αδεινδνηέ κέλ θάζκα: LTE-M θαη EC-GSM-IoT	17
2.5 Σερχνι νγίο πνπ ρξεζηκνποιήλ κε αδεινδνηεκέλν θάζμα: LoRa θαη SigFox	20
2.6 (NB-IoT vs LTE-M vs EC-GSM-IoT)vs (LoRa vs SigFox)	21
2.7 Απειγγή ηεο NB-HvΣγηαιελ διπι σκαηηθή εξγαζία	24
2.8 Fuzzy Logic	25
2.8.1 Σξφοπο ιεηηγίαο	26
2.8.1.1 Αι γφξηςκο:[24]	27
2.8.2 Θεηηκά ραθαθεξηζηηκά ηνπ Fuzzy Logic	28
Κεφάλαιο 3 Σχεδιαζμόρ	29
3.1 Πξνδηωξάθεο	29
3.2 Απαητήζειοδοηοηηπαθήο εθαζκγήο	30
3.3 Απειγγή Βάζεο Γεδνκέλσ λγηαπωνζήθεπε ησλ κειηήζεσ λ	32
3.3.1 ΣρεδιάρκοΒάζεο Γεδνκέλσλ (πεξηγηάθη ER δηαράάκακονο)	32
Κεφάλαιο 4 Μεθοδολογία	37
4.1 Hardware	37
4.1.1 Συσθεπέο	37
4.1.1.1 ARDUINO	38
4.1.1.1.1 Απειγγή ARDUINO Uno R3	38
4.1.1.2 SIM7000E ARDUINO NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield	40

4.1.2 Αηζζεήεο.....	42
4.1.2.1 Sound Sensor.....	43
4.1.2.2 Flame Sensor.....	43
4.2 Software.....	44
4.2.1 laravel framework.....	44
4.2.2 Δπηνγή XAMPP server.....	46
Κεθάαιο 5 Τλοπείηη	47
5.1 ARDUINO.....	49
5.1.1 Έλζε θ α έργο ζπζθεπλ θαη αηζεήεο.....	49
5.1.2 Γεκνηγία βάζεο Γεδνκέο.....	52
5.1.3 Τι νπνίε ε θπδηθα arduino θα έργο κειήεο.....	53
5.2 Γηδηθηπαθή εθαξκγή.....	57
5.2.1 Γεκνηγία ηεο Γηδηθηπαθήο Δθαξκγήο.....	57
5.2.2 Έλζε Βάζε Γεδνκέο – LARAVEL θα LARAVEL-ζπζθεπλ έο ARDUINO ..	58
5.2.3 Πεξηγξαφή ηεο tabs ηεο Γηδηθηπαθήο εθαξκγήο.....	62
5.2.3.1 Areas Tab.....	63
5.2.3.1.1 Υήζε ην fuzzy logic ζε εθαξκγή.....	68
5.2.3.1.1.1 Υήζε fuzzy logic ζε λα εθλ απνθ έηε ηε ηε λ ζε ζπν	
ζηηε ζε ηε.....	68
5.2.3.1.1.2 Υήζε fuzzy logic ζε λα εθλ απνθ έηε ηε ηε λ θα ζε	71
5.2.3.2 Explore Tab.....	74
5.2.3.3 Map Tab.....	77
5.2.3.4 History Tab.....	80
Κεθάαιο 6 Αηολόγηη.....	83
6.1 Δηζαογή.....	83
6.2 Αμνηφεζε -Αλά ηε Δ ζε ηε ηε νγίη.....	84
Κεθάαιο 7 Συμπεζάμα ηα και Μελλονηκά Σχέδια.....	92
7.1 Συμπεζάμα ηα.....	92
7.1.1 Συμπεζάμα ηα εζ ηε ηε νγίη.....	92
7.1.2 Γεληθηζα Συμπεζάμα ηα.....	93
7.2 Μει νηηά ζε.....	96

Βιβλιογραφία	95
Παράπλημα Α.....	986
Παράπλημα Β.....	100
Παράπλημα Γ	101
Παράπλημα Γ	104
Παράπλημα Δ	105
Παράπλημα ΣΤ.....	111

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ:

Πίνακα 1 : Υαπακηπτιζ ηικά NB-IoΣ ηεσνολογίαρ.....	17
Πίνακα 2 : Υαπακηπτιζ ηικά LTE-M ηεσνολογίαρ.....	18
Πίνακα 3 : Υαπακηπτιζ ηικά EC-GSM-IOT ηεσνολογίαρ.....	19
Πίνακα 4 : Σςνοπηικά σαπακηπτιζ ηικά ηεσνολογιών πος σπηζιμοπ οιούν license spectrum	19
Πίνακα 5 : Σςνοπηικά σαπακηπτιζ ηικά ηεσνολογιών πος δημιοσπγήθηκαν για ηην ςπ ος ηήπξη ηυ ν IoΣ ζςζ κεςών	23

ΚΑΤΑΣΑΛΟΓΟΣ ΣΥΗΜΑΣΩΝ:

Σχήμα 1.1: Θετικά Χαρακτηριστικά NB-IoT	10
Σχήμα 1.2: Χρήση της NB-IoT τεχνολογίας από πλήθος συσκευών ανάλογα με το Δίκτυο που συνδέεται	13
Σχήμα 1.3: Αποστολή παράλληλων δεδομένων χρησιμοποιώντας 12 κανάλια με 15HZ guard space.....	15
Σχήμα 1.4: Συνοπτική σύνδεση συσκευών χρησιμοποιώντας την NB-IOT τεχνολογία...	16
Σχήμα 1.5: Παράδειγμα fuzzy logic με κάποια fuzzy data sets και με τα membership function τους.....	26
Σχήμα 1.6: Παράδειγμα fuzzy logic με κάποια fuzzy data sets εξόδου και με τα membership function τους	27
Σχήμα 4.1: Arduino Uno R3.....	40
Σχήμα 4.2: Sim7000E Arduino NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield	42
Σχήμα 4.3: Sound Sensor.....	43
Σχήμα 4.4: Flame sensor	44
Σχήμα 4.5: Αναπαράσταση MVC μοντέλου.....	45
Σχήμα 5.1: Αναλυτική σύνδεση συσκευών ARDUINO	50
Σχήμα 5.2: Έλεγχος μέσω του ARDUINO IDE	52
Σχήμα 5.3: Area Tab διαδικτυακής εφαρμογής με παρουσίαση της προκαθορισμένης κεντρικής περιοχής.....	64
Σχήμα 5.4: Area Tab με αναλυτικά ηα βήματα για επιλογή ενημέρω ζήρ ζηροπικού : καινού ,θυ ηάρ ή θοπόβος για κάποια ζςγκεκπ ιμένη πεπιοσή.....	65
Σχήμα 5.5: Area Tab με εμφάνιση ιστορικού καιρού μιας επιλεγμένης περιοχής.....	65
Σχήμα 5.6: Area Tab με εμφάνιση μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας	66
Σχήμα 5.7: Area Tab με εμφάνιση πρόβλεψης καιρού κοντινών περιοχών (σε ακτίνα 5 km).....	67
Σχήμα 5.8: Παπάδειγμα αποηελέζμα ηορ fuzzy logic όζο α θ οπά ηον θόπςβο ζ ε πεπιοσέρ.....	71
Σχήμα 5.9: Παράδειγμα αποτελέσματος fuzzy logic όσο αφορά τον καιρό.....	73
Σχήμα 5.10: Αναπαράσταση explore Tab	75
Σχήμα 5.11: Συνέχεια αναπαράστασης explore Tab	75
Σχήμα 5.12: Περιγραφή χαρακτηριστικών της NB-IoT τεχνολογίας.....	76
Σχήμα 5.13: Περιγραφή χαρακτηριστικών της συσκευής Sim7000E	76
Σχήμα 5.14: Ενέργειες που μπορεί να πραγματοποιήσει ένας χρήστης στο Map Tab.....	77
Σχήμα 5.15: Εμφάνιση αναζήτησης μιας συγκεκριμένης περιοχής.....	78
Σχήμα 5.16: Εμφάνιση μηνύματος σε περίπτωση μη εύρεσης της περιοχής	78
Σχήμα 5.17: Περιοχές και πληροφορίες περιοχών που βρίσκονται έως και 5km μακριά	79

Σχήμα 5.18: Μήνυμα σε περίπτωση μη λήψης μετρήσεων στη συγκεκριμένη πόλη	80
Σχήμα 5.19: Αναπαράσταση του History Tab	81
Σχήμα 5.20: Συνέχεια Αναπαράστασης του History Tab	81
Σχήμα 5.21: Εμφάνιση των ιστορικών δεδομένων της υγρασίας της προηγούμενης εβδομάδας.....	82
Σχήμα 5.22: Εμφάνιση των ιστορικών δεδομένων της ατμοσφαιρικής πίεσης του προηγούμενου μήνα.	82
Σχήμα 6.1: Αποτελέσματα 1 ^{ης} ερώτησης	84
Σχήμα 6.2: Αποτελέσματα 2 ^{ης} ερώτησης	85
Σχήμα 6.3: Αποτελέσματα 3 ^{ης} ερώτησης	85
Σχήμα 6.4: Αποτελέσματα 4 ^{ης} ερώτησης	86
Σχήμα 6.5: Αποτελέσματα 5 ^{ης} ερώτησης	86
Σχήμα 6.6: Αποτελέσματα 6 ^{ης} ερώτησης	87
Σχήμα 6.7: Αποτελέσματα 7 ^{ης} ερώτησης	87
Σχήμα 6.8: Αποτελέσματα 8 ^{ης} ερώτησης	88
Σχήμα 6.9: Αποτελέσματα 9 ^{ης} ερώτησης	88
Σχήμα 6.10: Αποφελέζμα ηα 10 ^η επώηηζηρ.....	89
Σχήμα 6.11: Αποτελέσματα 11 ^{ης} ερώτησης	89
Σχήμα 6.12: Αποτελέσματα 12 ^{ης} ερώτησης	90
Σχήμα 6.13: Αποτελέσματα ερωτήσεων 13 & 14.....	91
Σχήμα 7.1: Γραφική παράσταση υπόλοιπου μπαταρίας συσκευών ARDUINO	94

Κεθ άλαιο 1

Διζαγυ γή

1.1 Γεληθή εξασγρή.....	1
1.2 Πεξηγξθή θαΚίλεξν.....	2
1.3 Σπφρνο ηεο εξασζίαο θαη Συλεηζθνζά.....	4
1.4 Γνκή Δξασζίαο.....	4

1.1 Γενική εισαγωγή

Αμηνζεκείσ ηε είλαη ε εμέι ημ ηεο ηερνι νγίνο ε νπνία μεθίλεζε κε ηελ κεηαξξνπνίη ησλ
 θπζηνημλ πζπνσλ πηπλ ζε απηά εζγαιεία θαη έθταζε κέρξη ηελ απηνκαηνπννίεζε κε ηε
 βνήζεηα ησλ ΗΣ ζπζθεπνλ θαηεθαξνγνγλ. Ζ ζεκεηηή επνρή, ινπνλ, ρααθηεξίηεηαη σο
 κηα λέα έμπλε επνρή αθνχ ζρεδνλ ηα πάληα έρνπλ απηνκαηνπννεξεί ζπκβαί ινγσο ηελ
 επέηηθε δσή ηνπ αλζξωπνύ είδνπο. Γηα ηελ θαηαλέζεη ηνπ ηζρπνπ κε ηνλ νπνίν
 δεκηηέρζεθε, απαζάηεηε είλαη ε αλαδξνκή ζην παξειζνλ, ε νπνία πααπέκπεη ζην
 Γηώθηηνπ θαη ζηνεθηέια ζηα αλζξωπάηηα.

Σα αζχ ξκαηα δίθηπα δεκηντζίηζεο αλ κε πξσηαξηηφ ζηφρν ηελ εηηθηή επηθηηοιία ηοι αλζξψπνι φπνι θαη βξίζθνλ ηο επηθεξνλαιο έηη ηελ ζαγαδαία αλάπηηκε, γηα απηφ θαη ρααθηεξίδνλ ηα ηα ηο ηα ζεθεί ηα ηεο ζεθεξηλίο επνρήο. Σπνεπσο, κε ην πέξαζκα ηοι ρξφλοι δεκηντζίηζεο ε θαη ε έλληα ηνπ Ηηηernet of things(IoT) ε νπνία θαηνρξίζζε ηελ αλεί ημ ηεο ζεκεξηλίο επνρήο. Σπγθεθξηκέλα, δεκηντζίηζεο αλ ΗΨ ζπζθεπέο θαηεααζκνέο νη νπνίεο ρέξηκνπνλ ηα ηηνπάλοο δίθηπα γηα ηελ επηθηηοιία κεηαμ ηνπ θαηθαέροπλ ηπεξίαζρν ζφιν ζηελ εμεί ημ απή. Κπεηηεξνζηφρνο ηνπ ΗΨ είλαη ηα θαηαθηήζε ην Γηωδίθηπν ζπλδένλαιο εθαηνκκεζεα ζπζθεπέο ζε απηφ ψζε ηα πάμεηη ηήζεο απηοκαηνπνίεζε . Κπεηηεξνζηφνπφο ηεο ζχλδεζεο ζην Γηωδίθηπν είλαη ε απνζηην ή θαη ιήζε ηε πεξννζηηψ ψζε ηα κπννχλ νη ζπζθεπέο ηα εηέγρολ ηα εμ απνζηηάζεο, ηα ελεκεψνλ ηα θαη λαεηα νχλ θάπηηεο ελεέγεηεο.

Αμνηστέος ην είλαη φηη ην ΗΨ κπνύεη λα επηηξεπεί ηζάγθαηα ηα νπνία δελ ήηαλ εθ ηηθ λα επηηρεπνύλ ζην παξείζφλ. Μπνύεη λα δεκηπνύεη έλα «έκπλν ζπίηη» ή κηα «έκπλε πφιε» κέζα απφ ηελ ρήζε ην ΗΨ ζπζθεπνύλ θαη κέζα απφ ηελ πηνπννίεζε ηνλ θαηάηηεηολ εθαξκνγνύλ γηα ηελ δηαρείξηζε ηνλ ζπζθεπνύλ απηνύλ Ζ δεκηπνύεηα ελφο έκπλνπ ζπηηηηαζνύ ά ηελ ζχλδεζε νηησπύλ θαηάηηεηολ ζπζθεπνύλ θαψο θαη ηνλ έηεγξν ηνπο κέζα απφ ηην δηφθνύεο εθαξκνγέο. Μεηηθά παξαδεύκαηα είλαη ε απηφκαηε ελεξγνπνίεζε θαη απελεξγνπνίεζε ηνπ ζπζήκαηνο ησ ηηζκνχ ζην ζπίηηηφλ νηηαζέηεηεο δηαζχλδννχλ ηελ αλζξψπηλε παξνπζία, ή αθνκε ε εθ ηηθή απελεξγνπνίεζε ηνπ ζπζήκαηνο κέζσ κηα εθαξκνγήο ζην ηηηηφ. Σε νπνιφδήπνηε πεξίπησζε ζνπφο είλαη ην ΗΨ λα ννέζεη ζην ζηνλ κείνζε ελεξγεηα θαη ζηνλ δηεθφηπλζε ηνπ αλζξψπνπ. Απφ ηελ άηε ε δεκηπνύεηα κηα έκπλεο πφιεο αθνύ ά ηελ ζχλδεζε δηφννύολ αηζέηεηεο ζε δηφνύεο πεξννέσζε λα ελεκεψλε ηνλ ρήζεη γηα θάπνηε επηζθεηέο δξαζηεξηφηεηεο φπσο ηελ εχξεζε ελφο parking, ηνλ ελνπνύεηα κηα ησ απφ αηζέηεηεο ψζε λα απνθπαλχλ θαηαζέην, ηνλ ελνπνύεηα κηα περηνρή κε δπλαμ ζφξβν ψζε λα απνκπαλχλ πνβν ήκαηα πγείαο ην. Γεηηφθεζν ζνπφο κηα έκπλεο πφιεο είλαη λα ζπκβαίεη ζηνλ πνύεηα ηφζν ηφζν ηνπ αλζρπνπ φζν θαη ηνπ περηνύνν. Γηα λα παγακηνπνέζεη απηφ απαξαίηεην είλαη λα δεκηπνύεηα ζηνλ εθαξκνγέο θαη λα ηνπνθέηε ζηνλ ζπζθεπνύλ ην επηηρεπνύλ, πνύεηα έλνηαο κηα γήγνξε θαη απνέηεζκαηη ελεκεύζε.

Γεηηφθεζα πνιύ νίεζε επλεηέο ηηηηνπνέζεηαλ ψζε λα ελεπλίζνπλ βαζκνύεηα ην ΗΨ θαη λα παγακηνπνέζνπλ ηην εθαξκνγέο θαη ηηο ζπλδέζεηεο φζν ηην επνθδνύεηε γίηεηα. Ζ έξεπλα απηή ηνπο νδήγεζε ζηνλ εχξεζε έσο ηηηνλ νηηα λα ζπλδέξνπλ ηηο ζπζθεπνύλ θαη λα περηνπύλ βέηηε ζχλδεζε ζην Γηαίηηαλ αθνχ νηηαζέηνπνέο αδπαηνχζα λα ην παγακηνπνέζνπλ απηφ. Οη έσο ηηηνλ νγίεο ρέηεηα ηνπνέο εηάρεηε ηξνχ γηα απνζηνή ή θαη ήε δεδνκέο ζε ζχγθεηε κε ηηηεο παρηνπνέο. Σν επσο, απφ έρεηε απνέηεζκα λα κελ είλαη απαξαίηεηε ε ζπρλή αηεαγή ζην κπαξέηεο ην ΗΨ ζπζθεπνύλ πνπ ρέηεηα ηηηεο νγίεο απηέο

1.2 Πεπνπαθή και Κίηηηη

Όπσο παξαηερείηαη ηη επηάα ρφλν ηηηηεζα θαηά ηελ θαηνηαζέηε περηνδνπ πηέμαλ θαηαζέην ζε κεγάεο εηαζεηεο γεο ηφγσ θαζζέηεεζε έο ελεκεύζεο γηα χπαμε ππθθαγέο κε απνέηεζκα λα θαηαζέηαη δάζε, περηνπύεο θαψο θαη λα παρηνπύλ αλζρπνπλεο απνέηεο. Δπην ένλ, έξεπλεο έδεηαλ φηη έλαο άλζξσπο βηηηηθαζεκε ηηα ζφξβν κεγάεο έηεζεο ηηηδπαρεη κε κφλν παρην ήκαηα πγείαο. Πνιύο θνύεο νηηα ελεκεύζεο θαη ζνλ δελ είλαη αηηηην νηηε δέηνπλ ηελ πξφβηεζε θαη ζνλ

ζπγθεθξηκέλεο πεξηνρέο, εζηηῶνληαηγεληθῶρεζα ζηηοδηῶνζ εο πφιεηο Σν θπξηηηεξνείλαηε ηερλνγία λα βνεζά ηνλ ἄλζξῳπν ψς ηε λα απνηεξέζεη φςεο πεξηζζφρεζεο θαη ἡζνθέο θαη αππνιεηεο ζπκβαίλνπλ η φγσ ππεζθαγηψλ, λα ηνλ πξνεηδνπνηήζεη γηα ηε δεκηηεξία ηηξφλ πξνβλ εκάηεολ πγείαο η φγσ ππεξβνλ ηῶλ ζνζχ βνπ θαζψο θαη λα ηνπ πξνζέθεη περπία θαη αῶξηθῶ ελεεξγεία ηνπ θαηλνχ. Γηα λα πξαγκαηνπνηεζεί απηφ ρεηρῶδηα ηα ηνπνζεηεζνχλ θάπνηεο ΗΨ ζπζθεπέο ζε θαηάηεηα ζεθεία νη νπνίεο πξέπεη λα έρνπλ ζπλεξγία ζχλδεζε ζην Γηῶθηπν ψς ηε λα ζηεί νπλ ηα απαζαίηεηα δεδνκέλα πξνζέθεη έλνγην έηηη περπία θαη ζπλεξγία ελεεξγεία.

Οκσο, φπσο παξαηήξεζαλ θαη νη πεξηζζφρεζνι εξεπλεηέο, πῶς νπλ πξνβλ ἡκαηα ζπλδεζηηαη αῶν νη πῶς νπλ ελεεξγεία δεκνπνζνχλ λα πνπζηεξίμνπλ ηελ επηηδνλεηηθή θαη ζπλεξγία ζχλδεζε ηεο ΗΨ ζπζθεπῶλ ζην Γηῶθηπν. Οσο απνηεξεζα δεκηηεξγίεο λα έεο ηερλνγία γηα λα ην επηηρλνπλ απηφ. Σπγθεθξηκέλα ε θάζε ηερλνγία δεκηηεξγίεο γηα λα εμπεξεηεί ζπγθεθξηκέλεο πεξηηεξεηεξ εηηαπαζαίηεηα είλαη αηεηεζνχλ πξνγνπῶς παρζεί ε απφθαζε γηα ην πνηα είλαη θαηάηεηα. Σπνεπψ, ηφζν ε αλάγε γηα ηε δεκηηεξγία κηα έμπλεο πφιεο ε νπνία ζα πξαγκαηνπνηεί ηα παξαπάς φζν θαη ε ερεζε ηεο θαηάηεηεο ηερλνγίαο γηα λα πξαγκαηνπνηεζεί απηφ νῶγεζαλ ζηελ ηξέρνλ δηηη σκαηηθή εζγαζία.

Ζ δηηη σκαηηθή εζγαζία εζηηῶεηαη ἄξηα ζηηο έεο ηερλνγία νη νπνίεο έρνπλ δεκηηεργεί γηα ηελ επηηδνλεηηθή απηή ζχλδεζε ηεο ΗΨ ζπζθεπῶλ θαη ζπγθεθξηκέλα εζηηῶεηαη ζηελ θαηάηεηε ηερλνγία πνπ ζα πξέπεη λα ρεζηηκνπνηεζεί ζηηο ζπζθεπέο ψς ηε:

- λα επηηηρλνπλ ε κηαδνζε ηεο δεδνκέολ φζν δπζξφζηηεο θαη λα είλαη νη πεξηνρέο πνπ βξίζηνληαη νη ζπζθεπέο
- λα κπνεί λα επηηρλνπλ βείηηε εμνθλφθεζε κπαηζίαο κηε ρήζε εηάρεηεο ηζρψ ψς ηε λα κελ είλαη απαζαίηεηα ε ζπλεξγία ζπλεξγεία ηεο ΗΨ ζπζθεπῶλ
- λα κπνεί λα εθαξκνζεί εχνηα ρείεο ηελ δεκηηεξγία λένπ Γηηηπν
- λα πῶς νπλ ΗΨ ζπζθεπέο πνπ ζα ηελ πνπζηεξίμνπλ
- λα ρεζηηκνπνηεί ην Γηηπν επείαο πεξηνρῶ(WLAN)

Αῶν επηηρζεί ε ηερλνγία θαη νη ζπζθεπέο πνπ ζα ζηεί νπλ ηηαπαζαίηεηαο κηα ζηηεξία ν θπξηηηεξνζνπφν είλαη λα δεκηηεργεί κηα δηῶθηπαθή εθαξκνγή πνπ ζα πξνζέθεη περπία ελεεξγεία ζηνπο ρήζηεο γηα φηεο ηηαπεξηνρέο ηεο Κχπνπ κέζσ ηεο ζπζθεπῶλ απηῶλ. Σπγθεθξηκέλα ν θάζε ρήζηεο ζα κπνεί λα ζπλδεζεί ζηε δηῶθηπαθή εθαξκνγή

Κεφάλαιο 6: Σν θεθάι αην απηφ πεξηέρεηηελ αμηνιφγεζε ηνπ ζπζήκαην απφ δηθλν νπφ ρήζεο. Ζ αμηνιφγεζε πξαγκαηνπνηήζεθε κε εξσ ηεκαηνιφγη πνπ δφζεθαλ ζε απηνρσ κεηά πνπ ρέζεηνπνίεζα λ ην ζχζεκα θαη κεηέπει αλαηνληα νη απαλήζεο ηνπο απφ ηα εξσηεκαηνιφγηα.

Κεφάλαιο 7: Σν θεθάι αην απηφ πεξηέρεη θάπνηα γεληθά ζπκπεράζκαηα ηα νπία ιήζεθαλ κε ηελ νηήζεο ηεο δηπσκαηηθήο εξαζίαο θαψο θαη γεληθά ζπκπεράζκαηα απφ ηελ αλάπζε ηεο αμηνιφγεζεο πνπ πξαγκαηνπνηήζεθε ζην πξνεγνχκελν θεθάι αην. Δπηηέλ ην θεθάι αην απηφ πεξηέρεη θάπνηα κειεηηθά ζρέδηα ηα νπία ζα κνλνζαλ λα πξαγκαηνπνηεζνχλ ζε απηή ηε δηπσκαηηθή εξαζία.

Κεφάλαιο 2

Background

2.1 Διζωσγή: Συλδεζηκηρηηα ησλ ΗΣ ζπ ζθ επψλ.....	7
2.2 Βαζηθά ρααθηεξηζηηκά ηεο NB-ΙΟΣ ηερλνι νγίαο.....	9
2.3 Σξφπνι ηεηνπξγίαο ηεο NB-ΗΣ ηερλνι νγίαο.....	12
2.4 Δλαι ιαθηηθφ ηερλνι νγίο πνπ ρεζηκνπνηηήλ αδεηνδνηεκέλφ θάζκα: LTE-M θαη EC-GSM-IoT	17
2.5 Σερλνι νγίο πνπ ρεζηκνπνηηήλ κε αδεηνδνηεκέλφ θάζκα: LoRa θαη SigFox	20
2.6 (NB-IoT vs LTE-M vs EC-GSM-IoT)vs (LoRa vs SigFox).....	21
2.7 Δπηγνή ηεο NB-ΗνΣγηαηελ δπη σκαηή ή εηγαζία	24
2.8 Fuzzy Logic.....	25
2.8.1 Σξφπνι ηεηνπξγίαο.....	26
2.8.1.1 Αι γφξηκνο:[24].....	27
2.8.2 Θεηηκά ρααθηεξηζηηκά ηνπ Fuzzy Logic.....	28

2.1 Διζωσγή: Σνδεζημφηηηα ηνν ΙοΣ ζζ κεςών

Όπσο πξναλαθέξεθε ε πξνπάζρνπζε ηερλνι νγίο δελ κπνύλ λα πνύλεημνπλ ηελ ζπλεξγία ζχλδεζε ησλ ΗΣ ζπ ζθ επψλ ζην Γηδίδηην. Σα θπζηηθέα πξνβι ήκαηα ζπλδεζηκηζηηα νεί νλνμζηηελ απφζηηη ηνπ ζπ ζθ επψλ αθνχ αλ βξίζην νλνμζηηε απθαθξέο ή ζε δπζπφζηηεο γεσγξαθηθέο περηνξέο θαζηζηήλ δχζνι ε ηελ ζχλδεζε ηνπ ζην Γηδίδηην. Σν ζήκα πνπ κηαδίδεηαη απφ ηην ζπ ζθ επέο απηφ εμαζζεί ιφγσ ηεο απφζηηεο πνπ πξέπεη λα θαηρσηεξέηη λα θαάξηη ζηνλ πξνμνηζκφ ηνπ , ή ιφγσ απνξξφθεζεο ηεο ελέρηηαο ηνπ απφ κγάλα εκφδηα Σπλεπσο, ε ζχλδεζε ησλ ζπ ζθ επψλ απηψλ είλαη δχζνι ν λα πξαγκαηνπνεί. Δπηένλ, ηα ηξέρσλ θπζηηθέα δίδηηα αδπλαηήλ λα πνύλεημνπλ ηελ εμνηλφκεζε ελέρηηαο ζην ΗΣ ζπ ζθ επέο αθνχ δελ έρνπλ βει ηηήνπνπνπνπ ζηε δίδνζε ζπάλησλ κηψλ αξηζκψλ δεδνκέλσλ. Δίλαη θαηά επαζκέλα κε ηέηηηηηεσψ ηε αλ έλα ζήκα πξέπεη λα θαηρσηεξέηη απφζηηε γηα λα θαάξηη ζηνλ πξνμνηζκφ ηνπ, ηφπ πξέπεη λα δίδννεί κε κγάληηε ηζρχ πξνθαηψλ ηελ ηαεία απνζηηάγγηε ηεο κπαηάηηαο.

Γεληθηξεα θάζε ΗΨ ζπζθεπή έρεη ηελ δπλαηφηεηα λα ζπλδεζεί θαη λα επηθηηζηήζεη κε άηεο ζπζθεπέο αθνχ επηέκεηα απφ ηηο δπλεο ζπρλνκήζε. Ζ επηηγή απή είλαη βαζηζκέιε ζηηο πεξεζίεο πλπ ζέηεηα ρέε ηωπνηήζε. Γηα πεξεζίεο αλαθεθδνζε ο δεδνκέο (π.ρ βίηεη), νη νπνίεο απαηηνχλ πείηεηε ζπζκφ δηδνζε ο δεδνκέο λ ψζεηα απνηαπνχλ δηηνπέο ζηελ ζχλδεε, είλαη απααίηεηα ρέεηεηε πείηεηε δπλε ζπρλνκήζε. Αλ ρέεηεηα ζηείηεηα αλαβαζκίζεη δεδνκέα, ηφτ κπνεί λα ζπλδεζεί ζε ραεί ή δπλε ζπρλνμήζε λ ψζεηα θαη ζπζκφ κηεφεε ζπζκφ δηδνζε ο δεδνκέο. Σε θάζε πεζίηεζε είλαη απααίηεηα νη ζπζθεπέο λα ζπλδεζνχ επηθηηζηή θαη λα πααείλπλ ζπλδεκέο κεηαδίδνληαο παγακηηά δεδνκέα ζε ραεί ή ηζρχ λ ψζεηα γίεηε βέηεηε εμνηηλφκεζε ηεο κπαηάηεο.

Σν Γίηεην επεάηεο πεηηηή ραεί ή ηζρχο (Low power wide area network -LPWA) απηεί ήλ ηδαηθηέε ιζε γηα ηε επηθηηζηή ζχλδεε ζε ραεί ή ηζρχ. Σν LPWA έρεη ζεδηαζεί κε ηέηεηε ηζφπ λ ψζεηα ζπλδέε ζπζθεπέο ρέεηεηε πλπ ραεί ή ηζρχ θαη πααίηεηα λα επεηηέηεη δσή ηεο κπαηάηεο γηα αζέηα ρφηηα Δμνηηή ηεο ρήζε ο ραείνχ εχπ δπλεο επηηηήηεηε κεηαηεζε θάηε δηηην. Βαζηζκέο ζην πζσηφνι ν LPWA δεκηπζήζεθ αλ νη ηεηνίεο : ε NB-IoT, ε LTE-M, ε EC-GSM-IoT LoRa θαη SigFox, νη νπνίεο αλαηηρζεθαλ εηηηήηε ηηο ΗΨ ζπζθεπέο. Οη έηε απέο ηεηνίεο ρέεηεηε πλπ ραεί ή εχπ δπλεο γηα ηε ζχλδεε ηολ ζπζθεπλ ζην δηδίηεην, κεηαδίδνπλ κε ραεί ή ζπζκφ δεδνκέο θαη επηηηήηε επηθηηζηή ρήζε ηεο κπαηάηεο αθνχ ρέεηεηε ηε έλζεηε γηα λα κεηαψζνπλ ηα δεδνκέα. Γεληθηέα νη LPWA ηεηνίεο κπννχλ λα θαεγνηεηε ζχλδεε : ηεηοίεο πλπ ρέεηεηε ηε αδεηνδνμέλ θάζκ α (unlicensed spectrum) γηα ηελ ζχλδεε ηολ ΗΨ ζπζθεπλ ζην Γίδίηεην θαη ζε ηεηοίεο πλπ ρέεηεηε ηε αδεηοδνμέλ θάζκ α (licence spectrum) γηα ηελ ζχλδεε ηολ ΗΨ ζπζθεπλ ζην Γίδίηεην.

Οη ηεηοίεο LoRa θαη SigFox είλαη δχν ηεηοίεο νη νπνίεο ρέεηεηε ηε αδεηοδνμέλ θάζκ α ο απηείεζκα ην θφηηνο αγνάο λα είλαη κηεφεε ιφγ ρήζε ο δζεάλ ζπρλνμήζε. Αμνζεθείηε είλαη επίζε ε κεγάηε θάηε (κέρεηηα 100km+) πλπ παγακηηηήηε κέζε ηεο αλνιηαγή παθέο. Ζ ρήζε ηνπο είλαη θαηάηεηε γηα ζπζθεπέο πλπ δελ απαηηνχλ ζχλδεε ζην ηηηη Γίδίηεην. [1] Σν γκζήεα είλαη ελνίηεο wifi ιζε ηε ρέεηεηε ηε ζπλδέε ο γηα ζπζθεπέο πλπ κεηαδίδνπλ κηεφ αηηζκφ δεδνκέο θαη απαηηνχλ εμνηηλφκεζε ηεο έλζεηε ηνπο Γεληθηέα φη νη ζπρλφ ηε είλαη Γίδίηεην είλαη γηηηηέο πζναιηηε παεεβνίεο ζε απηεο απηείεζκα λα απμάηεηε ρφλν ζχλδεε ο ηολ ζπζθεπλ. Έηε ηε κηηέηεκα πλπ πζναιηε είηεηε ηε ρήζε ηολ ηεηοίεο LoRa θαη SigFox είλαη επεφθίεε παεεβνίεο κεηαη ηολ

πξνθείκελσλ ζπζθ επψλ αθνχ ρξέζηκνπνηνχλ δσξέαλ ζπρλφπρθεσ γηα κεηάδνζε ησλ δεδνκέλσλ, σο απνηείεζθα λα κελ γίλεηαί εγρνο απνζήάζεσ λ κεηαμ ησλ ζπρλνήησλ θαη έηζη λα πξνβλεπηεί ηα ζπζθεβνίεσ.

Αλ ηεξέηεο νη ηερλνλνγίεο NB-IoT, LTE-M, θαη EC-GSM-IoT ρξέζηκνπνηνχλ αδεηνδνκέλν θάζθα(licence spectrum) δηάθνι δνλ ηω έηζη θαη ηεξέε πνηφηεηα ζηε ζχλδεζε, κεηαηεξέε αζθαίεηα θαη ηεηεηεηεηε ησλ δεδνκέλσλ φπσο πξάγκαηη πνηείεηε ηεξέε ζπλδεζήκελν θηεηεό ηερλνλνγίεσ. Δλα θηεηε ραηεηεηεηε ησλ ζε κήσλ είλαη φηηαλ εθπνλνχζε δηαδνξ εηεηε ζπρλφπρθεσ ηε κπνχλ λα ζπλπάζμνπλ ζε έλα δέηεπν ρξίσ λα πξνβλεπηεί ηεηεηε πξέεβνίεσ ζε απηφ. Σπνεπσσ ηα ζήκαηα πνπ εθπνλνχηε απφ απηέσ ηεσ ηερλνλνγίεσ αθνχ εθπνλνχζε ρακείεσ ζπρλφπρθεσ κπνχλ λα ζπλπάζμνπλ κε αίεηα ζήκαηα ηα νπνία εθπνλνχζε πρείεηε δπζθόλνι έηζη ηελ αθεηεηε ησλ ζε κήσλ ηνπ Γηηηχπ. Οη ηερλνλνγίεσ δεκνπξγίεσλ κε ηέηεηε ηεξέε λ κπνχλ λα ππνζηεηεηε ηα απφ ηα πάζεπλ θρείεηε δέηεηα LTE θαη GSM θαη λα κελ είλαη αηεηε ε δεκνπξγία λ έσλ δηηεηε πνπ ζα εηεηεηε ηε απηέσ. Σπνεπσσ απηφ εηεηε ηελ γέηεε εθαηεηε ησλ ηερλνλνγίεσ απηψλ.

Ζ θάζε ηερλνλνγία δηαδξακαίεηε κηε ηεξέε νηε νπνίε ηε Γηηεηε αθνχ κπνεί λα ζπλδεζε επηθδνκεηε ηεσ ΗΨ ζπζθεπέσ ζε απηφ. Πέξαλ ησλ θνηηψλ ηνπο ραηεηεηε ηε νηε ηερλνλνγίεσ έρνπλ δεκνπξγείε γηα δηαδνξ εηεηε πεηεηεηε ηεξέε θαη εηεηε ηεηεηε ηα ηαθάπνηα δηαδνξ εηεηε ραηεηεηε ηε. Αηεηε ηε πρνο φρζεε είλαηε θαηαφρζε ησλ δηαδνξ εηεηε ραηεηεηε ηε νπνίε απηέεηε θαη αίεηε ηε ηερλνλνγία ζε θάζε πεηεηε.

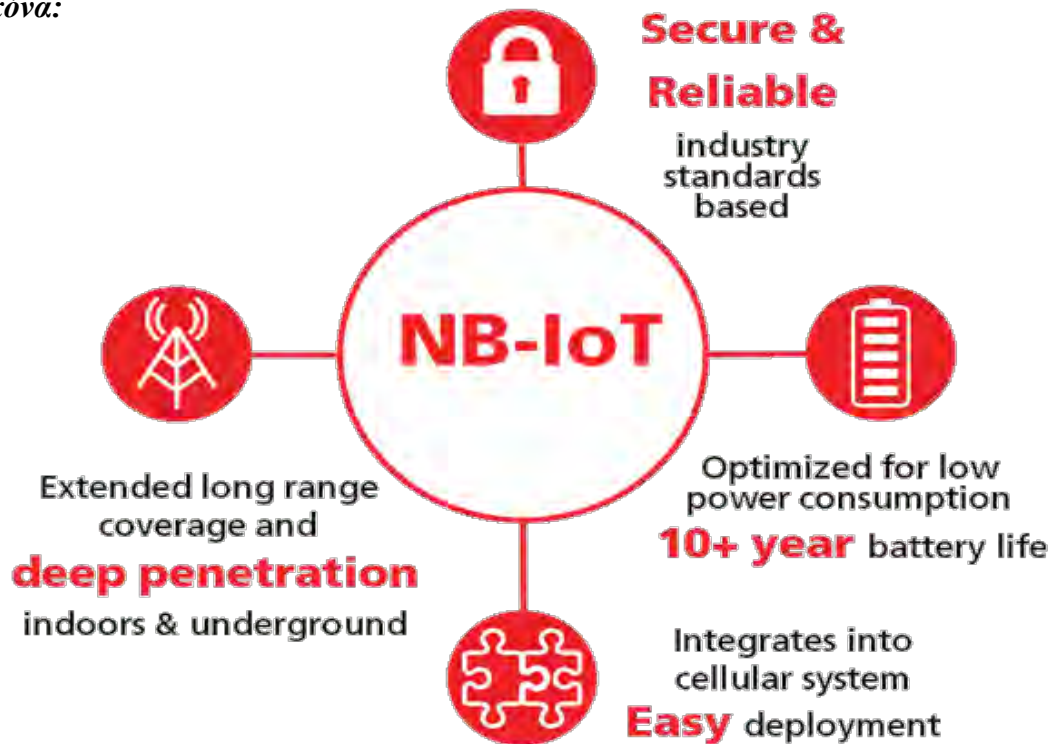
2.2 Βαζικά σαπακηηπικά ηηρ NB-IoT ηεσλνλνγίαρ

Σν Narrow Band Internet of things είλαη κηα Low Power Wide Area (LPWA) ηερλνλνγία ε νπνία δεκνπξγίεσ απφ ηελ 3GPP (3rd Generation Partnership Project) ην θαηνθαίεη ηνπ 2016 [2]. Σκνπο ηεσ αλάηεμσ ηεσ είλαη ε επηθδνκεηε ζπλδεζήκεηα ησλ ΗΨ ζπζθεπψλ. Σα βαζηηθά ραηεηεηε ηεσ είλαη:

- ε ρξίζε ρακείψλ ζπρλνήησλ ε νπνία έρεηεσ απνηείεζθα ηα ζήκαηα λα κπνχλ λα δηαλχπλ κηα κεγάε απφζηαζε θαη λα δηεηεηε κέζα απφ εκφδηα ρξίω λα εμαζζεηε ηνπ
- ε κεγάε δηάμεηεα δέηε ηεσ κπαηεηεσ φπνπ θπαίεηε ζηε 10 πεηεπν ρεφηεα
- ε ηεηεηε ππνζηεηε κέρεη 50 000 ζπζθεπψλ ζε θάζε θείε

- ε δηάζθ άι ηζε ηεο αθεξαηηηηαο θαη ηεο αζή άι επηο ησλ δεδνκέλσλ κε ηελ ρήζε έλφο αδεηνδνηεκέλνπ θάζκ αηνο (licence spectrum)
- ε εχθνη ε εθαξκγή ηεο ζε πάζρνλ θπς εη νηδηδήδίθηπα
- ην ρακειή θηζήνο αγνζάο
- ε ρήζε ηεο απφ ΗΨ ζπζεπέο πνπ ηεηηνίγνχλ κε κπαηζήέ

Μερικά από ηα θεηικά ταξαηηηηζήκά ηης NB-IoT ηεηνλνγίας θαίνοηαι και ζήην πην κάηω εικόνα:



Source: <https://www.u-blox.com/en/solution/technology/narrowband-iot-nb-iot>

Σχήμα 1.1: Θεηικά Χαραηηηηζηικά NB-IoT

Δπεξήγηζη ηαπακηηηζήκνν:

Deep penetration & long range cover: (ε ρήζε ρακειώ λ ζπρλνίησλ έρεησσ απνιείζκα ηα ζήκαηα λα κπνύλ λα δηαδύλνπλ κηα κεγάιε απόζηαζε θαη λα δηεηδύλνπλ κέζα από εκπόδηα ροζίο λα εμαζζέλνπλ):

Ραδηνθκαηα ρακειή ζπρλνίηηω παζάγνπλ έλα κεγάλ κήηνο θκαηνο θαηά ηε δηάδνζε ηνπ απνιείζκα λα κπνύλ λα δηάλνπλ κεγάλο απνζηάζεηο θαησο θαη λα δηεηδύλνπλ κέζα απφ εκπόδηα βηβλνλ ηα εηάξηζε εμαζζέλεζε. Έηζη αηνχ ε NB-Ψ

ρξεζηκνπνηεί ρακειή ζπρλωφεια, ηα ζήκαηα πλπ εθπέκνληαη ρξεζηκνπνηώληω ηελ ηερλνγία απή έρνπλ ην πην κέηηζα λα κπνύλ λα δηαλύλ κεγάιν απνζήαζεο θαψο θαη λα κπνύλ λα δηεηζδύλ κέζα απφ εκφδσ Σα ζήκαηα ιφγσ ηεο εηάρηεο εμαηζέιεζεο ηνπο δηαηέχλ ηελ αθεηαηεηα ηνπο κέρη ηνλ ηειφ πξνβλεξέκφ ηνπο Έηη ην ΗΨ ζπζθεπέο, ζπλδένληαη επηηξψο ζην Γηαδίηην ή παζακέλπλ ζπλδεδεκέλο ζε απηφ έηηο θαη α βξίζηνλ ηα βαζηά κέζα ζε πφρνηαηήηεηα ή θαζήα απ ην Base Station.

10+ year battery-life(ε δσ ή ηεο κπααζίαο ηπαίιεηα ζηα 10 πεξίπν ρόλοηα):

Τάξρνπλ αξθεηό πεξηηψζεο ζηηνλ πνίνο ην ΗνΨ ζπζθεπέο κε ηαδίλπλ δεδνκέλα ζε κε ηαηηή βάζε, έηη,ε NB-ΗΨ ηερλνγία αλαηηρξέε κε ηέηηη ηξψπ ψ ηε λα κπνεί λα πνύηε ζίκεηηα ζπζθεπέο απηόπνζν έχλνηαο ηνπο βέηηηε εμνιφκεζε ε ελέξγεηα. Απηφ δηθαίιεηα ζηνλ ηξψπν ρήζεο ηεο κπααζίαο ζε ζπζθεπέο πλπ είλαη αδπαλό ή ζε ιεηηργία. Οη ζπζθεπέο πλπ ρξεζηκνπνηώλ ηελ NB-ΗΨ ηερλνγία θαη παζακέλπλ αδπαλό γηα θάπνην ρνλφθν δώηεκα εθακφοπλ ηελ ιεηηργία εμνιφκεζεο ελέξγεηα (power saving mode) παζάγνληαο εηάρηε ελέξγεηα φηλ δελ ιεηηργνύλ. Οη απηόνη ζπζθεπέο ηέχλ ζε ιεηηργία, ιφγσ ρήζεο ρακειή ζπρλφηεηα απφ ην NB-ΗΨ (γχς ζηα 200KHz) έρνπλ σο απηή εζκαηα ζήκαηα λα εθπέκνληαη εηάρηε ηζρχ ζπκβαίλνληαο ζηελ εμνιφκεζε ελέργεηαο ησ ζπζθεπλ. Έηη,ε δσ ή ηεο κπααζίαο είλαη δπλαφλ λα δηαθέζεη κέρη θαη 10 ρφλν Σπλεπσο, κε ηελ ρήζε ηεο NB-ΗΨ ηερλνγίαο γίεηα εμνιφκεζε ελέργεηαο ζηηο ΗΨ ζπζθεπέο έηη δελ θαζίζηαη αλαγκαία εηαηηή αηαγή κπααξηψλ ζηηο εηαηηακχζηα ζπζθεπέο πλπ έρνπλ ζνφ λα ζπλδεχλ ζην Γηαδίηην.

Secure & Reliable (δηάηαη ίδεηα ε αθεηαηήηεηα αηαίεηα ηεο δεδνκέλσ):

Ζ NB-ΗΨ ηερλνγία ρξεζηκνπνηεί αδεηνδνκέλν θάζκα (licence spectrum) δηάηαη ίδνληαο θαη ηεξε πνηεηα ζχλδεζεο, πξνβλεξία, αηαίεηα ηαηαηεηα ησ δεδνκέλσ αηνχ πζαγκαηηηήηα ηεηνπνίεζε ζπζθεπλ φπσο γίεηα ζηηο έρνπζεο ηεηεο ηερλνγίαο. Οη ζπζθεπέο γηα λα ελσύλ ζην Γηαδίηην ρξεζηκνπνηώλ ηελ ηερλνγία NB-ΗΨ είλαη απααίεηα λα ρξεζηκνπνηήζνπλ κηα sim card. Αηνχ γίεηα ηεηνπνίεζε ησ ζπζθεπλ κέζσ απηή ηεο sim card φη ζε επηηαεί θαη ρήζε ηεο πεξέζαο.

Easy deployment(Η εύηνιε εθακγή ηεο ζε πάξρνλ ηπείν ηεηή δέηηα):

Έρεηρε δέηηα κε ηέηη ηξψπ ψ ηε λα κπνεί λα ιεηηργεί ζε ηέξνλ ηπείν ηεηή δέηηα, φπσο ην GSM θαη ην LTE. Αφγσ ησ ρακειή ζπρλφηεηα πλπ ρξεζηκνπνηεί, ην πνίνο

Οι ηξοπη δηθαίνλρη ζηελ πηνθάηο εηοφλα:



Source: <https://www.rfpage.com/specifications-and-applications-of-narrow-band-iot/>

Σχήμα 1.2: Χρήση της NB-IoT τεχνολογίας από πλήθος συσκευών ανάλογα με το Δίκτυο που συνδέεται

Αν λειοοργεί μέζω ηος LTE ήήε ηο θάζμα-ζοτνόηηηα(spectrum) παρέηηηαι ζηης IoT ζοζκεοές με ένα από ηοςοο δύο ακόλοοθοοοο ηρόποοο:

In-band operation: Γηαθάζε ζπζθεπή πηπ ζπλδέοηαοίλεη ηέλα θαηλνγέγν resource block κε φζε ζπρλωφηηα είλαη απαζαίηηε ηα ηελ θαηάηηε ιεηηνβέγία κέζο ηεο NB-IoT ηερλνγίαο.

Guard operation: Γεληθνπνίηα ην guard band είλαη έλα αξξέζην πνπ ηηθήκα ηνπ ζαδηνθάζκα ην (θάζκα πηπ παξέξεηα ηαδέζα επζε α π ηαζπζθεπή) πηπ έρεη ζπλδεδεκέλα απνθλνπνλ νη νηηηαζέηηηε παζεο βνιέο, δηαζέηαη ηδνλ ηελ αθέξαηα πηπ ηηηα ηεο ζαδεδέο. Έρεη ζπλδεδεκέλα εμαζέηαη ηελ ηαπηνφξνλε κεηάδνζε δεδνκέλσλ απφ ηηηηνο ζπζθεπήο ρηο έλα ππάζκνπλ παζεο βνιέο. Απν ηην αξξέζην πνπ ηηθήκα παξέξεηα ηηηηο ζπζθεπήο πηπ ρηο ζπλδεδεκέλε ηελ NB-IoT ηερλνγία.

Αν λειοοοργεί μέζω ηος GSM ήήε ηο θάζμα-ζοτνόηηηα(spectrum) παρέηηηαι ζηης IoT ζοζκεοές ωο ακοοούθωο:

Stand-alone operation: Σν GSM ρηο ζπλδεδεκένο ην TDMA γηα ηελ ηαπηνφξνλε ρηο ηηηα ηηηα ηηηα απφ ηηηηο ζπζκεπήο. Σν TDMA επηηηέηα ηελ ηαπηνφξνλε ζαδεδέο ζπζκεπήο ζηη

ζυγθεθξηκέλε ζυρλωφεηα ε νπνία παξέρεηαη απφ ηνπο κεησθνί είο(carriers), δημρσξί δνλνλνα ηελ ρήζε ηεο ζε ρζνλνί πξίδεο(time slots). Σπνεπσο αλ ε NB-ΗΨ ρξέζηκνπνηήζεηην GSM ε ρήζε ηεο ζα δημρσξί ηζεήθε βάζε ηνλ ρζφλν. Έηζηαλ ρηηάδεο ζπζθεπέο πνπ ρξέζηκνπνηνλ ηελ NB-ΗΨ ηεφλν νγία ζπλδεζνλ ζην GSM δίοηην ζα γίλεη δημρσξί ηζκφο ζε timeslots θαη ζα έρεη σο απννείεζκα ηελ ησπηφξνλε ρήζε ηνπ θαζκ αηνο ρσίο ηελ πξφθεηε νπνηνδύηηε παζεεβν ψλ.

Αθνλ γίλεηε ησπηνπνίεζε ησλ ζπζθεπνλ κέζσ ηεο sim card πνπ ρξέζηκνπνηνλ γηα ηελ ζπλδεζε ηνπο ζην Γηάδίοηην αθν νλ ζσ ο ζα επηηξάπει ε ρήζε ησλ ππεξεζηψλ ηνπ Γηηηχπν. Με βάζε ην Γίοηην πνπ έρνπλ ζπλδεθεί (LTE ή GSM) γίλεηην θαηά ηε ν δημρσξί ηζκφο γηα ρήζε ηεο NB-IoT ηεφλν νγία απφ ηήζν ζπζθεπνλ κε έλα απφ ηνπο ηξείο ηνπ πάλσ ηζφπνπ πνπ πεηηγξάθεθαλ. Σηηο ζπζθεπέο ζα δνζνλ ζπρλωφεηεο γηα downlink θαη uplink δεδνκέλσλ νη νπνίεο πνπ νγίδνλνλ ηε θαπνηεο ηεφλν πνπ χπνμν. Αλν φγσο κε ηελ θαζε αηεο ηεφλν νγία ρξέζηκνπνηνλ γηα ζπγθεθξηκέλεο ζπρλωφεηεο γηα αλέβαζκα δεδνκέλσλ. Γηα ην θαηέβαζκα ησλ δεδνκέλσλ νη ζπρλωφεηεο πνπ ζα δνζνλ θαζνξίδνλνλ απφ ην BS (Base Station). Σπγθεθξηκέλα ε ζπλνιή ζπρλωφεηα πνπ απαηηείηαη απφ ηελ NB-ΗΨ ηεφλν νγία γηα αλέβαζκα θαη θαηέβαζκα δεδνκέλσλ είλαη 180kHz. Γεηηφθεξα αλ ε ηεφλν νγία ρξέζηκνπνηεί full duplex mode ηφ επηηξάεη ησπηφξνλε αλέβαζκα θαη θαηέβαζκα ησλ δεδνκέλσλ, αλ φγσο ρξέζηκνπνηεί half-duplex mode ηφ επηηξάεη έλα απφ ηα δχν θαζε θνί. Γηα ην uplink θαη downlink ε NB-IoT ηεφλν νγία ρξέζηκνπνηεί FDD half-duplex mode, δεη αδή δελ κπννλ λα αλεβάδνλνλ θαη λα θαηεβάδνλνλ δεδνκέλα ησπηφξνλε. Μεηαμυ αλεβάζκαηνο θαη θαηεβάζκαηνο δεδνκέλσλ ππάζρεη έλα πζνζηα ηεπηηφπνπ αίζηη ην νπνίν παξέρεη αζθεηφ ρζφλν ψζε λα πζαγκαηνπνηεθεί απηή ε αηαγή θαη λα κελ ππάζμνπλ παζεεβνί. Αμνζεθείο ην είλαη φηη ε NB-ΗνΨ ηεφλν νγία έρεη θαπνηα παζφκνηα ραηηεηηηή κε ηελ γλσστή LTE ηεφλν νγία. Οη δχν ηεφλν νγίεο ρξέζηκνπνηνλ ηελ ηεφλν πνπ χπνμν OFDMA γηα downlink θαη ηελ ηεφλν πνπ χπνμν SC-FDMA γηα uplink. Σπγθεθξηκέλα ζηνλ NB-ΗΨ ζηείνλνλ 250kbps ζην downlink θαη ζην uplink :250kbps αλ είλαη multi-tone δεη αδή αλ αλεβάδνλνλ παζά ηεα δεδνκέλα, ή 20kbps αλ είλαη single-tone, αλ αλεβάδνλνλ ζεηηά ηα δεδνκέλα.

Υπήζη OFDMA γηα downlink:

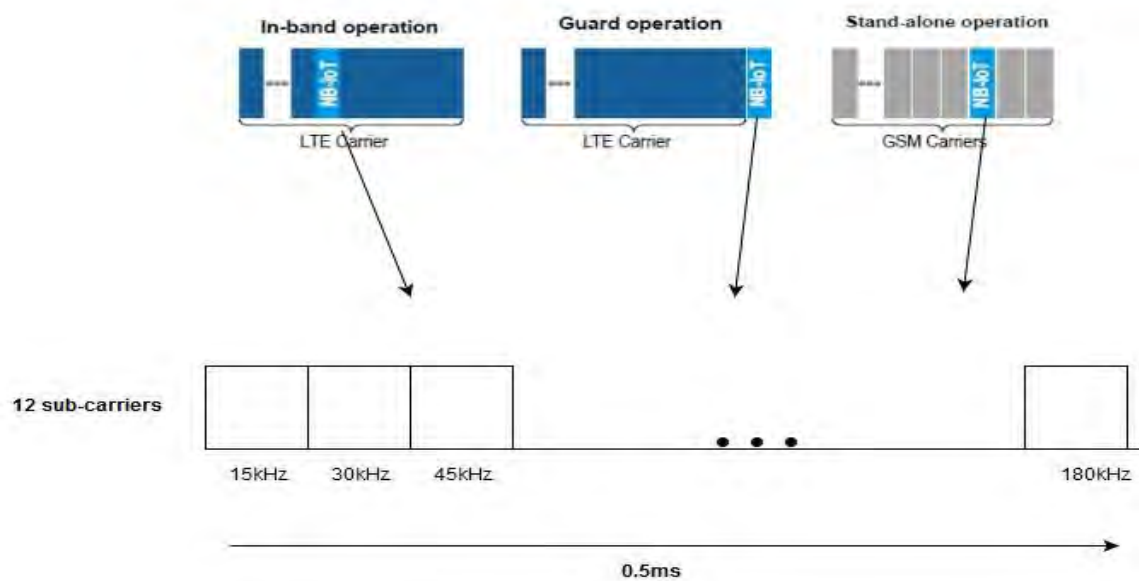
Ζ ζπγθεθξηκέλε ηεφλν πνπ χπνμν φπσο πζναλαθέξεθε ρξέζηκνπνηείηαη ζην δχν ηεφλν νγίεο NB-ΗΨ θαη LTE. Με ηελ OFDMA ηεφλν κπννεί λα πζαγκαηνπνηεθεί ησπηφξνλε θαηέβαζκα δεδνκέλσλ απφ ηήζν ζπζθεπνλ κε ηελ απνζηνή ή ησλ δεδνκέλσλ ζε δηάφοα θαλάνηα. Σα δεδνκέλα ζηείνλνλ παζά ηεα ρξέζηκνπνηνλ ηε θαλάνηα δηάφοηηηηη ζπρλνήησλ(sub-carriers). Ζ απνθπγή νπνηαδήπνηε παζεεβνί ήο κειαμ ησλ

θαλαί ηψλ γίλειρη κε ην λα είλαη (orthogonal) κειαμχ ηνπο. Σπγθεθξηκέλα ζηελ NB-ΗΣ ηερνιόγηα ρξήζηκε ην 12 θαλάηα ηα πνπ ην θαζέλα έρεη απφζηαζε 15kHz θαη ε ζπλνιή ζπρλωηή ηοι θαλαί ηψλ θπκαίλειρη ζην 180kHz.

Υπήζη SC-FDMA για uplink:

Ζ ΝΒ-ΗΣ ηέρνιόγηα ζηνλ αλέβαζκα ηοι δεδνκέλολ ππνζηεζίδει ηηο ηερνιόγηα multi-tone θαη single-tone. Σηελ ηέρνιόγηα multi-tone αλεβάνηρη παζαίλει ηα δεδνκέλα ελψ ζηελ ηέρνιόγηα single-tone αλεβάνηρη ζεζηηθά ηα δεδνκέλα. Αλ ρξήζηκε ηηο multi-tone ηηο γηα ηνλ αλέβαζκα ηοι δεδνκέλολ ζα ρξήζηκε ηηο 12 θαλάηα ηα πνπ ην θαζέλα ζα έρεη απφζηαζε 15kHz θαη ε ζπλνιή ζπρλωηή ηοι θαλαί ηψλ ζα είλαη 180kHz. Αλ ρξήζηκε ηηο single-tone ηηο είηη ζα ρξήζηκε ηηο 12 θαλάηα ηα κε απφζηαζε 15kHz είηη ζα ρξήζημε ηηο 48 θαλάηα ηα κε 3.75 kHz απφζηαζε.

Σηελ πην θάηω εηθόλα θαίλνηρη ηα 12 δηαθξίηηα θαλάηα ηα πνπ ζα ρξήζημε ηηο 12 sub-carriers) κε 15kHz guard space:



Σχήμα 1.3: Αποστολή παράλληλων δεδομένων χρησιμοποιώντας 12 κανάλια με 15Hz guard space

Γεληθηξεαε κεηόδνζε θαηε ιήςε ησλ ζεκάησλ κπνλεί λα πξαγκαηηπνλεεί κέζσ έλφο ή πεξηζζφεξσλ αλέλψλ ρεζηκνπνηψλσ δειαδή κηααπφ ηηδχλ ηερλνέο SISO ή MIMO. Ζ ηερλνή SISO(Single Input Single Output) ρεζηκνπνεί κηα κφλν αλέλν ηφυν γηα ηελ δηδνζε φυν θαηηηαελ ιήςε ζεκάησλ. Ζ ηερλνή MIMO(Multiple Input Multiple Output) ρεζηκνπνεί πνι ιαπ έο αλέλνο γηα ηελ δηδνζε θαη ιήςε ησλ ζεκάησλ σο απνείεζκα λα επηηπράλεη πειφηυν ζπζκφ δεδνκέλσλ. Ζ NB-ΙΤΣ ηερλννγία ρεζηκνπνεί ηελ ηερλνή SISO ε νπνία ηθαλπννεί ηαλάγθεο κεηάδνζεο θαη ιέο ζεκάησλ. Δπηξφζε εηα ν ρεφλνο είλαη έλαο ζεκαλ ηηφο παζάγνλ ηο γηα ηηα ζπζθεπέο θαη ζπγεζεηκέλα γηα ηηα ζεηήεο πνπ αλνέχνπλ θάπνηο ιαγέο θαη ρεηάδνληαη λα ηηαζεί νπλ ην γεγνφεξυν δπλαφ. Οη ζπζθεπέο πνπ ζπλδένληαη κε ηελ NB-ΙΤΣ ηερλννγία κπνύνλ λα πξαγκαηηπννύλ απή ηελ ζχλδεζε ζε δεηεξφιεπηα. Συγθεθεηκέλα, ρεηάδνληαη πεξί πνι 1.6 κε 10 δεηεξφιεπηα γηα λα πξαγκαηηπνλεεί ε ζχλδεζε ηνπα Αθφε, ιφγσ ησλ ρακειψλ ζπλνήησλ ε NB-ΙΤΣ ηερλννγία δελ κπνεί λα πννζεξίμεη ηελ πεξεξία VoIP(κεηάδνζε θσλήο) ε νπνία ρεηάδεηαη πειφηεο ζπρλφ ηεο γηα δηδνζε.

Σηελ πην θάς πίλαθα θαίλεηα ε ηεπνκεζήο πεξηγξάφ ηεο NB-ΙνΤ ηερλννγίαο:

Πίνακαρ 1 : Υαπακηηπζηκά NB-ΙοΣ ηεσολογίαρ

2.4 Δναλλακηκέρ ηεσολογίερ πος σπηζιμοποιούν αδειοδοηημένο θάζμα: LTE-M και EC-GSM-IoT

LTE-M:

Deployment	In Band LTE, LTE Guard Band, GSM standalone
Downlink and uplink rate	250kbps and (250kbps multi-tone, 20kbps single-tone)
Downlink Modulation	OFDMA
Uplink Modulation	SC-FDMA
Latency	1.6-10s
Number of antennas	1
Duplex mode	Half duplex and FDD
Device Receive Bandwidth	180kHz
Receive chains	(SISO)
Device Transmit Power	20/23dBm
Power Saving mode	PSM, eDRX
Voice	Voice not supported
Mobility	Cell reselection only

Στην πη θάησ πίλαθα θαίλνληαη ηα ραξαθηεξηζηηθά ηεο LTE-M ηερλνγίαο:

Deployment	In LTE
Downlink and uplink rate	1 Mbps
Latency	10-15ms
Number of antennas	1
Duplex mode	Both full and half duplex
Device Receive Bandwidth	1.4MHz
Receive chains	(SISO)
Device Transmit Power	20/23dB
Power Saving mode	PSM, eDRX
Voice	Supported

18

πξαγκαηνπννήζεη ηελ επνπλνδνθεηηθή ζυλδεζει ηοι ΗΣ ζπζθεπυλ ζην Γηαδίοην. Ζ ζπγθεθξηκέλε ηερλνγία έξεζηρεδνθεη ψζεηα κπνεί λα ζπλδεζει κφιν ζην GSM δίοην έμεηείαηαη αείε γα ρυζο ππ έρπλ ηζρπτή θάπς 2G. Έλα βαζηθφ ραξαθηεξηζηηθό ηο ηερνιολόγιο είαη φηι ππνζέζει ηε κερσνζή θοιηηηφλ δεδνκέολ γα απηφ ρεζηκπνηείμαι χηεζο ζπρλωφ ηεο ηνπνίο έρπλ οο απνηείεζκα ηελ γζήγννε ζυλδεζει ηοι ζπζθεπυλ(700ms-2s). Γα ην αλέβαζκα θαη θαέβαζκα δεδνκέολ κέζο ηο ηερνιολόγιο ρεζηκπνηήαηε ίηηηηγία Half Duplex mode,ε νπία επηξέπεη ηααφ ηο δχλ ελέγεηοθάζε θνζή. Γα ηελ ίςε θαη κερδνζει ηοι ζεκάηοι ρεζηκπνιηηηηααφ καέοο δχλ αλέρο. Αφγς ηο είάρηηο ηζρπ ππ ρεζηκπνιηηηηα γα κερδνζει ηοι δεδνκέολ(23/33dBm) θαη ίφγς ηο ρήζεο PSM θαη eDRX απμάληαη ε δσή ηο κπαηζία ηοι ζπζθεπυλ.

Σην πη θάηο πίαθα θαίλνιηο ηι ραξαθηεξηζηηθά ηο EC-GSM-IoT ηερνιολόγιο:

Πίνακα 3 : Υαπακηηζικά EC-GSM-IOT ηεοοιολόγιο

Deployment	In GSM
Downlink and uplink rate	74kbps and 240kbps
Latency	700ms-2s
Number of antennas	1-2
Duplex mode	half duplex
Device Receive Bandwidth	200kHz
Receive chains	1-2
Device Transmit Power	23/33dBm
Power Saving mode	PSM, eDRX
Voice	Supported

Σηνι πην θάηο πίαθα θαίλνιηο ζπλπληθά ηι ραξαθηεξηζηηθά ηο ηερνιολόγιο ηο ηερνιολόγιο ηοι αδεηδνκεκέλν θάζκα γα ηε ζύλδεζει ηοι IoT ζπζθεπυλ ζην Γηαδίοην:

Πίνακα 4 : Σςνοπικά σαπακηηζικά ηεοοιολογιών πος σπηζιμοποιούν license spectrum

Technology	NB-IoT	LTE-M	EC-GSM-IoT
Deployment	Both in LTE and GSM	In LTE	In GSM
Downlink and uplink rate	250kbps and (250kbps multi-tone, 20kbps single-tone)	1 Mbps	74kbps and 240kbps
Latency	1.6-10s	10-15ms	700ms-2s
Number of antennas	1	1	1-2
Duplex mode	Half duplex and FDD	Both full and half duplex	half duplex
Device Receive Bandwidth	180kHz	1.4MHz	200kHz
Receive chains	(SISO)	(SISO)	1-2

λα αλεβάζαθη θαην αξηζφοηοηολ επηηέπειψλ κελπκάηολ θπκαίιεηαη 140 ηελ εκέξα.[5]. Σν θαέβαζκα ηολ δεδνκέολ κνξέη λα πξάγαηνπνίεη κφλ κελά απφ θάπνηα αλεβαζκα θα επηηέπεια ηίςε ηεζζάξολ κφλ κελκαηολ.[5]. Γηα ηελ επηβεβαίωζε απνζηνή ηολ κελμάηολ δελ ακβάλλνλη acknowledge messages. Ζ ελαινθηή επηβεβαίωζε ηο αποζηνή ηο πξάγαηνπνίεηαη λλνηο ην κήλκα αξθεέοηνξέο (εμνξέκνχ ηεξέοηνξέο) ζε δηθνξέηα θαλά ηα ζπρλνήηολ ηα νπνία επηέγνληα ηπρά[5]. Τάξρνπλ ζπλνηθα 360 θαλά ηα ζπρλνήηολ ηα νπνία κνρέη λα επηέγνλ γηα λα ζηα νχλ ηα δεδνκέα. Αφο ηολ ηπράολ απηψλ ζπρλνήηολ πνπ ρέζηκνπνύλνλη πξνθαί νύλνλη παζεκβνέο κε απνηέξκα λα απμάλεη ν ρφλνο ζχλδεζεο ηολ ζπζθεπή.

2.6 (NB-IoT vs LTE-M vs EC-GSM-IoT)vs (LoRa vs SigFox)

Οη ηερννλνγίεο NB-IoT ,LTE-M , EC-GSM-IoT LoRa θαη SigFox είλαη LPWA ηερννλνγίεο νπνύ αλαπρρζεαλ κε έλα θνιφ ζνπφ: ηελ επνθνδνκεία ζχλδεζε ηολ ΗΣ ζπζθεπή ζην Γηκίθηπν. Οη ηερννλνγίεο δηάξρνπλ θάπνηα θνιόξα αθηεξέηα φπσο ηε ρήζε ελφοακεί νχ έρνπ δψο θαηεξέ βέηηζε επηκνύλφκεζε ελέγερτο κε ηε κελόδζε ηολ δεδνκέολ ζε ακεί ή ζρχ. Όπσο πξναλαθέξεο ν ηερννλνγίεο ρέιδνληα ζε δρν θαεγνξίε: ζε ηερννλνγίεο πνπ ρέζηκνπνύλνλη αδεηνδνμκέλν θάμα θαη ζε ηερννλνγίεο πνπ ρέζηκνπνύλνλη κε αδεηοδνμκέλν θάμα γηα ηε ζχλδεζε ηολ ΗΣ ζπζθεπή ζην Γηκίθηπν. Ζ ρήζε ελφο κε αδεηοδνμκέλν θάμα ηο απφ ηο ηερννλνγίεο LoRa θαη SigFox έρεο απνηέξκα ηελ πξφθεζε παζεκβνψλ ζην δίκηπν κε απνηέξκα ηελ αμείε ηνπ ρφλνπ ζχλδεζεο ηολ ζπζθεπή θαη ηελ εγπεκέε πνπφηα ζχλδεζεο. Όσο επηηρράλνπλ κηα κελα χεζε θάπςε(coverage) θα έρνπλ ακεί φρεν θφζην αγνάο ζε ζχγξζε κε ηοάιεο ηερννλνγίεο. Γηα λα ρέζηκνπνύλνλη είλαη απαξάηεε δεκνπξία ελφο λένπ Γηκίηπν απφ ηνλ θάπνην ηολ ΗΣ ζπζθεπή. Αληηθέηο ρήζε αδεηοδνμκέλν θάμα ηο απφ ηο ηερννλνγίεο NB-IoT ,LTE-M θαη EC-GSM-IoT έρεο απνηέξκα ηελ θαηεξέ πνπφηα ζχλδεζεο ,ηελ αζθαίεηα θα ηελ ηδηοηεηα ηολ δεδνκέολ. Οη ηεηοαπφ ηερννλνγίεο ζρεδηάζεαλ κε ηέηνην ηξφπν ψζε λα κνρνύλ λα εθαζκνύλνλη άκεία. Ο ηξφπνο κε ηνλ νπνίν επηηρράλεηα ηε φέηα ρέζηκνπνύλνλη ηολ ηέξολ θπςεί νηδψλ δηκχολ GSM θαη LTE.

Πέξαλ ηολ θνιόπν ηνπ αθηεξέηα ηε ζχλδεζε θαέ κηα ηερννλνγία δηκίεηα θαέρε ζρεδηάζεη γηα θάπνηο ζπγθεθίμεο πεξηπνίεο ρήζεο. Αλά νηα κε ην ζνπφ ρήζεο ηολ ΗΣ

ζπζθ επψλ επηιέγεηαη ε θαηάιειε ηεξλινγία γηα λα πξάγκαηη πνπνύλεη ηελ ζχλδεζε ηνπο ζην Γηαδίδνπν.

- Σπζθεπέο πνπ δελ ρξεηάζεηαη λα ζπλδεζνχλ ζηα θηεηά Γίθηα κπνχλ λα ρξεζηκνπνηήζνπλ ηηο ηεξλινγίεο LoRa ή SigFox αλσφγσο κε ηελ πεξίπησζε ρήζεσ. Απαξάηεηε φρσο πξνπφρζε γηα λα επηηεξεεί ε ρήζε νπνπδήπνηε απφ ηησρν ηεξλινγίεο είλαη δεκηηζγία ελφλνπ Γίθηνπ. Αλ ζνπφρείλαη κέηηηε θαίπζε, ην είαρηηνφζηηαη απνζηνή ή ζπγθεθξηκέλν αξηζκνχ κεικάησλ απφ ηησζπζθεπέο (η ηηηεξά απφ 140 ηελ εκέξα) ηηε κπνχλ λα ρξεζηκνπνηήζνπλ ηελ ηεξλινγία SigFox . Σε πεξίπησζε πνπ ν ζνπφρείλαη ζήηηνπλ απεμνφζηηα κεικάηα θαηά έρνπλ επηπένλ αζήηεηα κέζσ θηεηηγξάθεζεσ ησλ παθέησλ, ηηε θαηάιειε φηεζν είλαη λα ρξεζηκνπνηήζνπλ ηελ ηεξλινγία LoRa.
- Σπζθεπέο πνπ είλαη ζηαηηέο ,δελ θάλνπλ αλακεηάδνζε δεδνκέλσλ, είλαη δηάθνλε ζπλδεηέο ζε δηάφοεο περηνξέο θαη ζνπφρεηνπλ είλαη λα ζήηηνπλ ηηο ελδείκεσ πνπ ιαβάννπλ απφ ηνπο αηζζεηήεσο θαηάιειε φηεζν είλαη λα ρξεζηκνπνηήζνπλ ηελ NB-ΗΣ ηεξλινγία γηα ηνπο αθηηνπζνπφγνπο:
 - ✓ Πξνθαίλνπνι ε ίαρηεσπαξέκβνέο κε ηε ρήζε ηεσ ηεξλινγίασ θαη έηη ρξεηάδνπνι ε ίαρηηνρφλν γηα λα ζπλδεζνχλ ζε ζχγθεηε κε ηηο ηεξλινγίεο LoRa θαη SigFox πνπ βνλνπλ πεξηζφφεωπαξέκβνέο θαη ηηηεζπζθεπέο πνπ ηηεξεζηκνπνηνχλ ρξεηάδνπνι πεξηζφφεω ρφλν γηα λα ζπλδεζνχλ.
 - ✓ Ψξεζηκνπνπεί ηηο κηεφφεω ζπρλφφηεο ζε ζχγθεηε κε ηηο πφπνηηεσ ηεξλινγίεσ πνπ ρξεζηκνπνηνχλ αδεηνδνκέλν θάζκα γηα ηε κηεάδνζε δεδνκέλσλ , κε απνηέξκα λα ζνπζέ έηη κηα χεζε θαίπζε ησλ ζεκάησλ θαη πεξηζφφεω εμνθλφκεζε ζηελ κπαηεξία. Οη ζπζθεπέο απηέο δελ ρξεηάζεηαη ρξεζηκνπνηήζνπλ ηηο ηεξλινγίεο LTE-M ή EC-GSM-IoT νη νπνίεσ εθέκνπλ ζε πρηνφφεω ζπρλφφηεσ απφ ηελ NB-ΗΣ αθνχ πνπζηεξίδνπλ κηεάδνζε θσλεηηφλ δεδνκέλσλ.
 - ✓ Μπνρεί λα εθαξκνζηεί εχνηα ζε νπνδήπνηε ράηαθν χεηηηεηηεη θαη ζην GSM θαη ζην LTE δίδνπν ζε ζχγθεηε κε ηηο ηεξλινγίεσ LTE-M θαη EC-GSM-IoT νη νπνίεσ ιεηηνεργνχλ κφλν ζην LTE ή GSM δίδνπν αλίζηηηα θαη ζε ζχγθεηε κε ηηο ηεξλινγίεσ LoRa θαη SigFox νη νπνίεσ απηηνχ ηε δεκηηζγία έρνπλ Γίθηνπ.

- Αλληλεξέλιξη ζυγισμένο πνπ ρξεδάδλνλνλ αλακεηάδνλζε δεδνκέλσλ (π.ρ video) θαη ρεδάδλνλλνλ κεηαθέξνπλ ην λεινλ δεδνκέλνλ κπνύλ λ λν ρεδλκπνλνύλνπλ LTE-M ή EC-GSM-IoT αθλν νη κπνινο ην νλνλ νέλ ππνλζεξνύλνπλ ηελ αλακεηάδνλζε απηή. Ζ επηλνγή αλάκεζα ζνποδλν απηέο ηνλ νέλ ζα εμαλζερεί απφ ηελ ρξά ζνελ νπνία βξνύλνλνλ ηνλ Γνθπν ην νπνν ππνλζεξνύδεη: GSM ή LTE. Αλ ππνλζεξνύδεη κφλ ζε LTE δνθπν. GSM ηφλ ζα επηεγεί ε EC-GSM-IoT δεηφλ LTE-M νη ηνλ κφλ ζε LTE δνθπν. Σε πεξνπνύζε πνπ ππνλζεξνύδεη θαη ην δλν Γνθπν ηφλ ε επηλνγή ηνο LTE-M ελνλ θαη χεζε γηρ ηνπο αθνινοπνύο νφγνπο:

- ✓ Ζ ζλδεζε ζην Γνδνθπν πξνκαηνπνιεύεη 10-15ms ζε ζλθθζε κε ηελ EC-GSM-IoT ε νπνία πξοκαηοπνιεύεη 700ms-2s. Ζ γλγνζε ζλδεζε ησλ ζπζθεπλ ελνλ έλν απφ ηνπο ζεκαλ ηφλνπν παξάγνλνλ εηδνλ γηα ζπζθεπέο πνπ πξέπελνλ κεηαφρρπλ γλγνζα ηα δεδνκέλνλ πνπ νκβάλνπλ απφ ηνπο αλζεξνύςο.
- ✓ Τπνλζεξνύδεη ηνλ Full Duplex mode θαη Half Duplex mode ζε ζλθθζε κε ηελ EC-GSM-IoT ε νπνία ππνλζεξνύδεη κφλ half duplex mode. Αλ ρεδλκπνλνύδεη ηελ νη ηνλ Full Duplex mode ηφλ ηα δεδνκέλνλ κπνύλ λ λν αλεβάνλνλνλ λνλ αλεβάνλνλ ηο ηφλνλ.
- ✓ Ζ LTE-M ρεδάδεη 20/23dBm γηα ηελ κεηάδνλζε ησλ δεδνκέλσλ ελνλ EC-GSM-IoT ρεδάδεη 23/33 dBm. Έηζη αλ ρεδλκπνλνύδεη ε LTE-M ζα επηηνύδε πεξνύζφπεξε εμνθλφκεζε ηνο κπαηάο νφγσ νη ηφλνλ ηνρν γηα κεηάδνλζε ησλ δεδνκέλσλ.

Σηνλ πην κάτω πίνακα φαίνονται μερικά χαρακτηριστικά των IoT τεχνολογιών:

Πίνακας 5: Συνοπτικά σαπακηηπνζηκά ηεοηολογνών πος δημιοζπγήθηκαν γηα ηην ζπνζήπξη ην ν ΙοΣ ζζζ κεςών

<u>Technology</u>	<u>NB-IoT</u>	<u>LTE-M</u>	<u>EC-GSM-IOT</u>	<u>SigFox</u>	<u>LoRa</u>
<u>Bandwidth</u>	180KHZ	1.4MHz	200kHz	100HZ	250kHz and 125 KHz
<u>Interference</u>	Very Low	Very Low	Very Low	Very High	Very High
<u>Duplex mode</u>	Half Duplex	Both Full and Half Duplex	Half Duplex	Half Duplex	Half Duplex

απηφ αθνχ πξαγκαηηπληείηαη βεί ηηζεεεμνηθλφθεζε ελέγγεηα απμάλλνηα ηελ δσή ηοι κπαηξηψ ζηηο ΗΨ ζπζθεπέο κέρξη θαη δέθα ρψλν ηέηη δελ θαζίζηαηαη αλαγθαία ε ηαηηθή αηαγή κπαηξηψ ζηηο ρηηδεο ζπζθεπέο πνπ ζα ηηπνζεζνχλ. Αθφθε είλαη απαξαίηεην νη ζπζθεπέο λα κπννχλ λα ζπλδεζνχλ αθφθε θαηά βξίζηνλν ηε δπζψξν ηεο γνγξαθηέο περηνρέο. Βαζηθή πξνπφζεζε είλαη ηα ζήκαηα λα ηηάλνπλ αθέξαηα ηνλ πξνζέηεο ηηπο ψ ηε λα πξαγκαηηπνείηαη ε ζχλδεζε ζην Γηαδίηηπν θαη ηα δεδνκέλα απφ ηηπο αηζζεηήξεο λα αλαεψλνληαη. Με ηελ NB-ΗΨ πξαγκαηηπνείηαη απηφ αθνχ πξνζέηεη κεγαιυηεζε θάηεζε ζε ζχγθξηζε κε ηηο δνχ αηεο ηεξν νγίεο θαη ηα ζήκαηα πνπ εηέκπνλνληαη απφ απηή έρνπλ εμαηεξεηηθή δηείδνπζε κέζα απφ εκφδν ηε απνηείεζκα λα βηβλνπλ εηάξηζε εμαζζέλεζε θαη λα ηηάλνπλ αθέξαηα ηνλ πξνζέηεο ηηπο.

- ✓ Ζ NB-ΗΨ ηεξν νγία ηεηηπεί ζε ηξέρνλ ηπς εηεηδή δίηηπα ζε ζχγθξηζε κε ηηο ηεξν νγίεο LoRa θαη SigFox πνπ ρεηνδνλνληαη δεκνηπγία ελφο λένπ δηηηπν. Σπνεπσο ε εθαζκνγή ηεο είλαη εηην ε ηαηεξήγνζε. Σν πηνλθέηεκα ηεο έλαη ηε ζηηο αηεο ηεξν νγίεο πνπ ρεηηκπνπνχλ αδεηνδνμκέλν θάηεα είλαη φηη κπννχλ λα ηεηηπεί θαη ζηα δνχ ηπς εηεηδή δίηηπα (LTE θαη GSM). Τπάρρνπλ φηεηεο ή ρσξά φπνπ δελ πάρεη ηεξπεί θάηεε ηνπ LTE θαη ζηηο περηνπζεηρ απηέο ζα ελσεί ζην GSM δηαδνμ αηεο νγίεο ζε θάηε περηνπζε ηελ ζχλδεζε ηοι ζπζθεπνλ.

2.8 Fuzzy Logic

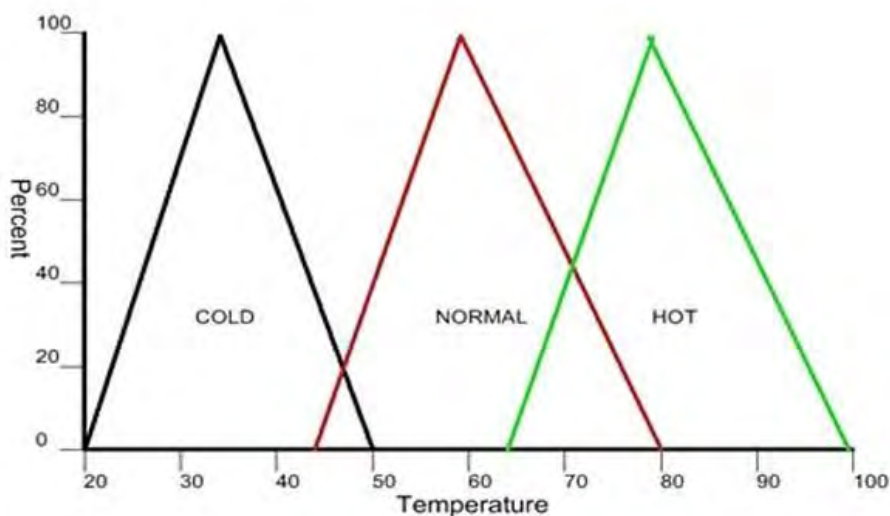
Πέξα απφ ηελ εηεηε ηεο θαηά αηεο ηεξν νγίαο γηα ηηο ΗΨ ζπζθεπέο ζεκαηηθή ή ηα λα δεκνηπζεεί κηα έμπλε εθαζκνγή ε νπία ζα κπννχλ λα πάρεη θάπνηεο απνθάζεηο κε βάζε ηα απνηείεζκαηα πνπ ζα ηάκβαλε απφ ηηπο αηζζεηήξεο. Ζ έηεπια επέδεηε ηε ρήζε ηνπ Fuzzy logic γηα επίηεπκε ηνπ πην πάλσο ζηο ρνπ αθνχ ζχκνσ λα κε απηήλ έρεη ηε δπλαμνία λα εθαζκνδεηηελ αλζξψπν ηαη φρη ηε ζπλεζνζκέλε πξνγνακκαηηζηηθή ζέε ζηηο εθαζκνγέο. Πην ζπθεθεκέλα ηα απνηείεζκαηα κέζν ηνπ fuzzy logic δελ αήθνπλ ζηε ζπλεζνζκέλε Boolean νγηη (0 ή 1) δεηαδή είηε ηρρε ηαηηείηε δελ ηρρε ηαηηπλ ζε κηα λέα νγηη φπνπ θάηη κπννχλ λα βξίζηνηαη πνπ ζηε κέζε, πην θνλνά ζηελ αηήζεηα ή πην θνλνά ζην ζέκα. Γεηηφ ηε ζην fuzzy logic κπννχλ λα ζεσξεεί σο κηα κνξή ηερεηήρ λνεκνζχλεο αθνχ κπννχλ πξνβί έηε ηα ηαεθαζκνζηεί ζε δηαθνζα ζπζηήκαηα κε πηήζεηο εηεηεηεο γλψζεο Σε θάηε περηνπζε έρεη ηελ ηαηφηεηα λα πάρεη ηηα αηεο απνθάζεηο θαη λα δψζεη απνηείεζκαηα. Αμνζεθείο ην είλαη φηη εθαζκνδεηα ή δε ζε δηακνζα

ζπζήκαηα φπσο θάθεξν θαη πηπιήξηα θαη κπνρεί λα εθαξκνίηε ζε νπνηνδήπνηε αίην ζχζεκα ην νπνίν δηάρεη εἶδν θαὶ ἔκδν.[6]

2.8.1 Σπόπορ λειηοςπγίαρ

Σν fuzzy logic εἰλαηέλα rule-based ζχζεκα ην νπνῖν κε βάξε θάπνηνπο θαλφλεο κπνίηε λα ἰάβεη θάπνηεο απνθάζεο θαη λα δψζεη κηα ἔκδν. Οη θχξεο ἰεηηπγίεο ππ ρέζεη κπνίηε εἰλαη ην fuzzification θαη ην defuzzification. Γηα λα πξάγκαηηπ ηέζνλ φκσο αηηέο νη ἰεηηπγίεο απαξάἰεηε πξνπφρεζε εἰλαη λα δεκνπξέζεζνλ πξψηα θάπνηα fuzzy data sets γηα θάδε κηα βεηή /εμφδνπ θαη γηα ην θαζέλα απφ αηηά έλα membership function.[6]. Συγκεθξηκέλα δεκνπξέζνλ ηηα αηηά sets ψζε λα αλαπαξάζηηζνλ ἰεηηπγίεο (/εμφδνπ) ηνπ πξνγξάκκαηνο ελψ ηα membership functions δεκνπξέζνλ ηηα ψζε λα αλαπαξάζηηζνλ ην εχξν ηο ληκπλ ππ κπνίηε λα ἰάβνλ ηα fuzzy data set.

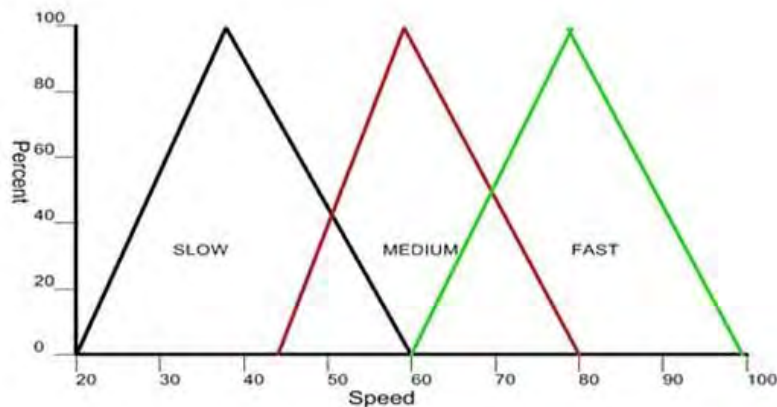
Σην πηλ θάησ ζρήκα θαῖλνληαη ηα fuzzy data sets (COLD,NORMAL,HOT) θαη ηα membership functions ηνπο ππ κε ην ζρήκα ηνπ ηξέγνλπν δείλνλ ην εχξν ηνπ θάδε fuzzy data set.



Source: <https://www.controleng.com/articles/artificial-intelligence-fuzzy-logic-explained/>

Σχίμα 1.5: Παράδειγμα fuzzy logic με κάποια fuzzy data sets και με τα membership function τους

Σην πηλ θάησ ζρήκα θαῖλνληαη ηα fuzzy data sets εμφδνπ(SLOW,MEDIUM,FAST) θαη ηα membership functions ηνπο.



Source: <https://www.controleng.com/articles/artificial-intelligence-fuzzy-logic-explained/>

Σχήμα 1.6: Παράδειγμα fuzzy logic με κάποια fuzzy data sets εξόδου και με τα membership function τους

Σν fuzzification είλαηε κησηζνπή ησλ κηηαβι εηηπλ ηηπ πζνγζά κκαηην ζηα fuzzy data sets ψζηε λα κπνξέζνπ λ λα ρξεζηεηνπνηεζνχλ ζηελ απφθαζε πηπ ζα πξέπεη λα ιεζεί. Αθνχ εθαξκνζνχλ θάπνηηα λφκν (IF-THEN-ELSE) ηφπ ηη απηηεί εζκα είλαη έλα fuzzy output ηη νπνίη πξέπεη λα κηηαξράζεη ζε θάπνηα έμδνλ πηπ ζα κπνρεί λα αλαγλσζηεη. Έηζη πξάγκαηηπ ηε defuzzification ηη νπνίη είλαη πηπ ζα λα κηηαξράζεη ηη fuzzy data sets ζε θάπνηα έμδνλ κε βάζε ηα αλίζηηηα membership functions.

2.8.1.1 Αλγόριθμοι:[7]

1. Διάρξεη ησλ γησζζηηπλ κηηαβι εηηπλ (fuzzy data sets) πηπ ζα ρξεζηεηοπνηεζνχλ γηα ηελ είζδνλ (π. ρ ΕΔΣΖ) θάπνηηα έμδνλ (π. ρ FAST)
2. Καηάθεπή ησλ membership functions ηφζν γηα ηελ είζδνλ φζν θάπνηηα έμδνλ.
3. Καηάθεπή ησλ θαλφλσλ IF-THEN-ELSE πηπ ζα ιάβνπλ θάπνηηα ζε ηελ απφθαζε ηεο έμδνλ πηπ ζα δνεί
4. Πξάγκαηηπ ηε fuzzification κέζσ ησλ fuzzy data sets πηπ δεκηηεγεζέθαλ γηα ηελ είζδνλ ρξεζηεηοπνηηηα αλίζηηηα membership functions ηεο.
5. Πξάγκαηηπ ηε defuzzification, δειαδή κηηαξράζεη ηεο έμδνλ πηπ είλαη ζε fuzzy output κέζσ ησλ αλίζηηηαλ membership functions ζε έλα απηηεί εζκα έμδνλ.

2.8.2 Θεωρικά σαπακηπιζήκιά ηος Fuzzy Logic

- Μπνξεί λα ρξεζηκνπνηζεί ζε νπνηνδύνηε ζχζηεκα δηάδεηε είζνδν θαη έμδν
- Μπνξεί λα δηψδε απνηείδεκα φπν πνιχ πν θαηά είαηε ζχζηεκα.
- Δίαηε εθπνλ ζε λαιή εζε θαη ζε λπνλίζε ηνπ
- Έρε ηε δπλαηνηεηα λα πξνβιέζεη θαη λα δηψδε απνηείδεκα αθνκα θαη αλ νη γλσζηνηνη ζπγθεθξηέλ ζχζηεκα είαη ααζεηβείο ή ειηηείο

Έηζη ην fuzzy logic απνηείεζε ηελ ηδαλή ιχζε γηα ηε δεκνπξία κηω έμπλεο εθαζκγήο ε νπνία ζα κπνχλε λα πάδε ηάπνηεο απνθάζεηο κε φηη απνηείδεκα θαη αλ ιάβαλε απφ ηνπο αλζέηεο.

Κεφάλαιο 3

Σσεδιαζμόρ

3.1 Πξνδθαζαθέο.....	29
3.2 Απαηηζεοδσδηθαθήο εθαζκνγήο.....	30
3.3 Δπηνγή Βάζεο Γεδνκέο λ γθαπνζήθεπε ηεο λ κεηξήζεο λ	32
3.3.1 Σρεδηάζκο Βάζεο Γεδνκέο λ (πεξηζαθή ER δηαζάκκαο).....	32

Αθνχ πξάγκαηηπνπνύθε ε επηογή ηεο ηερλνγίαο θα ηεο ινγηθήο ππ ζα ρεζηνπνπνύλ ηε επεπε λα ζεζπίζηλγλ θάπνηεο πξνδθαζαθέο νη νπνίεο ζα νδεγνχζαλ ζηελ νξίζη επηογή ζπζθεπλ θα ινγηζκηθ θαζσο θα ζηε δεκηηζγία κω αμφοπίζηεο εθαζκνγήο. Γεληθεζν ζπνοφο είαη ην ζχζεκα ππ ζα δεκηηζγνύλ λα ηθαλπνπνίηηο αλάγεο ηεο ρεζηπλ ην ιαβάλληαο πφο ε φηη ην νηρρήζεο ην πξέπεη λα κπνχλ λα πξάγκαηηπνπνύλ κηα ελέεγεηα απφ εχνηα θα ηεζήγνζα. Δπίζεο ζεκαηηθή είαη ηφζν λα πξναιεί ζεληθήα φσο ελζπζηαζκο θα ηθαλπνίεζε ψζε νη ρήζεο λα ην επαλαρξεζηνπνύλ φςν θαηα πεξηέξεηα νη θφζηηνο εμπνιηζκο θαηα κπνεί λα πνπνεζεί εχνηα. Γηα λα επηεξεεί απφ απαζαίηηη ηηα λα γίηεη ζρεδηάζκο ηνπ ζπζήκαηο θαζσο θα λα πξάγκαηηπνπνύλ θάπνηεο απαζαίηεηεο έμειεο πξνπνπνεζεί. Ζ ζρεδίαζε απνηεί έλα απφ ηα βαζηθφζα θνκμάηηα δεκηηζγία ελφο ζπζήκαηο αθνχ νεζά ζηνλ ελπνιηζκο ηεο θχζηεο ιεηηνπξγηπλ, πξνδθαζαπλ θα απαηηήζεο λ ππ πξέπεη λα έρεη ην ζχζεκα θαζσο θα ζηε απνζπή ηωφλ ιαζπλ.

3.1 Πποδιαπαθήρ

Πξνπν γίηεη ε πνπνίεζε ηνπ ζπζήκαηο ζεζπίζηε θαλ θάπνηεο πξνδθαζαθέο ππ ζα επεπε λα ηεζπίζηηη θαηά ηελ επηογή ηεο ζπζθεπλ, ινγηζκηθ θα ηεμπεζεηηπλ θαζσο θα θαηά δεκηηζγία ηεο εθαζκνγήο.

Οη πνδθαζαθέο πνπ ηέξεθαλ ήηαλ:

- Υακει φ θφζηνο: Ζ πνδθαζαθή απή θξίλεηαη σο ε ζεαλ ηηφθεξε αθνχ έπεπε λα δεκηπξέζει έλα ζχζεθεα ην νπνίν ζα είρε είαρηην θφζηνο ρέζηκνπνηηω ηφρν ζπζθεπέο πνπ ζα ήηαλ νηθλνκηθέο φρν θαη νγυζηηφ θαηεμπεξεηεήεο πνπ ζα δηέξεηαλ δσξέαλ ρήζε πεξεζηηλ.
- Έλζε ζην ΝΒ-ΙοΤ Γίθηπν: Απαξάηεην ήηαλ νη ζπζθεπέο πνπ ζα επηέγνληαλ λα κπνύλ ζαλ λα έλζνχλ ζην Γηδίθηπν ρέζηκνπνηηω ηελ ηερλνγία ΝΒ-Η΢ γηα κεηάδνζε ηοι δεδνκέλσλ, ψζηε λα επηεξεζί είαρηε ρήζε κπαηξάιο θαηέγυηε δηείδπν ηνπ ζήκαηνο.
- Απεθηαζηεηεηα: Σν ζχζεθεα είαη απαξάηεην λα κπνεί λα επεηαζί έηηε επηγύ ηνπ framework θαψο θαηε πνπνίε ε ηνπ θωδηθα ηεο δηωθηπαθήο εθαζκυγή έπεπε λα βαζηζηηλ ζήλ έλνηα απή.
- Απξέζηα: Οη νη ρήζεο έλφ ζπζηήκαηνο είε είαη άπεζηη πεξηζηάηα ή γλψ ηεο ηεο δηωθηπαθήο εθαζκυγή είαη απαξάηεην λα κπνύλ λα βνπλ εχνηα ηελ πεξννξία πνπ ραλνύλ κέζα απφ απή θαψο θαη λα κπνύλ λα ηε δηφεηζηηλ εχνηα.
- Αχνηα δηάέζηκν: Ζ δηωθηπαθή εθαζκυγή λα είαη δεκφζηα δηάέζηκε θαη λα κπνεί εχνηα λα βερεί κέζο ηνπ Γηωθηηπν.
- Υξφλν εηεέεεο: Ο ρξφλν εηεέεεο κην ήο λα είαη κηεφ ψζηε ν ρήζεο λα κπνεί λα δεηηαί περνοοξία πνπ αλαδεηεί γήγνζα.
- Αγθπφηεηα: Οη περνοοξίεο ηνπ ζπζηήκαηνο ζα πέπεη λα αλαπύλ θαη λα ζπγυζηηλ κε άηεο παφκνπο περνοοξίεο ψζηε λα δηάθαηηε εγθπφηεηα ηοι δεδνκέλσλ.
- Αζάηεηα: Να πάξεη αζάηεηα ζην ζχζεθεα ψζηε λα κελ πάμεη θάπνηα δηέξηη δεδνκέλσλ.

3.2 Απαιήζειρ διαδικηακήρ εθαμμογήρ

Γηα λα επηεξεζί κηεεφαζκυγή ε νπνία ζα ηαλνπνηηζε πηήσο ηε επηζηήκε θαηαλάγεο ηοι ρέζηηλ ήηαλ απαξάηεην λα βαζηζηεί ζηηο απαηηήζεο νη νπνίεο είαλ πρνοοξίεη ζα αξηηά ζηάδεηαο Γηηοκαηηήο εζαζία.

Πην θάηε θάηλνηα νη πρνοοξίεο έλφ απαηηήεηε ηεο εφαζκυγή:

- i. Οι νη νη ρξήζηεο είλαη απαξάιηεην λα κπνύλ λα επηέκνπλ λα δνπλ ηα ηζηνηεηά δεδνκέλα κηα ζπγθεθξηκέλε πεξηνρή πνπ βξίζεσ ηα εηαζκελά ή γεληαηεξά ηα ηζηνηεηά δεδνκέλα φη ελ ηελ πεξηνρή πνπ θαηαζτάεσ αλ. Απαξάιηεην επίζεο είλαη λα κπνύλ νπνίδηπλε ρήζηεο (αμφο πεξηζηαζκφο γλψζεο ηεο ζπγθεθξηκέλεο εηαζμενής) λα ην επηρξεκαηηθή κπνύλ λα πξάγαηνπνηεζεί κε ηελ εθθάιηζε ελφο αλν γνπ ελεθεξσηηθήν κειεηηθήν.
- ii. Να κπνύλ λα επηέκνπλ νη ρήζηεο ηα ηζηνηεηά δεδνκέλα ζέηνπλ λα δνπλ (αλάκεζα ζε ζεμεκνηαζία, πξνζαζία, αηκνζθαηξηθή πίεζε) θαζψο θαη αλ πξνβλεπνύλ λα ελεθεξψ νύλ γηα ηα εβδνκάδα / έλα κήλα πξήλ.
- iii. Οη ρήζηεο λα κπνύλ λα ελεθεξψ νύλ εχνηα γηα ηα κεηέωξεο πνπ ηα βάλνπλ κέζω ηελ ζπζθεπή νη νπνίεο αμνύλ ηνλ θαηψ (Θεξεκνηαζία, Τξνζαζία, Αηκνζθαηξηθή Πίεζε) , ηελ ραζκε πξνβλεπνύ ζε θάπνηα περηνρή θαζψο θαη ηνλ ζφπβν ζε κηα περηνρή
- iv. Οι νη νη ρήζηεο λα κπνύλ λα αλαδεηξνύλ δεδνκέλα περηνρή ψζηε λα ελεθεξψ νύλ αλ πάξνπλ απνηείεζκα γηα απηό.
- v. Μέζω ελφο ρήζεο νη ρήζηεο λα κπνύλ λα δνπλ ζπλπεηή φη εηαζμενέο πνπ ηήζεσλ κεηέωξεο απηό θαη παησιηκν ζε απηό ηα περηνρή λα κπνύλ λα δνπλ ηα κεηέωξεο
- vi. Να κπνύλ λα θαζνξίζνπλ νη δηνηηαί φγσο κε ηελ πξνβλεπνύ ηνπο ην „mode“ ηνπ ρήζεο (Night ή Standard)
- vii. Οη ρήζηεο λα κπνύλ λα παησιηκν έλα θνκπί (“Weather In my Location”) λα ελεθεξψ νύλ εχνηα αλ πάξεη θάπνηα κέηεζε γχζ απφ ηελ περηνρή ηνπ Γηα θαη ηε user experience λα ελεθεξψλνπ γηα ηα κεηέωξεο περηνρή πνπ βξίζεσλ ηα θηλνύ ζε δεηή ηνπο κηα κηα απφ ηα ρήζεο (πρ 5 km).
- viii. Γηα ελίζρπζε ηελ γλψζεο λα κπνύλ λα εθαθαλνύλ ηα ελνχςηεο πνπ αμνύλ ηελ NB-HΣ ηα νη πνπ ρήζεο κπνύλ ηα θαζψο θαη ηα ελνχςηεο πνπ αμνύλ ηελ ηα ζεπέο.
- ix. Οη ρήζηεο λα κπνύλ λα δνπλ ηελ κέηεζε θαη εηαζμενέο ζεξεκνηαζία ηεο ηεηαηα εβδνκάδα.
- x. Απαξάιηεην λα πάξεη θαη ηα ελνύλ ζα tabs γηα θαη ηε θαηαφεζε ηνπο θαη εχνηα πξάγαηνπνίεζε ηελ επηζκεηήλ ελεγεηήλ.
- xi. Οη ρήζηεο λα κπνύλ λα ελεθεξψ νύλ γηα ηελ ηεηαηα κέηεζε θαη κεηεμνέια κέηεζεο ηεο ζεξεκνηαζίαο πνπ πηήμε ζε θάδε περηνρή
- xii. Να κπνύλ παησιηκν έλα θοκπί «Locations Nearby» λα ελεθεξψ νύλ γηα ηελ ηεηαηα κέηεζε , ηελ κεηεμνέια κέηεζεο θαη ηε ζεξεκνηαζία πνπ θαηαζτάεσ ζηηο δέκνπο θηλνύλ περηνρή. Σα απνηείεζκα πνπ ζα

εκθαλίδνλησηλα είλαηαπο πεξηνρέογγχς ζηα 5km απφ ηελ ηξέρνπζα ηνπνζεία ηνπ ρήζε.

- xiii. Ζ ζεξκνθάζία λα είλαηπξνθαζνξίζε ζε Celsius φκζο λα κπνεί λα κηηαζαεί εχθνια ζε Fahrenheit.
- xiv. Να κπνύλ εχθνια νη ρήζεο λα έρνπλ πξφβάζε ζηελ εθακνγή κέζο ηνπ Γηωηηρνπ.

3.3 Απηνιόγη Βάζηρ Γεδομένν ν γηα αποθήκεζε ην ν κηηήζεο

Οη κηήζεο ηνπ ζα ιαβάνληηαπο ηηάζπζε έπεί είλαηαπαζαίηηην λα απνζεο εχληηηζε έλα κφλν πεξηβάιελ ψζε λα κπνύλ εχθνια λα αλαηηζνύλ θαη λα απνζνύλ. Μεηά απφ ερεηλα πνπ δηεμύζεο πηέμαλ δρν επηηνέο : απνζήεπε ζε IoT cloud ή ζε Βάζε Γεδνκέλν. Σε νπνηδήπνηε πεξίηηζε ηα δεδνκέλα απήα ζα έπζεπε λα αλαπαζαζηάζνύλ ζηελ δηωηηπαθή εθακνγή, έηζη απαζαίηηε πξνπφζεζε ήηαλ λα κπνεί λα ελσεί ην πεξηβάιελ πνπ ζα ήηαλ απνζεθεπκέλν νη κηήζεο ην framework ην νπνίλ ζα ρεζηκνπνηηώλ γηαηελ δεκνπξία ηεο εθακνγής.

Ζ αλάπε ηεο πξσηεο επηηνής έδεηηε πσο πηέξαλ αξηεηά ΗΥ clouds ηα νπνία κπνύλ ζα λα ρεζηκνπνηεζνύλ γηα απνζήεπε ηοι δεδνκέλν. Σν πηνδηδεδνκέλν ήηαλ ην io.adafruit ην νπνίλ κπνύλ ζε λα επηηηλσλίζεη κε ζπζεπέο arduino θαη κπνύλ ζε λα παξνπζηάζεη απεπζείαο ζηαηήηηθα δεδνκέλα ηοι κηήζεο. Σν κηηέηηεκα ηνπ ήηαλ φηηερε δσξέαλ ρήζε γηα κφλν 30 εκέζεο, νηεπφκελν κήλν είραλ κηηά ζπλδζκηή ,φκζο ζχκζο λα κε ηφ πξνδηαγξαθέο ην (3.1) απαζαίηηην ήηαλ λα ρεζηκνπνηεεί ρακειή θφζηηηο εμπνηζκφ ψζε λα δεκνπξεεί έλα νηηλνκφ ζχζεκα. Έηζη επηνγή απή δελ ήηαλ ηδωηή κε απνηείεζκα λα απνζηηθεί ακέζο.

Αληηθέησο ε αλάπε ηεο δεηεζεο επηηνής έδεηηε φηη ήηαλ ε νηηλνκφφηεζε θαη γζεγνφηε επηογή , κε ηε ρήζε ηνπ πξνζπηηηη πνπ νηηηηήο πξνζ ζηηή βάζε δεδνκέλν. Απφ κπνύλ ζε εχθνια λα πξαγκαηνπνηεεί κε ηελ εγθαηάζηαζε κηηο δσξέαλ open-source web server πηηηφζκα. Δπηνένλ, αηνχ επηέρζεο ε Βάζε δεδνκέλν γηα απνζήεπε ηοι κηήζεο απαζαίηηην ήηαλ πξννχ δεκνπξεεί λα πξαγκαηνπνηεεί ν ζρεδηάζκφ ην ΔΡ δηαγξάκκαην. Θα έπζεπε δεηαδή λα νηηηνύλ πηηάηεο θαη πεδία ψζε λα είλαη εηη φηε δεκνπξία ηεο Βάζεο θαζψο θαη λααπνηαπνύλ ηηηφλ ιάζε.

3.3.1 Σσεδιαζμός Βάζηρ Γεδομένον(πε πηπαθή ER διαγπάμμασο)

Γεληθηξεα νη κεηήζεο πνπ ζα ιαβάνληαλ απφ ηηο ζπζθεπέε ήηαλ νη ζπλθεηαγκέιεο longitude, latitude, ε ζεζκνζεαζία, αηκνζεαηήηεζε, πγέαζία θαη απνθίεζε απφ ην sound & Flame sensor κε ζπνπ ηελ πξνεδνπνίεζε ππεξβνιήο ζύλζεο ή ηο ηή. Δπηνένλ γηα θαηηέξν είεγρν ηηαπαηαζίαο απαζαίηεην ήηαλ λα ιαβάλνληαλ ην πνπνπν ηεο θαζπν θαη γηα θαηηέξν είεγρν απνζήλ ήο δεδνκέλσλ θαη βαζκνίεζε ειεθέζεζε απαζαίηεην ήηαλ λα ιαβάλνληαλ ην signal strength , ην baud rate θαη ην bit rate. Σπκεζεηέια ην signal strength πνπ δειψλεη δχλακε ηνπ ζήκαηνο θαη ηνπ αίηεηα απφ ην 1-30 κε αζήζε 30 λα είλαη ην ηζρπφ ηεζ ζήκα. Σν baud rate πνπ δειψλεη ην Γίηεην (GSM/LTE) ζην νπνίν ελψλεηα ζπζθεπή γηα λα κνπδεζε λα ρεζηνπνπνίεζε ηελ NB-ΗΣ ηεξμνγία, πην ζπγεθεηέια δειψλεη πφζα ζήκαηα κνπνχ λα ζήεην ην δεπνέξν (αλ θαηέια ζήκα κνπδεη λα κεηάζεζε έλα ή πεηηζεφιε bits ζε ηφπν ηνπ serial communication φζα είλαη ην baud rate ηφπν είλαη ν κέγισηνο αζήζε ζεκάησλ πνπ κνπνχ λα ζήεην) θαη ην bit rate δειψλεη ησλ αζήζε ησλ bits πνπ ζήεην ην δεπνέξν. Γηα θαηηέξν ζπλνιήζε αλάθεζε ζε ηηο ζπζθεπέε ζε ζήζε απαζαίηεην λα πάζεξε έλσ κνπδεηαο αζήζε γηα ηε θάζε ζπζθεπή πνπ ζήεη ηε κεηήζεο

Σπνεπσο απνθαζίζεθε λα ρεζηνπνπνίεη ηε ζέζε ηοπίαθεο γηα ηελ απνζήεηζε ησλ κεηήζεσλ. Ο ηίαθεο πνπ απνθαζίζεθε ήηαλ ην location , ην hardware_measurement, ην measurement θαη ην network_meaures .

Γεληθηέια αλ νη ηίαθεο ηεο Βάζεο Γεδνκέλσλ δηάηεηνι μέλα ηε ηεηά ηφπν έηε δηαηέλεην ηζρπν κε ηνλ νπνίν ζπλδένλεην ηίαθεο κεηαηη ηνπ Σπγεθεηέια ηα μέλα ηε ηεηά έλα ηίαθα είλαη ηα πζεηχλ ηε ηεηά ελφδεηε πίαθα. Ζ ρήζε ηνπο έρεη σο απνκίεζε λα βεη ηνπ ηεηά απφδνε ηεο Βάζεο Γεδνκέλσλ θαζπν θαη λα απνέηεη ιάζε φπσο γηα παζάδεηα κηα ιάβε ηεηε ζπγεθεηέια πεηηεζε ν θάζε ηίαθαο ζα πεέπεη λα ελψλεηα ηνλ ηίαθα locations αηνχ απφ ηε είλαη βαζηηηέξν ν νπνίο ζα πεηέρεη ηνπνζεζία καδί κε ην unique_ID γηα θαηηέξν δηφίεζε ησλ ζπζθεπνλ. Σπνεπσο ν θάζε ηίαθαο ζα δηάηεη ηε πζεηχλ ηε ηεηά locations θαη ην πεδίο απφ ηλ ηηλσλ ζα δειψλεη ηε ηεηά.

Πηηάηε θαίλεηα αλαηηη επεμήγε ηνπ θάζε ηίαθα καδί κε ηα πεδία πνπ ζα πεέπεη λα έρεη θαζπν θαη ην πεδίο πνπ ζα πεέπεη λα νηηείο πεηεηχλ ηε ηεηά. Αμνζεηε ην είλαη ηηα νλκαηα πνπ ρεζηνπνπνίεθαλ ζα πεδία ησλ ηηλσλ είλαη ελδεηηέ θαη ηελ πνπνίεζε ηεο βάζεο κνπνχ λα ιαβάννληαλ. Ο ηίαθεο είλαη ν εμφ:

- Στην location ζα πξέπειηλα ππάξρνπλ ζπλν ηθά φη εο νηπεξηννρέοπνπ ι ήθζε θαλ απφ ηηο ζπζθεπέο έηζη ζα πξέπειη λα πεξηέξεηηνν longitude,latitude,address, ην κνλαδηνφ αξηζκφ , ην location_id ν νπνίνο είλαη έλαο αξημνλγν αξηζκφ θαη θαλάρηηηλ πίλαθα κνλαδηνφ, θαζψο ηε ρννλθή ζηηγκή πνπ ι ήθζε η έγελε θάπνην update ζηε κέηξεζε. Σπνεπψο ηα πεδία ηνπ πίλαθα απνλχ ζα πξέπειη λα είλαη longitude,latitude,address, unique_num, created_at, updated_at,location_id. Τν πξσηεχνλ θηεηδί είλαη ην πεδίν location_id.
- Ο πίλαθαο batterytable ζα πξέπειη λα πεξηέξεηην κνλαδηνφ αξηζκφ, ην ππννίηη ηεο κπαηαξίαο, ηε δηερχπλζε πνπ είλαη ηνπνζεηεκέλν νη ζπζθεπέο ψς ηε λα ππάξεηη απεπξείαο εχξεζε ηεο αλ ηπρφλ ππάξεηη θάπνην πξφβιεκα ζηηο ζπζθεπέο, ην hardware_id φπνπ ζα είλαη έλαο αξημνλ αξηζκφ , ην location_id πνπ ζα είλαη ην μέλν θηεηδί θαη ζα ελψλεηη ηξέρνλ πίλαθα κε ηνλ πίλαθα locations, θαζψο θαη ηε ρννλθή ζηηγκή ής εο θαηαλαβάζκεζεο ηεο κέηξεζεο. Σπνεπψο ηα πεδία ηνπ πίλαθα απνλχ ζα πξέπειη λα είλαη unique_ID, address,battery, created_at, updated_at, hardware_id, location_id. Έλα πξσηεχνλ θηεηδί πξέπειη λα είλαη κνλαδηνφ ζε θάδε πίλαθα έηζηεπ η έρζε θε λα είλαη ην hardware_id.
- Ο πίλαθαο networkmesaures ζα πξέπειη λα πεξηακβάλει φηα φζα ζρεηίδνλ ηα κε ην δίοηην, δειαδή ην baud rate, ην SignalStrength θαζψο θαη ηνλ κνλαδηνφ αξηζκφ ψς ηε λα ππάξεηη έηεγρν πνπ ηεο ζπζθεπέο ζηείνπλ ηηο ζπγθεθίκελεο κεηξήζεηο, ην networkmeasurements_id πνπ ζα είλαη έλαο αξημνλ αξηζκφ , ην location_id πνπ ζα είλαη ην μέλν θηεηδί θαη ζα ελψλεηη ηξέρνλ πίλαθα κε ηνλ πίλαθα locations θαζψο θαη ηε ρννλθή ζηηγκή ής εο θαηαλαβάζκεζεο ηεο κέηξεζεο. Σπνεπψο ηα πεδία ηνπ πίλαθα ζα πξέπειη λα είλαη baud rate, Signal Strength, created_at, updated_at, unique_ID, networkmeasurements_id,location_id. Ο πίλαθαο απηφζα πξέπειη λα έρεη πξσηεχνλ θηεηδίν networkmeasurements_id.
- Στην πίλαθα measurement ζα πξέπειη λα πεξηακβάλνλ ηη κεηξήζεο απφ ηνλ ελζκαηησκέλν πεξηβαλνλ ηηηφ αηζζεηήζα δειαδή ζεξκνθξαζία, αηκνζθαηή πίεζε, πγξαζία θαη κεηξήζεο απφ ηνπο ζπλδεκκέλνπο αηζζεηήζεο Sound & Flame Sensor. Θα πξέπειη επίζε ο λα πεξηακβάλνλ ηηηη κεηξήζεο longitude,latitude,address ψς ηε λα αλαπαζηηψλ ηα εχθνια νη κεηξήζεο θαη πεξηνρή πνπ ι εθζεήθαλ ρσίο επηένλ ελέγχεο κέζσ ηνπ μέλνπ θηεηδνχ Απηφ είλαη απαξαίηηην λα πξάγκαηηνπ ηερεί δηφηη είλαη ν θάηην πίλαθαο κεηξήζεσλ θαη ζε απηφλ πεξηακβάλνλ ηηηη φηεο νη απαξαίηηηεο κεηξήζεο έηζη πξέπειη λα αλαπαζηηή ηα δεδνκέλα ην γέγννηφ. Δπηνένλ ζα πξέπειη λα πεξηακβάλει ην κνλαδηνφ αξηζκφ, ην location_id πνπ ζα είλαη ην μέλν θηεηδί θαη ζα ελψλεηη ηξέρνλ πίλαθα κε ηνλ πίλαθα locations , έλα ID πνπ ζα είλαη έλαο αξημνλ αξηζκφ θαη θαλάρηηη

- [14] X. Chen *et al*, "Restful API architecture based on laravel framework," in *Journal of Physics: Conference Series*,
- [15] (). Laravel. Available: <https://laravel.com/docs/5.8/database>.
- [16] (7 May 2019). **XAMPP**. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/XAMPP>.
- [17] (9 May 2019). **MariaDB**. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/MariaDB>.

Παξάξηεκα Α και δείτνει ζσνοπηκά ηοςς πίνακες και ηα πεδία.

Κεφάλαιο 4

Μεθοδολογία

4.1 Hardware	37
4.1.1 Συσθεπέο.....	37
4.1.1.1 ARDUINO	38
4.1.1.1.1 Δπηνγή ARDUINO Uno R3	38
4.1.1.2 SIM7000E ARDUINO NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield.....	40
4.1.2 Αηζζεήξεο.....	42
4.1.2.1 Sound Sensor.....	43
4.1.2.2 Flame Sensor	43
4.2 Software.....	44
4.2.1 laravel framework	44
4.2.2 Δπηνγή XAMPP server	46

4.1 Hardware

4.1.1 Σςζ κεςέρ

Ζ επη νγή ηοι θαηά ηειοι Η΢ ζπζθεπηή γηα ηε Γηηοθαηή εξγαζία πξαγκαηηνηήζεθε κεηά απφ εμαηηεηή εξεγλααηνχ έπξεπε λα ελνηηζηλζ ζπζθεπέο πνπ ζα πηεζνχζαλ ηηο πξνδηαγξαθέο πνπ ζεζπίζεθαλ ζην ηεηάην 3. Αηθε ζεκαηηφ ήηαλ νη ζπζθεπέο λα κπνχζαλ λα πνζηεξίμνπλ ηελ ζχλδεζε ηοι αηζζεηήζοι sound, flame ψζε λα ιαβάννληαη κεηήζεηο γηα ηελ ζφπβηαηηε ησηεηάηζο θαηεξηβαίλνληεο κεηήζεηο φπσο ζεζκνζαζία πγξαζία θαη αηκνζθαηηθή πίεζε. Γεηφθεξν ζνπφο είλαη λα ρεζηκνπνηεζνλ ρηηδν Η΢ ζπζθεπέο έηζη νη πξνδηαγξαθέο πνπ ιήζεθαλ πφζε ζηε δεμγγή ηεο έςεπιαο είλαη ην ραηεφ ηφζηνο αγνζάο, ε εχνηε επέηαζε θαη ρεζηκνπνίεζε ηνπο θαηεηηηήρζε ηεο NB-Η΢ ηφλν γίαο απφ απέοψζε λα γίλνλη βέηηζε ρεζηε ηεο κπαζίαο θαη επηθνδνκνηή ζχλδεζε ζην Γηηίηην. Σν επο, νη ζπζθεπέο πνπ πηεζνχζαλ ηφς ηηο πξνδηαγξαθέο φςηαη ηελ εηηή ιήζε ηοι πηνπάλο κεηήζεο ιήηαλ νη ζπζθεπέο ARDUINO UNO R3 θαη SIM7000E ARDUINO NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield.

ηεο κλήκεο θαηζηηνλ αηηήζεθε ηο analog θαη digital pins πνπ ρεζηθνπνηνχλ γηα ηε ζχλδεζε δησλ ζι αηηήζεθε.

Σν ARDUINO Uno (R3) ην νπνίν είλαη θαη ην δηαδεδνκέλν board ζε ζχγθξηζε κε ηα ππνλνήα επηέξεζε λα ρεζηθνπνηεθεί ζε λειν δηνηζθαηηή εξγαζία. Μεηηθά απφ ηα βαζηθά ραξαθηεξηζηηθά ηνπ είλαη ηα εξήνηα:[8]

- ✓ Μπνρεί λα ηεηνλνγίηεη είνε κε κπαηάηεο είνε κε ξερε. Ζ ηθαλφηεηα ηνπ απηή είλαη απαηηήεηα αλνχ νη ζπζθεπέο ζα δηάθνλνπζηηνλ ζε δησλ εο πεξηνξέοηεο Κρπζνπ θαη πιάξεη πεξίηεζε ζε θάπνηε απφ απηέο λα κελ είλαη εηηή ε ηζνλνλζία ξερε.
 - ✓ Γηάηεη 14 digital input/output pins θαη 6 αλαινγηά επηεξεπλνύεηε ηε επέηεζε ηνπ κε ηελ ζχλδεζε δησλ ζι αηηήζεθε.
 - ✓ Υεζηθνπνηεί ην USB cable γηα κεηαφξεζε ηο πζνγζακκάηο ζην physical board.
 - ✓ Σην board πιάξεη έλα „reset button“ ην νπνίν πζαγαηηνπνίεη επαιεθθίλεζε ηνπ πζνγζακκάηο πνπ είλαη απνζεθεύεηο ζε ζπζθεπή.
 - ✓ Μπνρεί λα ελζεεί ζην Γησθίηην κέζσ έλφο „Shield“ ην νπνίν πζαγαηηνπνίεη ηελ ζχλδεζε απηή. Σπγθεθξηκέλα ην „Shield“ απηφ ελπλεηεθε ηε ζπζθεπή ARDUINO θαη έηε ηεδπλαηφηεηα ηε ζπλδέεη ζην Γησκίηην.
- ✓ Υεζηθνπνηεί ηνλ κηθξν εηηή ATmega328 ν νπνίο δηάηεη ηεξίο νκάδεο κλήκεο:[10]

- 1 Σελ πζνγζακκάηεηο κλήκε Flash κε κέγεζν 32KB. Ζ ζπγθεθξηκέλε κλήκε ρεζηθνπνηείηαη γηα λα απνζεθεπνύηε ηα δηαηηνπνπνύκελα θαη κεηηά ηα ελπλεηε ζην ARDUINO board.
- 2 Ζ SRAM (static random access memory) κλήκε φπνπ έρεη κέγεζν 2KB θαη ρεζηθνπνηείηαη θαηά ηελ εηηεζε ηνπ θηεηηνπ απνζεθεύεη ηα κεηαβιεηέο πνπ δεκνπξνχληαη.
- 3 Ζ EEPROM κλήκε ε νπνία έρεη κέγεζν 1 KB θαη ρεζηθνπνηείηαη ψζε λα απνζεθεπνύηε ηα δηαηηνπνπνύκελα.

Σν πζνγζακκά πνπ πιάξεη ηελ πζνγζακκάηεηο θαη EEPROM κλήκε παζακέηεη ζην ARDUINO board αθόηε θαη ηα απεξεγνπνηεθεί ελν νη κεηαβιεηέο πνπ πιάξνπλ ζην SRAM δηαγξάθνληαη θαη κε ηελ ελεξγνπνίεζε ηνπ ARDUINO κεηαδεκνπξνχληαη[10]

Σηελ πην θόηο εηθόλαδεθαίιεηα ην ARDUINO Uno R3 board:



Source: <https://store.ARDUINO.cc/usa/ARDUINO-uno-rev3>

Σχήμα 4.1: Arduino Uno R3

4.1.1.2 SIM7000E ARDUINO NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield

Όπσο πξλαλαθέξζεο ε, ζ ηε δηπ σκαηή εξγαζία έπξεπε λα επηρεξεί κηαζπζθεπή ε νπνία ζα κπνύλε λα ζπλδεθεί ηφζν ζην ΝΒ-ΙοΤ δίοηηπν φζν θαη ηε ζπζθεπή ARDUINO. Σν SIM7000E ARDUINO NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield απηεηεί ηελ θαηάιιειε επηηγή αηνχ είιαηζε δηαζθέιν έλζηηπζε λα ρεζηεηνπνηείηα γηα ηελ αζήζηα επηηηηόια ησλ ζπζθεπλ ε νπνία πξαγκαηηπνίηαη ηε ρήζε δηφλζσλ ηεξλεηηώλ φπσο ΝΒ-ΙοΤ/LTE/GPRS. Σπγθεθξηκέλα, ην shield απηφ είιαηθα επέηαζε ησλ ζπζθεπλ ARDUINO έλζηηπνί λα ελζεί εηθνία ζε απέο θαηαθθε έρεηε δπλαμνία λα ηηάπλδέζεη ην Γηαίοηηπν ρεζηεηνπνίησ θαπνα απφ ηηηξείο ππνζεζηεφκελε ηεξλεηηά νίεο. Αλαφγσο ηε ρήζε ππνβήζεηα ζα ρεζηεηνπνίηε ηελ ηεξλεηηά ή ηηηηεξλεηηά ππνπνίηε ζίδεη. Αμνίηε ην είιαη φηη ην ζπζθεπν ζήηη ζηηη ζπζθεπέ κέηηηε αζήηεηα ησλ δεδνκέσλ θαηά ηε ζχλδεζε ηνπ ζην Γηαίοηηπν αηνχ γηα λα πξαγκαηηπνίηε ζχλδεζε είιαηα παζαίηεηα λα ρεζηεηνπνίηε κηα sim card. Αφκε, πέξα απφ ηελ αζήηε ζχλδεζε, κέζσ ηεο sim card ζπζθεπν ζήηεηα δπλαμνίηε ηήο εο ή απνζήηη ήο κελπκάησλ θαζψο θαη

δπλαηφφρα ηει εθσληθλ θιήζεσ λ αφ θαη πζνο ηε ζπζθεπή φπσο αθξηβλο πζαγκαηηπνηεία ζηηθξέρνλ θηλθό ηα εθσλίεο.

Γελθφηεζα πάζρνπλ δθθνζε εθδφζεο ησλ sim7000 shields θαη ε επηηγή ηνπο πζαγκαηηπνηεία βάζε ηεο ρψαο ζηελ νπνία ζα κεηδίδνπλ θαη ζπγεθξέια βάζε ησλ frequency bands πνπ πνλζεξίδνληαη αφ ηε ρψα απή[11] Ζ θάζε ρψα έξεηε δπλαηφηα λα εθέκεζε δθθνζε frequency bands αφ ηησπνίηεο. Γηαεθνί φηεζε επηηγή ησλ shields ζε θάζε έθδνζε ηνπο πάζρνπλ θάπνηε θαη ημεοηη νπνίεο δειψνπλ ηελ ρψα ζηελ νπνία κπνλ λ ρέζκνπνηεζλ θαη είλα νπνίεο:

- SIM7000A ,ην Α δειψλε φηε κπνεί λα ρέζκνπνηεζλ ζηελ Ακεξηθή-America. Ζ έθδνζε απή ηεηηπεί ζηα Bands: B2/B4/B12/B13
- SIM7000C,ην C δειψλε φηε κπνεί λα ρέζκνπνηεζλ ζηελ Κίλα-China. Ζ έθδνζε απή ηεηηπεί ζηα Bands: B1/B3/B5/B8
- SIM7000E,ην E δειψλε φηε κπνεί λα ρέζκνπνηεζλ ζηελ Δψπε-Europe Ζ έθδνζε απή ηεηηπεί ζηα Bands: B3/B8/B20/B28

Έζηη ζε δηησκαηή έγαζία θαίηε επηηγή απνεί ην sim7000E ην νπνί ηεηηπεί ζε ρψεο ηεο επζπατήο έλζεο, έζηη ηεηηπεί θαη ζηα ηέρνλ θςεηηεδή δίθηα ηεο Κχπνπ ζπγεθξέια κέζε ην Band B3. Αμζεθείσ ην είλα φηε θςεηηεδή δίθηα ηεο Κχπνπ έρνπλ ηελ δπλαηφηα λα πνλζεξίδνπλ ηελ ηέρνλ γία NB-ΗΣ θαζψο θαη φηε ηησπνίηεο πνπ πνλζεξίδεη shield.

Λεηομετήρ Πποδιαγραφών:

Σν shield έξεηε δπλαηφηα λα ρέζκνπνηεί ηα φλνλα ηηθά ηεο NB-ΗΣ card θαη Sim card νπνίεο είλα ηαζαίηεο γηα ηε ζχλδεζε ηεο ζπζθεπής ζην Γηδίθην κέζεο ηεο ηέρνλ γία NB-ΗΣ. Σπγεθξέια, ε sim card πξέπεη λα επεγεί θαη λα ηνλζεθεί αφ ηνλ ρήζε ζε ζπζθεπή ψζε λα κπνέζε λα γίηε ηαηνπνίεζε ηεο θαη αηνλζο λα επηηεί ε ρήζε ησλ πεξεζλ. Αφ ηελ άηε, ε NB-ΗΣ card είλα ηεζκαηεζέ ζε ζπζθεπή θαη είλα ηαζαίηεο ψζε λα επηηεί ε ρήζε ηεο NB-ΗΣ ηέρνλ γία γηα ηε δθκζε ησλ δεδνκέσλ. Πέζαλ αφ ηελ ηαλφηα ζχλδεζε ζε ζπγεθξέλε ηέρνλ γία ην shield παξέξε δθκζε άηεο δπλαηφηεο ζην ρήζε φπσο :

- ηελ παζαηνλζέζε θαη θαηαγασή πεξηβαηλφηεο κεηήζεσ λ φπσο ηελ γαζία, ηελ ζεξκνζαζία θαη ηελ αηκνζθαηηθή πίεζε κέζε ελφο ελζκαηεζέλνπ πεξηβαηλφηεο αηζζεηήζα(BME280 environmental sensor). Οη κεηήζεο πνπ κπνεί λα άβεηηκαίλνληα ζην -40°C- 85°C βαζκνχ γηα ηελ ζεξκνζαζία, 0-100% γηα ηελ γαζία θαη 300-1100h γηα ηελ αηκνζθαηηθή πίεζε [12].

- ηελ ι ής ε ζπληρεαγκέλσλ κέζσ δηθώνξ σλ ππνζηεξηδφκελσλ δνξπθνξ ηθμλ ζπζηεκάσλ φπσο ην American GPS, Russian GLONASS, European Galileo, Japanese QZSS θαη Chinese BeiDou Navigation[12]
- ηελ γξήγννξ θαη εχρνι ε επέθηαζε κε ηε ζχλδεζε δηθώνξ σλ άιι σλ αηζζεηήξσλ

Στελ πηνθάησ εηθλα θαίλεται ηην SIM7000E ARDUINO NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield:



Source: <https://www.dfrobot.com/product-1732.html>

Σχήμα 4.2: Sim7000E Arduino NB-IoT/LTE/GPRS expansion shield

4.2 Software

4.1.2 Αιζθηήρες

Οη ζπζθεπέο πνπ επηέρνθαλ ήκαλ εχρνι επεθηάηεο έηζη κπνύλ ζαλ λα ελζύλλ δηθώννι αλαγνγνί θαη ζεηξαθνί αηζζεηήξεο γηα ηελ ιήξε θαπνηα άπαίηεησλ κειέηεσλ. Γεισθεξαγία ηελ επνφηεζε ζχλδεζε ησλ ζπζθεπώλ καδί κε ηνπο αηζζεηήξεο ρεζκηκνπνηεία ην ARDUINO expansion shield ην πνίλ είλαι έλα shield πνπ ζρεδίαζεθε ψζελα πνύθ έμεηκα εχρνι θαη γξήγνξ θαη σδίσε ησλ αηζζεηήξσλ [13]. Οη αηζζεηήξεο πνπ επηέρνθαλ ήμαλ ν αλαγνγνφο sound θαη Flame sensor ν πνίλ κπνύλ ζαλ λα ζπλδεζνύλ εχρνι ζην ARDUINO expansion shield θαζψο θαη ήμαλ ν θαηάιειο γηα λα πξαγκαηνπνηήζνπλ ηελ αλάηεη ηεο έκπλεο φηεο φπσο πξναλαθέξεθε. Οη δχν αηζζεηήξεο Flame θαη Sound ζεσξήζεθαλ ζεκαηηθνί ηφζν γηα ηελ πξνβνλέε περπαγώψ ηψε λα απνπρλώλ νη θαηάξηνθ θαη νη απνρνρ φψν θαη γηα ηελ πξνβνλέε γηαδπλαμν ζνζχβνψ ηψε λα απνξάπει κεηαφκεζε ή επίζεζε ζηνλ ζπγεθεηκέλε πεξηρρήθα λα απνπρρεί ή πξφθεηε κφλσλ αηνπζηηκνλ πνύλ εκάσλ.

4.1.2.1 Sound Sensor

Ο ζπγθεθξηκέλνο αηζζεήξαιο έρεη ηελ ηθαλφηεηα λα ελνπίδεη ηνλ ήχο πνπ έλνλνπο ζνύο βνπο κέζν ηνπ κηέξνθηνπ πνπ δηάξεη. Ζ ρήξε ηνπ είλαη ζεκαηηθή αθνχ κπνεί λα απνθξέηε ηελ θνίηε βία ζε ηελ αθνή πξνεδνπνπλν ηνπο ρήξεο ηελ ελνπίδνληα δπλαμί ζφξπν. Γεηνθεξά ν ζπγθεθξηκέλν αλαγνφ αηζζεήξαιο κπνεί λα ιάβεη ην άξν 0-255. Ζ ηηθή 0 πνδέρλεη ηελ δελ ελνπίζεζε θάπνην δπλαφ ζφξπν ελψ κεηαηέξεο ηηθή (ην πνίεο είλαη ηνλ 0) δέρλεη ηελ ζφξπν είλαη αλνθνθαηηφθαη ηελ βξίζνληα ηνλ 255 δέρλεη ηελ ζφξπν έρεη πεξέηε ηα επηηέξα φηα ην κπνεί λα πξνέηε θάπνηα δεκιά ηελ πγία.

Σηελ πην θάησ εηθόλα θάηεη ην Sound Sensor πνπ ρεζηνπνιέεθε:



Source: <https://www.dfrobot.com/product-83.html>

Σχήμα 4.3: Sound Sensor

4.1.2.2 Flame Sensor

Ο ζπγθεθξηκέλν αηζζεήξαιο έρεη ηελ δπλαηεηα λα ελνπίδεη ηελ πξνθαηά θαη ιαλνπγίε αθξαίο θαηηέο ζπλζήθεο ηνπο -25 βαζκνχο θελίδνπ κέρη 85 βαζκνχο θελίδνπ. Σν επνθαηηήηε θαηά ιείν γηα ηελ πξνηαζία ηνλ πεξηνγλ απφ πξνθαηέο πξνεδνπνπλν ηελ κφηε ελνπίζεη θαπλν. Ο ρφλν πξνεδνπνίεζο γηα ηελ πξνθαηά κπνεί λα απνβεί κηηάηο έηε πξέπεη λα ελνπίδεη ηελ άλαηζεήξαιο ελνπίζεζε. Ο ζπγθεθξηκέλν αηζζεήξαιο έρεη ρφλν αλνλεπζο 0,015 ms κε απνκείεζα λα βνέζα ηελ γήγνε αλνλεπζε κηα πξνθαηά. Σν εχξν αλνλεπζο ηνπ θκαίεη ηελ 20 cm κέρη ηα 100 cm.

Σηελ πην θάησ εηθόλα θάηεη ην Flame Sensor πνπ ρεζηνπνιέεθε:



Source: <https://www.dfrobot.com/product-195.html>

Σχήμα 4.4: Flame sensor

4.2 Software

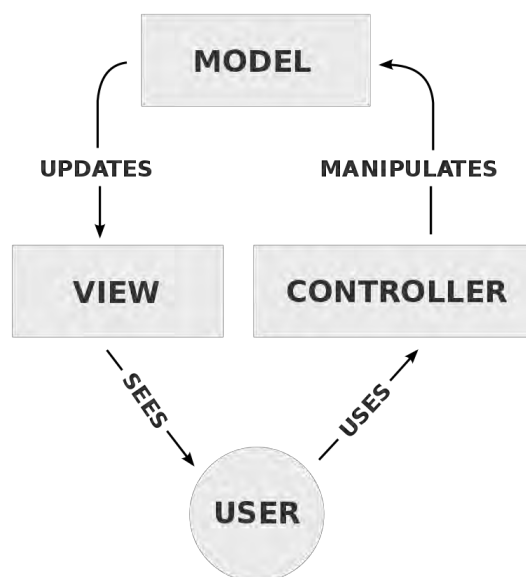
Στη συνέχεια, ην το software framework απνηρείζε και εμίζοντο ζεκαλοηθη απόθαζε, ζηελ δηησκαιηθη εξγαζία θαηζπγθεθξηκέλα ζηε δεκηηξία ηνπ web application αθνχ έπξεπε λα ρεζηνκνπνηεζεί έλα framework πνπ ζα κπνύλε εχκολα λα κεηαεξεζεί ζε δηφλζα ιεηηνπξγηά ζπζηήκαα φπσο Linux, Windows, Centos, θαζψο θαη λα ιεηηνπξγεί ζσζηά ζε απηά. Απαλαίξεηε πξνοφρζεζε ήηαλ επίςσο λα πνύλε ηίδηηε βάζε δεδνκέσλ MySQL ε νπνία ζα ρεζηνκνπνηηηαί γηα ηελ απνθήηεπζε ησλ κεηεξήζεσλ θαζψο θαη ηνλ apache server ν νπνίνο θαηζηζήηε απαλαίξεηνο γηα ηελ επηθνκνκνηηη ιεηηνπξγία έλφο web application. Σν software framework πνπ επηέρζεθε γηα ηε δεκηηξία ηεο δηαδηηπαθήο εθαζκνγή (web app) ήηαλ ην laravel framework ην νπνίν φρηκφλ πηέξνεζε ηα πηνπάλσς θζηηήηαα ια κε ηνλ ηέφπν πνπνίεζεο ηνπ είρε ηε δηαηηφηηα λα πξνζέξεη πεξαηηέφ αζθάηεηα ζηελ εθαζκνγή. Πέξαλ από ηελ επηνγή ηνπ LARAVEL framework ζεκαηηφ ήηαλ επίςσο λα επηερθεί ν θαηάιεινο web εμπεξεηηήρ φπνπ ζα κπνύλε λα ζπλδεζεί ζην LARAVEL, ζα κπνύλε λα πξαγκαηνπνηήζεη εχκολα θαη δσζεάλ εγθαηάζηαζε θαζψο θαη ζα δηέξεη ηνλ APACHE server ψςηε λα κπνύλε λα αλαπαζαζηάζνλ ηα δεδνκέλα ζηνλ ηνπνθεηηή ηηηνχ. Σπνεπψο, ε έξεπλα θαηάεμε ζηνλ XAMPP server ν νπνίνο πηέξνεζε ηα θζηηήηαα απηά.

4.2.1 laravel framework

Σν laravel framework είλαη έλα open source PHP framework ην νπνίν ρεζηνκνπνηεί ην αξηηεηηνλ ηφ κντέιν MVC (model-view-controller)[14]. Σν ζπγθεθξηκέλν κντέιν ρεζηνκνπνηείηαη γηα λα δηαφηηξήηε ηελ αηηεηεπίδξαζε ηνπ ρηήηε κε ηελ εθαζκνγή πξνζέξνν κνδαιαίο κεγαιηεξε αζθάηεηα ησλ δεδνκέσλ αθνχ ν ρηήηεο δελ έρεη απεξείαο επαθή κε ην back-end. Δηηπένλ έρεη ηε δηαηηφηηα λα πξνζέξεη εχκολα ζπληήξεζε θαη επεηηάζηηκεηα ηνπ θσδηθαλνγνλνλ ηνλ ζεηάξεο πνπ αθνύλνλ ηνλ controller,

model θα viewer αληθινή . Ο ζυγοθεξικέλο ηξωπο ιεηνηγίαο ηνπ κνλρεί νπ είλαη ν εμφο:

- Σν view ρξεζηκνπνηεία κφλ γηα ηελ αλαπαζάζηζε ηεο εθαζκνγήο κε απηή είκα έλαο ρήζηεο λα έρεη επαθή θαη λα είη επηδρά κφλ κε απηή ην κνκάηη.
- Ο controller έρεη ηνλ ζφιν ηνπ κειαθνξά απφ ην view πζν ην model . Σν γθεθίκα είλαη περζπλ λα θαηεπζλεθαηα θη ηζάξεη ηελ ελέξγεηα ηνπ ακβάλεηα απφ ηνλ ρήζηε θαη λα ηελ παζαπέκς εη ζην model ψς ηε λα κπνξέζεη λα εμπεξεηεζεεί.
- Σν Model έρεη επαθή κε ηα δεδνκέλα ηεο εθαζκνγήο ηα νπία βξίζθνληαη ζε βάζε δεδνκέλσλ θαη έηζη είλαη εηηηφ λα εμπεξεηήζεη ηελ επηζκεή ελέργεια ηνπ ρήζηε. Δπην ένλ αθνχ εμπεξεηήζεη ηελ ελέργεια ηε κειαθέξεζη ην view ψς ηε λα αλαπαζάζηαζεεί



Source: <https://en.wikipedia.org/wiki/Model%E2%80%93view%E2%80%93controller>

Σχήμα 4.5: Αναπαράσταση MVC μοντέλου

Πέξα απφ ηελ αζθαίεηα ηνπ πζνζθ έξεη ην αξρηεθηνληφ κνλρεί ν MVC , ην laravel πζνζθ έξεη αθφκε πεξεηάζσ αζθαίεηα ζηηο εθαζκνγέο ηνπ δεκηηζγνχληα ζε απηή πζνζηαηεχλσ ηεο απφ θάπνην ζπλαξηζκέλν ηηλδνλν αζθαεία φπσο: cross-site request forgery, cross-site scripting θαη SQL injection. Οη ηζφπηα κε ηνπο νπνίνο πζαγκαηνπνηεία απηή είλαη ν εμφο:

- Γηα ηελ πζνζηαζία απφ ην cross-site request forgery ρξεζηκνπνηεί CSRF tokens ζε θάζε αίηεκα ηνπ γίλεηα απφ ηνλ ρήζηε ψς ηε έλαο man-in-the-middle λα κελ κπνξεί λα πζαγκαηνπνίεη fake requests δεηαδή λα κπνξέζεη λα γίλεη authenticate ή λα ππνθείεη θάηηα απφ ηελ εθαζκνγή.

- Για ηελ πξνζηαζία απφ ην cross-site scripting δειαδή ηελ εηζαγσγή θψδηθα JavaScript ζηελ εθαζκνγή, ην Laravel framework ρξεζηκνπνηεί θάπνηα validations σο απνηεί εζκα λα κελ κπνύλ λα εηζαγνύλ ρααθηήξεο φπσο “@#\$\$%” θαη έηζη έλαο attacker λα κελ κπνύλ λα εηζάγεη θααθηεξνί ε είλδν.
- Για ηελ πξνζηαζία απφ ην SQL injection δειαδή ηελ απνηξνπή έλφο attacker λα εηζάγεη έλα query ην νπνίν ζα επεξεάζεη φηε ηε βάζε πνπ ρξεζηκνπνηήκαηε γηα ηελ εθαζκνγή ην Laravel ρξεζηκνπνηεί Eloquent ORM γηα ηελ επηθνιολία κε ηε βάζε κέζσ ησλ queries. Για δει ρξεζηκνπνηεία κηα ζπγθεθξηκέλε ζυλλεμε ζηα queries ε νπνία δηάζηαι ίδεη ηλ αθεζαηεηα ηνπ.

Δηπνένλ ην LARAVEL framework έρεη ηε δπλαηόηηηα λα πνύλεη έμνηα ηέζεζεο δησλζ εηηέο βάζεο δεδνκέσλ φπσο ηελ MySQL, PostgreSQL, SQLite θαη SQL Server ην νπνίν ήηαλ απαζάηεηε ζηε δηπσκαηηθή εηγαζία [15].

4.2.2 Δπιλογή XAMPP server

Όπσο πεξηγξάθηε ζην ζεκείν (3.1) απαζάηεηε πξνπφξεζε ζυκθσλα κε ηηα πνύλεζεο πνπ ηεζήηαλ ήηαλ λα ρξεζηκνπνηεί έλα πεξηβάηνλ φπνπ ζα δηέζεηε δσδεάλ ζπλδνκή θαζσο θαη ζα κπνύλ λα ηεηηπύλζεη εχνηα θαη γρήγννα ψζηε λα ζπκβάηεη ηελ γρήγνξε εμείηε φηο δηπσκαηηθή εηγαζία. Σύμθσλα κε ηελ εηεηα πνπ έγηε ζην ζεκείν (3.3) απηφ επηηεράλεη κε ηελ εγθατάζηαζε θαη ηελ ρξεζηκνπνίεζε έλφο ηνπνχ web εμπεξεηεηή ν νπνίο γεηηεθε είαηε εχνηα δηζέζηκν αθνχ ππάξρνπλ αξθετά δσδεάλ open-source πηηεφθεο. Μεηά απφ έξεπλα δηαηίηεζε φπσο νδχλ ην δηαδνκέλν web εμπεξεηεηέο πνπ κπνύλ λα εγθαηάζηαλ ζηνλ πξνζπληνγύηη είλαη ην XAMPP θαη ην WAMP. Οη δχλ εμπεξεηεηέο έρνπλ παζφκηνα ρααθηεξηζηθά θαη θάπνηα κηέο δησλζ έο φπσο γηα παζάδεηκα ν WAMP server πνύλεη έηδεηα κφλ απφ ην ηεηηπύηε ζυζηεκα WINDOWS ελν ην XAMPP πνύλεη έηδεηα απφ δησλζ αηεηηπύηε ζυζηεκα. Για ηελ απνζήηεζε ησλ δεδνκέσλ επηέρεη ν εμπεξεηεηή XAMPP αθνχ πέξαλ απφ ηηα κηνδηαλζ έο πνπ ηνλ αλάδπαλ πεηηζζφεηε απφ ηνλ WAMP φπσο γηα παζάδεηκα ε εχνηα δηαφξέζεη θαη ζυζηεηε ην ζυγθεθξηέ κε ηνλ WAMP, επηπένλ πηέρεη θαη πξνζπηθή επαθή κε απηφλ ζην παηεζφλ σο απνηείεζκα λα είλαη νηείν ν ηξφπν ηεηηπύηε θαη εγθαηάζηαζε ηνπ.

Συγθεθξηκέλα ν εμπεξεηεηή XAMPP είλαη κηα δσδεάλ open-source cross-platform πηηεφθε ε νπνία ρξεζηκνπνηεί ηνλ Apache server, ηελ MARIA DB σο βάζε δεδνκέσλ ε

νπνία αληθηαζήζεζε ηελ MySQL, θαηαθφθε κπνλεί λα δεζμελερχζε αξρεία ηα νπνία είλαη
 γξακκέια ζηε γηψζα PHP θαη PERL[16]. Λφγσ φηηείλαη κηα cross-platform κπνλεί λα
 ππνζηεξίδεη θαη λα ιεηηνπξέζεη ζε δηφλδα ιεηηνπξνθά ζπζηήκαηα. Δπηπιένλ ,
 ρξεζηκνπνηείηαη ζαλ web server αθνχ ππνζηεξίδεη ηελ APACHE θαη κπνλεί λα ζπλδεθεί
 εχθνια κε ηελ LARAVEL Framework. Ζ βάζε δεδνκέλσλ MARIA DB ππρξεζηκνπνεί
 είλαη κηα επέθηαζε ηελ MySQL, δηάρεηηα ηα ραξαθηεξηζηηθά ηελ θαζψο θαη θάπνηα
 επηπιένλ ραξαθηεξηζηηθά. Σν κεγάιν ηελ πηνλέθεηα είλαη φηη ηελ ζπλδεεί , νη
 βηβιηνθήθεο θαη νη εθαρνέο ππ κπνύλ ζαλ λα παγαηνπννύλ κε ηελ MySQL
 κπνύλ λα παγαηνπννύλ θαη κε ηελ MARIA DB είηε ππζηεξίδεη είηε φρη αφο
 απηέο, ρεώο νπνηδήπνηε αηαγή ζηηο επζκίζεηο ηελ[17]. Σπνεπψο, ηελ LARAVEL
 framework αλ θαη ππζηεξίδεη ηελ MySQL βάζε δεδνκέλσλ θαη φρη ηελ MARIA DB,
 ζς ηφζν φπσο πξναλαθέξεθε απηφ δελ απνηεί ηξφβηεκα αθνχ ε MARIA DB κπνλεί λα
 ελσεί ζε απ ηφ έζηο θαη αλ ηελ LARAVEL δελ ππζηεξίδεη η Βάζε απηή.

Κεθάλαιο 5

Τλοποίηζη

5.1 ARDUINO.....	49
5.1.1 Έλσζε θα έεγρνο ζπζθεπλ θαη αζζεήζεο.....	49
5.1.2 Γεκηνπεία βάζεο Γεδνκέοο.....	52
5.1.3 Τι νπνίεζε θωδθθαarduinο θαη έεγρνο κεηήζεο.....	53
5.2 Γηωδηθαθή εθαζκνγή.....	57
5.2.1 Γεκηνπεία ηεο Γηωδηθαθήο Δθαζκνγήο.....	57
5.2.2 Έλσζε Βάζεο Γεδνκέοο – LARAVEL θαηLARAVEL-ζπζθεπλ έπείο ARDUINO ..	58
5.2.3 Πεξηγξαφή ηεο tabs ηεο Γηωδηθαθήο εθαζκνγήο.....	62
5.2.3.1 Areas Tab.....	63
5.2.3.1.1 Υήζε ηνπ fuzzy logic ζεο εθαζκνγή.....	68
5.2.3.1.1.1 Υήζε fuzzy logic ψζεο ιαίεζεο νηλ απνθάζεο ηογνηνλ ζφζεο ζηηοπεξηνρέο.....	68
5.2.3.1.1.2 Υήζε fuzzy logic ψζεο ιαίεζεο νηλ απνκάζεο ηογνηνλ θαηζφ71	
5.2.3.2 Explore Tab.....	74
5.2.3.3 Map Tab.....	77
5.2.3.4 History Tab.....	80

Σφζν ε επηνγή ηεο ζπζθεπλ/νγηζκθ/εμπεζεηεηεπλ(θεθ.4) φζν θαη επνίεζε ηνπ θωδθα ηεο Γηωδηθαθήο εθαζκνγήο βαζίζεθαο ηήζεο ζηηο πενδραγθαέο θαη ζηηο απηήζεο πνπ πενθαζνίεθαο. Όπσο πεναλαθέζεο θαη ζην κεθαίην 4 ζην νπνίεο πεξηγξαφηε ηη hardware θαη software, νη επηνγέο έγηαο κε βάζε ην ραίε φφζο, ηελ εχνηε επεθαζκνηε ηνπ ζπζκκν, ηελ αζθαίε ηεο δεδνκέοο θαη ηελ εθαζκνγή εθαζκνγή ρεζκνπνίεζε ηεο NB-Ψ ηεο νηλ. Σν ζεκαηηφζεο ζεκείν ήηαο επηογή θαη ερζεζκνπνίεζε ηεο NB-Ψ ηεο νηλ φπσο πεξηγξαφηε ζην κεκν(1.) αθνη είηα ηηο ηηο ηεο εθαζκνγήο ζεο ζπζκεπλ ζην Γηωδηκν φζν δπζφζεηεθαο είηα ηηο πεξηνρέο πν είηα ηνπ ζεκεέο.

Δηηέο, νη κεηήζεο ζπγθεέο θαη έίεο ψζεο δπζκαηεείε εγθεφηε ηεο δεδνκέοο θαη ε δηωδηθαθή εθαζκνγή αλαηηρζεο ηηλνπνηεπλ ζρεδφ ηεο πενδραγκαέο θαη απηήζεο πνπ πενθαζνίεθαο. Αφγς πεξηγρζκ ρφλν ηα ζέκα

αζθ άι εηω θαι χπηνπλ έλα κέζνο αθνχ δελ πζφι αβαλ λα εθαζκνζηνχλ φια απαζαίηεηα κέηξα ηα κέηξα νχηε λα ει εγρζνχλ φινη νη πξάγνληεο.

Γεληθίηεξα ε πι νπνίεζ ε ρσζ ίζηεθε ζε δχν θάζεηα. Ζ πζψηε θάζε πεξηηάκβαλε ηελ έλσζε ησλ ζπζθεπψλ ,αηζζεηήξσλ θαζψο θαη ηελ έηεργν γηα ζσ ζηή έλσζε θαη ηαλφπτεηα ιήζεο κειεηήζεο λ. Δπηπ έλ πεξηηάκβαλε ηελ δεκηνπξία ηεο Βάζεο δεδνκέσλ θαη ηελ απνζηνή ησλ κειεηήζεο λ απφ ηηζ ζπζθεπέο ARDUINO ζηε Βάζε απηή. Απφ ηελ άηε ε δεηεζε θάζε πεξηηάκβαλε ηελ δεκηνπξία ηεο δηωδηθηπαθήο εθαζκνγήο, ηελ θάηε φησλ ησλ πζναζνζηακέσλ απαιήζεο λ θαη ηελ ηειεηή επηθνησλία κειεηη ησλ ζπζθεπψλ –Βάζε Γεδνκέσλ θαη ηη LARAVEL πνπ ήηαλ : επηκνησλία Βάζεο – LARAVEL θαη LARAVEL-ARDUINO. Ζ ζχλδεζε ηνπ ARDUINO καδί κε ην LARAVEL πξαγκαηνπνιήζεθε ψζε λα κπνχλ λα επεμεργαζνχλ θαη λα ει εγρζνχλ νη κειεηήζεο πνπ ιακβάλνληαλ πζηνηεηαζνχλ ζηε Βάζε θαη κειεηηηα αλαπαζαζηαζνχλ ζηελ εθαζκνγή.

5.1 ARDUINO

5.1.1 Έλν ζη και έλεγχορ ζσζ κεςών και αιζθηηήων

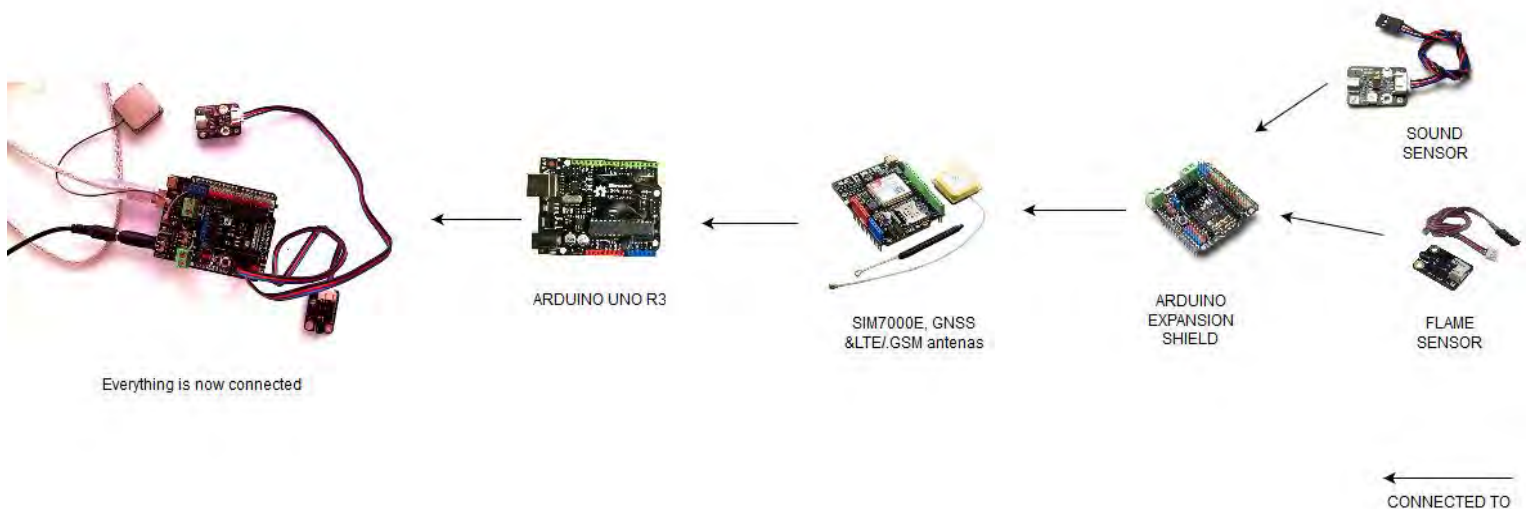
Όπσο πζναλαθέζεθε ζην ζην θέηαην 4 νη ζπζθεπέο πνπ ρεζηνπνιήζεθαλ ζηελ δηπσκαηηθή εξγαζία ήηαλ ην arduino uno R3, ην sim7000 arduino expansion shield ην νπνίν ρεζηνπνιείηε Γίθην επζείαο πεξηηόρη(wide area network) θαη ζπγθεθαιέια έρεη ηε δπλαμίηε λα ρεζηνπνιήζεη ηελ NB-IoT ηε λνηία γηα κειεηή δεδνκέσλ, θαη ην arduino expansion shield γηα επηφηε ζηο δίδε ησλ αηζζεηήξσλ Sound θαη Flame. Γηα λα επηεξεεί ε ιήζε ησλ κειεηήζεο λ απφ ηηζ ζπζθεπέο θαη ην αηζζεηήξεο έπεε αξηεηά :

- ✓ λα ζπλδεζνχλ νη ζπζθεπέο θαη νη αηζζεηήξεο πνπ επηέξεθαλ θαζψο θαη νη απαζαίηεηαο αηελεο ψζε λα κπνεί λα πξαγκαηνπνιεί ε ζχλδεζε ζηα δνπνιήθη ζπζηήκαθα θαη ζη Γίθηα LTE/GSM.
- ✓ λα εγθαηαζηάζεί ην Arduino IDE ψζε λα πξαγκαηνπνιεί έηεργν γηα ηε φλ πζνβί ήκαη ζηε ζχλδεζε κειεηη ησλ ζπζθεπψλ θαη ησλ αηζζεηήξσλ θαζψο θαη γηα λα πξαγκαηνπνιζνχλ θάπνιεο δνθηκέο φζν αθνζνζε ηηο κειεηήζεο απφ ηνπο αηζζεηήξεο
- ✓ λα γίλεη δνθηκή γηα ρήζε ησλ ππεξεζηψλ ηνπ δηωδηκνπ κέζο ηεο NB-IoT ηε λνηία.

Έηζη ην πζψν βήκα ζηελ έλσζε ησλ ζπζθεπψλ ήηαλ ε ζχλδεζε ηνπ arduino uno R3 καδί κε ηε ζπζθεπή SIM7000Δ arduino expansion shield .Οη αηζζεηήξεο sound θαη Flame νη νπνίηε επηέξεθαλ ιφγσ ηεο ζεκαηηθήηαο ηνπο θαη ηεο ππέξηαηεο ζπλεκνζνύαο ηνπο ζην πεξηβάλλν θαη ζηελ θνηνλσλία(θεθ.4) ζπλδεζέθαλ καδί κε ην arduino expansion shield ην

νπνίν σο αθιν νχζσο ηνπνζεηήζεθε επάλσ ζε ζπζθεπή SIM7000E. Ζ ιήςε ηοι ζπλνεηαγκέοι θαη ε αζθαηή ζχλδεζε ζην Γηωδίηην ρεζήκνπ ηνλ ηελ NB-ΗΣ ηερνιγία γηα απνζηνιή θαη ιήςε ηοι κεηεξέοι, ήηοι κεηεοείηεην νη νπνίεο ππνζεξίδνληαι απφ ηελ ζπζθεπή SIM7000E θαη δηωδξακάηηαλ ζε αληηθξίβν ζε δεκνπξγία ηνπ επηζθεηή ζπζήκαηνο. Σπγθεθξηκέλα ε ζχλδεζε ζηα δνμπνξήηα ζπζήκαηα γηα ηελ ιήςε ηοι ζπλνεηαγκέοι κπνύλζε λα πξάγκαηνπνηεεί ηελ ζχλδεζε ηεο GNSS αληέλαο ελσ γηα ηελ ιήςε θαη ηελ απνζηνιή ζεκάοι αλάκεζα ζην ζπζθεπή θαη ζηα BS (Base Stations) έπξεπε λα ζπλδεθεί ε GSM/LTE αληέλα ζε ζπζθεπή SIM7000E. Δπηνένι γηα λα γίλεη ηαπηνπνίεζε ηεο ζπζθεπήο θαη λα παξαξσξέζνλ νη ππεξεζίεο Γηωδηηήνπ θαη αηίεο ππεξεζίεο (π.ρ απνζηνιή θαη ιήςε κεηεωρηνι, πξάγκαηνπνίεζε ηελ εηοιηθηνπλ ηήζεοι), έπξεπε λα ηνπνζεηεθεί κηα SIM card.

Σηελ πην θάησ εηθόλα θαίιεηαη ε αηαιη ηηθή ζύλδεζε ηοι ζπζθεπώι + αηεζεηήζοι + αηηελώι:



Σχήμα 5.1: Αναλυτική σύνδεση συσκευών ARDUINO

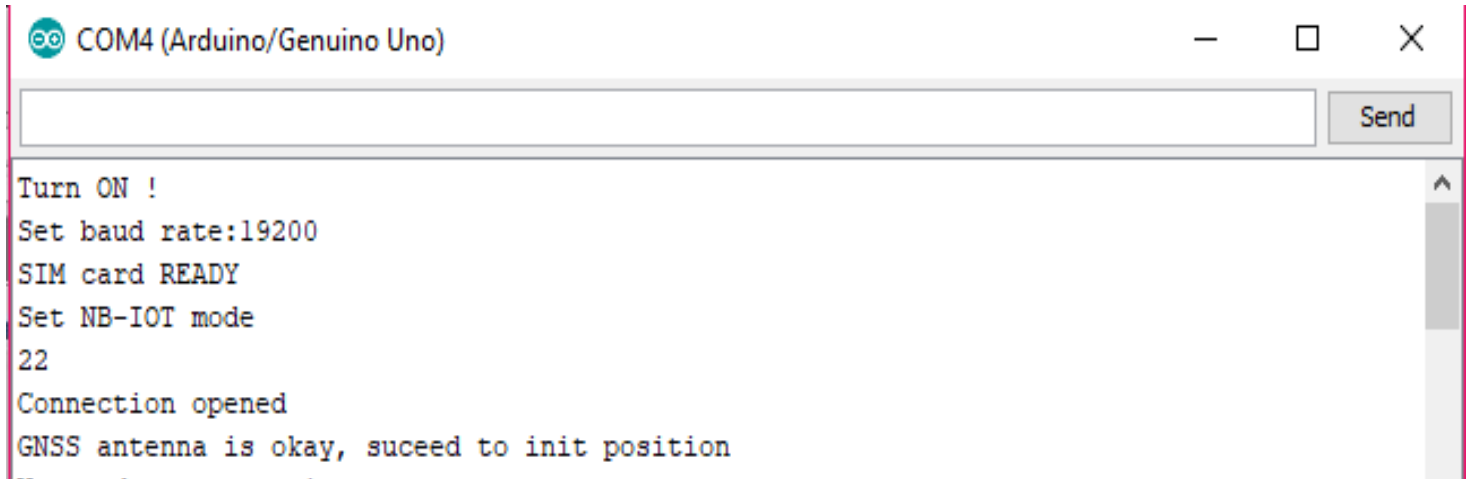
Αθνχ πξάγκαηνπνηήζεθε ε ζχλδεζε ηοι ζπζθεπώι, αηεζεηήζοι θαη αηηελώι έπξεπε λα εγθαηαζηαλεί ην Arduino IDE ψς ηελ γίλεην είεγρνο θαη ε δνηηθή ηνπο. Σν Arduino IDE φπσο πξναλαθέξεθε είλαη έλα πεξηβάιην ην νπνίν επηηέπεια απεπξείαο επηηηηοιία κε ηηο ζπζθεπήο arduino κέζω ηεο κεηεωρηνιζέο ελφ ηψδηθα ή κέζω ηοι at+commands. Σπγθεθξηκέλα ζην πεξηβάιην απηφ ρεζήκνπνηεη ηην serial monitor ην νπνίν δείρλεη ηην ελνίεο θαη ηηα ελέεγεο ηνπ εηηελχληα ηηο ζπζθεπήο arduino κεηα ηελ κεηεωρηνιζε ηνπ ηψδηθα ή κεηα ηελ εηηείεζε ηοι ελνίωι “at+commands”. Σπνεπσο κπνύλα γίλεη παξάην νχζεζε ηοι κεηεξέοι ππν ακβάνηηαη απφ ηηα ζπζθεπήο θαη παξάίηεηα κπνύλ λα δηαηηηηζνχλ βηάβεο ζε απηέο φπσο ε ιαζαζκέλε ηνπνζεηεζε ηεο θάησ sim.

Ο ηξφπνο πνπ επι έρζεθε γηαλα πξαγκαηηπνηερεί ν εί εγρνο ηοι ζπζθεπή ζε δηπσκαηηθή εξγαζία ήηαλ κέζω ελφο ηψδηθα ν νπνίνο ζα κηαζνύ ηοιφπνι ζήηο ζπζθεπέο θαη ηα απνηεί έζκαηα ζα κπνύλ ράιια αιαη πζνχλ κέζω ηνπ serial monitor. Μεηά απφ εξεγλα πνπ δηεμείξεθε γηα ηνλ αζήηηο ηξφπν κε ηνλ νπνίν κπνύλ ζε ηα πξαγκαηηπνηερεί απηφ δηαηηζήζεθε φηη έπεε αξηθά ηα εγθαηάζηαζνχλ θάπνην βήη ηνζέηο ζην Arduino IDE, ν νπνίνο ήηαλ ππερζπλεο ηαδηφηεξδνιηαηηή ζπζθεπέο θαη ηνπ αηζζεηήξεο. Σπγθεθξηκέλα, απαλαίηεην ήηαλ ηα εγθαηάζηαζνχλ βήηη ηνζέηο DFRobot_SIM7000.h γηα ηελ δηαρείξηζε ηεο ζπζθεπήο SIM7000, DFRobot_BME280.h γηα ηελ δηαρείξηζε ηνπ ελζσκαηηζκέλνπ πεξίβαλνιηνχ αηζζεηήξα ζε ζπζθεπή SIM7000 θαη SoftwareSerial.h ψς ηε ηα επηηείε επηηηοιία κηαμ ηοι ζπζθεπή θαη ηνπ πνι νγίηη Πέξα απφ ηελ εγθαηάζηαζε ηοι πην πάλσ βήη ηνζέηη γηα ηελ πξαγκαηηπνίεζε κηω αζαίηο ζχλδεζεο κέζω ηνπ Γηαηηηχπν θαη δηαζαίηεηο ηεο ηδηηηφπν ηοι δεδνκέηοι απαλαίηεην ήηαλ ηα θαζνίηεη ν service provider ηεο sim card πνπ ρεξνκπνιήζεθε. Έηη έπεε ην access point name(APN) ηα δηακνχσ εί ζην service provider ηεο θάηηο απηήρ.

Δπηνένλ, ε ειεγρνπνίεζε ηοι ζπζθεπή πξαγκαηηπνιήηα κέζω ηεο ηζνδνύ έο ξεκαηην ή κπαξίηη. Έηη κηά απφ ηελ ρεξοκπνίεζε κηω εθ ηοι δρν επηνγν, ηελ εγθαηάζηαζε ηνπ Arduino IDE ζηνλ πνι νγίηη θαη ηοι απαλαίηεηοι βήη ηνζέηη, ηελ έλζε ζπζθεπή-πνι νγίηη κέζω ελφο USB cable θαη ηελ εξεγλα πνπ δηεμείξε γηα ηελ πνι νίεζε ηνπ θαηάηεην ηψδηθα ζήηο ζπζθεπέο πξαγκαηηπνιήζεθε κέζω ηνπ πεξίβαλνιην εί εγρνο γηα

- i. ζε ζή ηνπνίεζε ηεο sim card
- ii. εηηή ήε κηεξέηοι θαη ζπληαγκέηοι
- iii. εηηή ζχλδεζε ζην Γηαηηηπν ρεξοκπνιηηη ηελ NB-IOT ηεοι νγίηη.

Σηλ πην θάησ εηθόλα θαίλνληαη απνηεί έζκαηα εηέγρνπ πνπ πζαγκαηηνηήζε θαλ κέζσ ηνπ serial monitor:



Σρήμα 5.2: Έλεγχος μέσω του ARDUINO IDE

5.1.2 Γημιοζπγία βάζηρ Γεδομένον

Ζ βάζε δεκνηπγίηεο ε βαζηζκέιε ζην ER δηάξακκα πνπ πεξηγξάθεθε ζην ζέηνο(3.3.1). Ο ηηπνη ηοι πεδίοι ζηνπο πίλαθεο ηεο βάζεο επηέρζεθαλ κε βάζε ηνπο αληζηνηνπο ηηπνπ πνπ ρέζηκνη ηηλ ζηνλ θωδίζα arduino γηα ηε ιήζε ηοι ζπγθεθξηκέοι κειήζεο λ. Οο αξηηθ ζηάδην επέπε λα πάξεηαπ επεία επηηηοιία κειηχ ζπζθεπλ arduino θαη βάζεο δεδνκέοι ψζηε λα ζηείνληαη ηη κειήζεο θαη κειέπηηα φηα ζα δεκνηπγνχ ε εθακνγή κέζσ ηνπ laravel, ηφπ ην laravel ζα επηηηοιόλζε κε ηελ βάζε θαη ηη ζπζθεπέο ην laravel ψζηε λα κπνεί λα πάζκεη εηέγρνο θαη επεμεγαςία ηοι δεδνκέοι.

Πζόβηεκα I:

Σν πζνθαζνζηζκέλν port number πνπ ρέζηκνη ηηλ απφ ηνλ εμπεζεηηή XAMPP θαη ζπγθεθξηκέλα γηα ηνλ APACHE ήηαλ ην 80 ην νπνίν είρε ζχγθνπζε κε αηέο εθακνγέο φπσο ην skype.

Αληημεηώπηζε:

Σν πζφβηεκα αληημεηώπηζεθε κε ηελ αηαγή ηνπ port number θαη ηελ κειηζνπή ηνπ ζην port number 81 πνπ δελ ρέζηκνη ηηλ απφ θακηά εθακνγή. Ζ αηαγή απή έγηε απφ ην control panel ηνπ XAMPP θαη ζπγθεθξηκέλα απφ ην αξείν httpd.conf. Σην αξείν απφ νζίζ ηεθε λα αθνχ ην εμπεζεηηή ζην port 81.

Λαγος αζθ άι εηω ν πζνζσπηθο ππνινγηζηήρ κπνζνχζε λα ιάβεη κφλν κεηξήζεο απφ ζπζθ επέο πνπ ήησλ ελσκέλεο ζην ίδην Wi-Fi δίθηπν. Όσο ν ηζπζθ επέο arduino κπνζνχζα λα ελζνχλ κφλν ζε αηεθθ άθηα θαη φηζε Wi-Fi δίθηπν.

Αληπεηώπηζε:

Ο ηξέφπνο πνπ αλννηεηεηζέθεθε ήηαλ επνιέγνλνσο θαλ νξέδνλνσο αζξνθά έλα IP πνπ ζα ρέεζηνπνπνλνλνλ σο ζεαηηθ . Ζ επνλγέ έγηε αλάεεζα ζεα ηδσηηθ IP πνπ παέέρνλνλ ζεο δηθλνλ έο ζπζθ επέο γηαηελ ζχλδεζε ηνπνζηνλ Wi-Fi. Σν επφκελν βήκα ήηαλ ε ηέηνπνπνίεζε ηνπ δέηνκνι νγεή ψζε φηα ιάεβαλε αίηεκα κε ην public IP πνπ αλνζηνηηρζε ζηνλ πνπ νγηζή θαη ην port number 81 λα ην πέηνς νρζε ζην ηδσηηθ IP πνπ έρε νξέζε έο ζεαηηθ ζηνλ πνπ νγηζή θαη ζπγεθξέελα ζηνλ εμπεξέεη. Σν επέο έηεζα κπνύο λα ια ιαβάννλνλ νηεηζέζεο απφ ηηζπζθ επέο arduino αθνχ ζα ρέεζηνπνπνλνλ ην Public IP θαη ην port πνπ θαζνλ έηεθε γηα λα ζεεί νπλ ηα δεδνκέλα. Γηαεγει αηεζε αζθ έηεζε βάζε δεδνκέσλ ζηνλ πέηνς ηηφ πνπ νγηζή νξέζε username θαη password θαη γηα λα ελςνχλ νη ζπζθ επέο arduino κε ηε βάζε έπεε λα δεκηνέεζε έλα PHP file ην νπνίλ ήηαλ πεεχζηνλ γηα έλςε ησλ ζπζθ επηλ κε απηήλ.

Αλ θαη ε ρξήζε ηνπ πζνζπνθνπ ππν νγνζή ή ηα ε γζε γνζφθεζε θαη εθθν φρεζε ιχζε
 ζς ηφςν πςηεζνχζε ζε έλα ζεκείν : ε δσδηθηπαθή εθαζκνγή δελ ζα κπνύνχζε λα είλαη
 δεκφζηα δηαζέζηθε, ην νπνίν ήηαλ απαξαίτηην γηα ηε δηπσκαιηθή εζγαζία. Έηζη
 απνθαζίζ ηεθε λα πνπνηεζνχλ θαη λα νηεξζνχλ ηφςν ε βάζε φςν θαηε δσδηθηπαθή
 εθαζκνγή ζηνλ πζνζ ππφ ππν νγνζήαθνπ ήηαλ εθθν φρεζν λα πζαγκαηνπνηερεί απηφθαη
 ζηε ζπλέρεια λα κηαθεζνχλ ζηνπο εμπεζεηεηέο ηνπ Παλεπηζηεκίνπ Κχπνπ ψςηε λα
 επηηζει ην πζφβηεκα θαη λνγίηε δακφζηα δηαζέζηκε ε δσδηθηπαθή εθαζκνγή.

5.1.3 Τλοποίηση κώδικα arduino και έλεγχορμειηήζευ ν

Αθηνά πξαγκαηηπννήζεθε ν έιγρνο γηα ηελ ιεηηνπξγηθηή ηνλ ζπζθεπή θαη δεκηηξήζεθε ε βάζε ππ ζα απνζεθεύλνληαο νηθεηήζεο ην επηθελν ζηάδην ή ηα λα πηνπνιεύεη θαη λα κεηαηξέζεη έιαο λένο ηνπνθεηα νπνίνο ζα ήηαλ ππερζπλν κέζν θάπνηνλ ελνίω λα ζπλδέεη ηην ζπζθεπέο ζην δησίθην ρεηξηθνπνιηαο ηελ ΝΒ-ΗΨ ηερνιολογία θαη λα ζηαζέη ηε ηεηεηήζεο ππ ιαβάνηηαο ζε βάζε δεδνκέλνλ.

Συγκεθξικήλα γηαλα επηεπρξεί απηφζηηλ θψδηθα arduino απαξάιηεηη ηήαλ λα πηνπνηεζήλ γλ νη δχλ κέζδνη: void setup() θαη void loop(). Ζ πξψηε κέζδνην ρέεη ηκνηηεία ψζη ηε λα

πξαγκαηηπληεζεί κφλ κηα θνξή θάπληα ελέξγεηα ζηηη ζπζθεπέ ελψ ε δερθεξε ρεζηκπνηείηαη ψηε ια εθηε ληιηη θάπνην ελέξγεηο ζπλεξγν ζηηη ζπζθεπέ. Έηη ε setup() κέζνδν ρεζηκπνηήζεθε:

- γηα ια γίηε ε ζηιδεζε ζπζθεπη-πνπνηηηή κέζο ην ελν ήο sim7000.begin(mySerial) ψηε ια γίηεηα παζαθν νηεζε ηνλ κεηξίεο λ πνπ ιαβάλλνηα Z ζηιδεζε γηαηη sim7000E παξακαηηηεία κέζο ηνλ PINS (TX:7 θαη RX:8) φπνπ TX είηαηα δεδνκέια πνπ γίλνηαη transmit απφ ηε ζπζθεπέ ελψ RX ηα δεδνκέια πνπ γίλνηαη receive ζε απή.
- γηα ια γίηεηα turn on ε ζπζθεπέ sim7000E θαη ια κπνέζνπ λ ια ρεζηκπνηεζνλ νη πεεξεζίεο πνπ πζνζθεθε
- ια είερεηαη θάηηα sim ψηε ια παάρεηα πζεηδνπείε γηα ην φλπνβι εκάηα ζε απή.
- γηα ια παξακαηηπνηεζεί ζηιδεζε ζην Γηαίηηπν θαη ια κπνέζνπ λ ια ζηα νηλ νη κεηξίεηο κέζο ηνλ HTTP requests . Ωηφλ, γηα ια παξακαηηπνηεζεί απηφ απααίηεηη ήηα ια θαζνηηηεί ηη baud rate ηη νπνίη δειψλεηη Γίηηπν ζην νπνίη ζα ελσφνλ ε ζπζθεπέ SIM7000E (ζε GSM, LTE) θαζσο θαη ηη κέηηηηη αηηζκφ δεδνκέλσ πνπ κπννλ λ ια ζηα νηλ . Αθκε απααίηεηη ήηα ια θαζνηηηεί ε ηεο νη γία πνπ ζα ρεζηκπνηηηηα γηα ηε θαη κεαδνζε ηνλ δεδνκέλσ (ζε ζπγεθεηηκέλε πεζίηεζε ε NB-HS). Γηα ια κπνέζνπ λ ια ζηα νηλ δεδνκέια κέζο ηηπ Γηαηηηπν έπζεπε ια παάρεηα κηα ληηηή ζηιδεζε ε νπνίη γίηεηα κέζο ην ελν ήο sim7000.attachService() θαη ια ρεζηκπνηεζεί ηη GPRS ψηε ια επηηηεί ε απνηηηή δεδνκέλσ αλ ζπλδεφνλ ζην δίηηπν GSM κέζο ην ελν ήο sim7000.httpInit(GPRS). Σε πεζίηεζε πνπ ζπλδεφνλ ζε LTE δίηηπν ελν ή απή αγλνείηα.
- γηα ηε ηε ηε δηιακε ηηπ ζήκαηο ψηε ια πααηεξεείηα ηηπ νηεζία ηνλ ζπζθεπη ζε ζρέζε κε ηη BS. Ο ζπλδεηκφ ηηπ baud rate καδί κε ηε δηιακε ηηπ ζήκαηο κπνεί ια δψζε ηη παξακαηηφ bit rate δειαδή φζα δεδνκέια ζηεί νηηηα ηη δεηεξφιεπη, ψηε ια παξακαηηηεία θαη ηεε ελεκέεζε.

Γεηηηεζν ζηνπφ είηα ε ρήζε ηηηδσλ αηηεηηήσλ θαη ζπζθεπη ψηε ια δηαθνηηηηηη ζε δηακνέο πεηηνέο ηε Kηπνπ θαη ια εθέκπνλ ηηη κεηξίεηο πνπ ιαβάλνπλ. Αλ θαη ηηπ νηεζε βαζίη ηεθε ζε απή ηελ νηηηή σζ ηφλ ζηε δηησκαηηή εηγαζία ρεζηκπνηήθεθε κφλ έια είδν απφ θάε ζπζθεπέ/αηηεηηή . Με βάε ηελ πάλσ νηηηή θαη ηελ εηηηηηη κηη νηηηή επεηηαηηηηηα ηηπ ζπζήκαηο ρεζηκπνηήζεθε έιαο κνλαηηφ αηηζκφ ζηηη ζπζθεπέ ψηε ια παάμεηα θαη ηεεζν ζπλνληηηηη θαη

γρήγινξε ζπληήξεζε , αθνχ ν αξηζκό απηφοζε ζπλδπαζκό κε ηη ζπληεηαγκέινο πνπ ζα ιαβάνλνιαι ζα νδεγνχζε ζηελ αιαγλψζηζε ηοι ζπζθεπι θαηηεο πεξηηνρρ πνπ ζα ήηαι ηνπνζεηεκέινο νη ζπζθεπέο. Σνπνπν ε ρήζε ηνπ κνλαδηθ αιηζκχ πζαγκαηνπνηήζεθε κέζο ηεο EEPROM κλήκεο ε νπνία αλαθέξεθε ζην θεθάιαιο 4 θαη επηηέπε ηελ απνζήθεπζε καθνρξψλσι πιεθθνβήλ. Γηα ια γίηει φκο ρήζε ηεο κλήκεο απηήο απαζήηειν ήηαι ια εγθαηαζήζει ε βηβ ηνζήθε “EEPROM.h”. Αθφε, αθνχ κηαθνζηηοζει κφλ κηα θνζά ν θωδικο κε ηνλ κνλαδηφ αξηζκό ηοι ζπζθεπι (ν θωδικο πνπ ρεζηκνπνηήζεθε θαίιειηη ζην

Παζάζηεκα Β) ηη κπνζει εχνηα ια επαλαηεζει φπνηε ηεζνχ ζε ιηηηηγία νη ζπζθεπέο αθνχ πηνλ είηαι απνζε θεκέινο ζηε καθνρξψλσι κλήκε ηνπ Έηηηηηελ setup() κέζνν πέζαι απφ ηα ηνπ πάλο ρεζηκνπνηήηη θαη επαλαηεζει ηνπ κνλαδηκχ απηη αιηζκχ θαψο θαη είηε ζπληεηαγκέι (Longitude, Latitude) κέζο ηεο GNSS αηέιαιο.

Ζ loop() κέζοοο πζαλαθέξεθε κπνχζε ια ρεζηκνπνηεζει γηα ηελ πζαγκαηνπνίεζε ζπλερψ ειεγεηηψ έηη ήηαι ηδωή γηα ηηοδωνζεο κηηήζεο πνπ έπεε ια ιαβάνλνηη ζπλερψ απφ ηνπ αίηηηηεο. Σνκεθεηκέι ιαβάνλνηη νη κηηήζεο ζεξκνζαζία, πγασία θαη ηαηκνζαηηηή πίεζεο κέζο ηνπ ελζκαηηοκέλν πεξηβαινιηθχ αηζτεήζα ν νπνίο βεζθεηηη ζηελ ζπζθεπή SIM7000E θαψο θαη νη κηηήζεο απφ ηνλ flame θαη sound sensor. Μεηά απφ θαηακέηεζε ηεο ζεξκνζαζίαο γηα κηηέο κέζεο θαη ζχγθεηεζε ηεο κε ζεξκνζαζίαο ζε αίηεο ηζηνζειδεο θαη ελφο αίηεο αηηεηήζα πνπ αγνζάζεθε αλαθαηηζεθε πσο ε ζεξκνζαζία ζην SIM7000E είρε κηηηνχο βαζκνχο θεζίλπ δηαθνζά. Οο απηηέεζκα έπεε ια δηεμρζει έπει ε νπνία ζα απαηηηζε ζηνλ ιφγν δηακνζάο βαζκψ πνπ είηαι νη αηηεηήζαο θαψο θαη ζηνλ ηξφπν δηφζζεο. Αλαθαηηζεθε πσο ν ελζκαηηοκέλν αηηεηήζαο ήηαι πνχ θνιηά ζην ηζνδνηηθ οο απηηέεζκα ια επεξεάδεη ηηο κηηήζεο θαη έηη ια έρνπλ πςεφεζε ζεξκνζαζία απφ ηηο πνπνηηεο. Σνπνπν ε ηδωή ιηηε ήηαι ια γίηει calibration ζηελ ζεξκνζαζία. Σνκεκεηκέι κηά απφ κηηέοδνθίε έηη calibrate -5 βαζκνχο θεζίλπ. Γηηηηηηηη ην εχοο ηηηη πνπ κπνχζε ια ιαβάνλνηη απφ ηνλ ελζκαηηοκέλν

πεξηβαινληθηφ αηζζεηήζα είλαη -40°C κέρξη $+85^{\circ}\text{C}$, 0-100% πγξαζία θαη 300-1100h αηκνζθαηξηθή πίεζε. Δηηπένλ ην εχζν ηηπλ πνπ κπνεί λα ηεζεί απφ ηνπο αηζζεηήζεο Flame & sensor είλαη 0-1024 θαη 0-255 αλίζηνηα. Αμνζειόο ην είλαη ην Flame sensor κπνεί λα ελπίζεη ηο ηάε νπνία έξεηκήην θαθαην 760nm - 1100 nm θαη βξίζεηαη ε απφζηαζε 20cm-100cm.

Γηα πεξηζζφεξε αηζίβεηα ζε κέζνδν loop() πζνζέζεο ε μάά ν ηπδθθα γηα ηήε ηοι ζπλθεηακέλνι αηνχ παζαεξήζεθε ηο ζε θάπνην κεηήζεην νη ζπλθεηακέλνι ήηαλ δθθνζέηη. Αηηηπζακαηπνπνίηηα ηφγζ ηηο ηέηηο δθθνζέηηο ζην longitude θαη latitude πνπ αλίζηνηα ζηηο δηοηπζαζέηηο έηη ήηαλ απαζαίηεην νη ζπλθεηακέλνι λα ηαβάλνληαη ζε θάδε κέηεζε. Γεηθφεζα έπζεπε λα θαηαζαηνχλ κεηήζεηο απφ δθθνζέηηο πεηηνέηηο Κχπνπ ψζε λα ππάζκεη κηα ηην νηεζέηε εηθλα ηοι πεηηνπλ. Σπνεπν ήηαλ απαζαίηεην λα θαηαζαηνύληαη απφ ηνπ πεηηνή ηήζεθαλ νη κεηήζεηο θαη απφ ηνπο ζπζέηεο arduino κέζο ηνπ κνλαδηθχ ηνπ αηζέκνχ πνπ ηήζεθε ζεηε setup() κέζνδν. Αθφθε καδί κε ηνλ κνλαδηθφ αηζέφ απαζαίηεην ήηαλ λα ηαβάλεηα ην ππννίηην ηεο κπαηζίαο ηοι ζπζέηεπλ ψζε λα πζακαηπνπνίηηα ζπλεξήε ηεγρν θαη λα εγρν θαη λα εηηέζεζεί ε βέηηηεξήε ηεο κπαηζίαο ρεζηκνπνπνύηηο ηε ηερν νγία NB-ΙΟΣ. Στε δηηοκαηηή εζγαζία ρεζηκνπνπνύεθε κφλ 1 ζπζέηη απφ θάδε είδν (νη νπνίεο ήηαλ ζπλδεθεκέλν φπσο πεηηεζάηεθε), θαη έηη ππίζμε κφλ έλαο κνλαδηθφ αηζέφ φκσο ηήζεθαλ δθκνζέηηο κεηήζεηο απφ δθκνζέηηο πεηηνέηηο κέζο ηεο κεηηέηε ηοι ζπζέηεπλ αηηπλ.

Γηα λα πζακαηπνπνίηε ηε εγρν γηα ηελ εηηή ηήε θαη απνζέηε ηοι κεηήζεο λ ζε Βάδε Γεδνκέλνι δεκηηέγέζεε αζηηά έλα PHP file γηα κηα ηπαία κέηεζε ην νπνί κπνύλ ζε λα ελσεί ζε βάδε ρεζηκνπνπνύηηο ηα απαζαίηεηα ζηηηε θαη αθφκε δέζεηε έλα SQL query ην νπνί ήηαλ ππερζπλ λα θαηεπζαηεηε κέηεζε απφ ηνπο αηζζεηήζεο ζηνλ ζπγθεηηκέλν πίαθα θαη πεδίο ηεο Βάδεο Γεδνκέλνλ. Σην ARDUINO IDE, ζηνλ ηπδθθα πνπ ηνπνίηε, ε απνζέηε πζακαηπνπνύηηα κέζο ηνπ HTTP GET request ρεζηκνπνπνύηηο destination IP ην public IP ηνπ πζνζπθθ πνπ νγέηηθα ην αζρείλ PHP πνπ δεκηηέγέζεε γηα ηε ζπγθεηηκέλε κέηεζε.

Γεηκφεζα γηα ηηηφξε πεεζφφζεζε ηοι ζπζέηεπλ ε κέζνδν while loop πεηηνίηεθε ψζε λα κελ επαλαηαβάλεηα ζπλερσο θαη αηακάηεηα θαη ηέζεθε λα εηηείηηα κφλ 10 θφζεο. Σπνεπν θάδε θνζά πνπ ελεγνπνύηηα νη ζπζέηεο εηηεηνχλ ην βζφγρν γηα 10 κφλ θνζέο. Ο αηζέφ απηφ κπνεί εχθνι λα ηάμεηα ρεηάλνληα πεξηζζφεξε κεηήζεηο θάδε ελεγνπνίεζε ηνπο.

Περιζήστε πληροφορίες για τον κώδικα arduino που ενώνεται απεσθείας στην Βάση Γεδομένων σάρτοσν ζηα παραρήμαα Γ και Γ. Το Παράρημα Γ περιέτει τον κώδικα και ηο

Παζάζηεκα Γ περιέτει ένα παράδειγμα ενός *PHP* αρτείοσ.

5.2 Γιαδικησική εθαπμογή

5.2.1 Γημιοσπγία ηηρ Γιαδικησικήρ Δθαπμογήρ

Βαζηζκέλε ζηηοαπαηηήζηα πνδηαγξαθέο πνπ πξναλαζεζζήθαλ ε δηαδηθαζιά εθαξκνγή πνπνηήζεθε πεξηέρνληαο ηέζεξα tabs. Σν θάδε tab είλαη περζπλ λα αλπαλθηηή γήγννα ζηηο ελέγγεο πνπ ιαβάλεη απφ ηνπο ρήζεο θαψο θα λα ηνπο παξέξεη ηηο απαζαίηεο πηεζνλξίο γηα ηελ θαίπε ηοι αλαγνπλ ηνπο Σα νλφοκα ηοι tabs ζπκβνιίδνπλ ηηο ελέγγεο πνπ κπνύλ λα πξαγκαηνπνηεζνχλ απφ απηά θαηεπηειένλ είλαη περζπλ λα θαηεπζλπλ ηνλ ρήζε ψζε λα επηηξεη απηφ πνπ ζείεη Σνγθεζεηέλα δεκνψγήζεθε ην Areas Tab, Explore Tab, Map Tab θαη History Tab. Γηα ηελ αλαπαζάζεζε ηοι πηεζνλξηνπ πνπ ζα είρε ην θάδε tab απαζαίηεη ηήο:

- ✓ λα ζπλδεθεί ην LARAVEL framework καδί κε ηελ βάζε πνπ δεκνψγήζεθε ψζε λα αλαηεζνχλ ηα δεδνκέλα πνπ είλαη αλζεθεκέλα ζε απηή

- ✓ λα ζπλδεζνχλ νη ζπζθεπέο ARDUINO κε ην LARAVEL ψζε λα κπνζνχλ λα επεμεγαζηνχλ θαη λα εγρνχλ νη κεηξέζεο απφ ην framework πζννχ εηζαγνχλ ζε λ βάζε.

5.2.2 Έλν ζ η Βάζη Γεδνκέλν ν – LARAVEL και LARAVEL-ζζζ κεζέρ ARDUINO

Σν LARAVEL φπσο επεμεγέζεο ζην ζεθείν(4.2.1) εγθαηαζέζεο ζην λ πζνζπθφ ππνγνζή ψζε λα πνπνθεεί ε εθακνγή εθεί θαη κεηά φηλ νη εζλφηα ζα κεηεξφηα ζηνπο εμπεξεηεέο ηνπ Παλεπισηαίνπ Κχπνπ. Έηζη, αθνχ εγθαηαζέζεο θαη εμπελέζεο ν ηζφπν ηεηνπγία ηνπ, ηφε έπεε λα ελζεεί ε Βάζε Γεδνκέλν λ πνπ δεκνπζέζεο ζην λ αζρή καδί κε ην LARAVEL. Απφ κπνζνχ λα πζακαηνπνθεεί εχην α φπσο έδεηε θαη εθεί ζην ζεθείν(4.2.1) αθνχ ην LARAVEL πνπζήζεθε η Βάζε MySQL θαη ζπλεπσο ηελ βάζε MARIADB. Ζ έλζε εγχε κε ηελ επεμεγαζία ηνπ .env αζρείν ην πνπν είλαη περζπλ λα πζακαηοπνθεί ηελ ζχλδεζε. Σην αζρείν απφ ηνπνζεήζεο θαη ηα ζηνπεία ηεο βάζεο δεδνκέλν λ φπσο ην username, password, ην φλκα ηεο Βάζεο Γεδνκέλν θαη νη ηνπο ηεο βάζεο δεηαδή MARIADB.

Γεηφθεξα φηλ πζακαηοπνθείηα έλα αίηεκα απφ ην λ ρήζε πζν ηελ εθακνγή ην routing είλαη περζπλ λα θαηεζχλεη ηελ ελέγεηα πζν ην θαηά ην controller ψζε λα επεμεγαζεί. Αθνχ επεμεγαζεί ε ελέγεηα απφ ην λ controller ηφε είηε ζα εηεηεεί απφ απφλείηε ζα ζηαί ζην model λα ηελ εηε έζε. Σπκεζεηκέλα, ην model ρεζηνπνθείηα γηα επηθλσζία κε ηε Βάζε Γεδνκέλν λ πζν έζνηαο πεηεζφθεζε αζήα ηαηεπεί ηία ζην λ θπδηα. Τάεπνλ φπσο θαη πεηηηψεπ πνπ κπνεί λα γίλεη θαη απεπείαο επηθλσζία κε ηελ Βάζε Γεδνκέλν λ κέζο ηνπ controller ρεζίο λα ρεζηνπνθεεί ην model. Σπνεπσο απφ βαζίδεηα ζην λ πζνγζα καηηηήηα ζην πσο ζεί ηηλα εηεηείηε ελέγεηα απφ ην λ ρήζε. Σε θάζε πεηίηεζε επηηεέθεηα ην απηεί εζκα ζην view φπν εθεί κπνεί λα αλαπαζαζηάζεί ζην λ ρήζε.

Δηηένλ, απαζαίηεε πζνπφζεζε ήηαλ λα ζπλδεεί ην LARAVEL κε ην ζπζθεπέο ARDUINO ψζε λα κπνζνχλ λα επεμεγαζηνχλ νη κεηξέζεο θαη λα γίλνπλ θάπνηαο ελέγεηαο απηέο απφ ην framework αθνχ δελ κπνζνχ λα πζακαηοπνπζνχλ απεπείαο κέζο ηνπ ARDUINO IDE. Οη ελέγεηαο απηέο ήηαλ απαζαίηεηα λα γίλνπλ πζννχ εηζαγνχλ νη κεηξέζεο ζην λ Βάζε Γεδνκέλν λ. Κάπνπο ελέγεηαο πνπ ήηαλ απαζαίηεηα λα πζακαηοπνπνυλ ήηαλ νη εμφ:

- Στην πίλαθα Locations ηρο Βάζο Γεδνκέλσλ ν νπνίνο πεξηγξάθεηαη ζην ζεθείν(3.3.1 Σρεδινζκφο Βάζο Γεδνκέλσλ(πεξηγξάθε ER δηνγξάκκαηνο)) πξέπεη λα πεξηακβάλνληαη κνλαδηθό ζπλμεηαγκέλσ ψζε λα κπνεί λα αξζνίηεη έλσ ζπλνίηφο αξηζκφο ζπλμεηαγκέλσ θαη δεπξόλζεσ ππ θαηαγξάθεθαλ. Απην κπνίηε λα πξακαηνπνίεεί απφ ην LARAVEL αθν ην ζπλμεηαγκέλσ ππ ζα ιακβάλνληαλ ζα είεγνλνταλ αλ ιήζεθαλ πξσηηηέα. Στελ πεξίπηζε ππ ιήζεθαλ δελ ζα εηζάγνλνταλ κολά ελσ αλ δελ ιήζεθαλ ζα απνζεθεύνληαλ ζε Βάζε. Σν επσο δελ ζα ππέροαλ πεξηζξφεξοαπφ 1 ιδηόζπλμεηαγκέλσ.
- Γηαεχξεζε ηνπ θαηάιεινπ ηεηνλ(location_id) ππ είλαη ην πξσηεχνλ ηε ηεδίζηνλ πίλαθα locations, ψζε λα απνζεθεπεί ζην αλάγν FK πεδίο ππ νξίηεθε ζηνλ θάζε πίλαθα. Σν επσο έηη κπνεί λα γίεηα γξήγνξε εχξεζε, αλάθεξε θαη απνίηεπζε πεξννίηηα απφ ηνλ πίλαθα Locations. Ο ηξοπνο κε ηνλ νπνίο αλαηηάηη ην θαηάιειν ηεηνδίο είλαη κε ηε ρήζε ηολ ζπλμεηαγκέλσ θαη ηελ αληηηνίηηζε ηνπ ζηνλ πίλαθα locations ππ πεξηέξεηο ηοζπλμεηαγκέλσ. Καψο ζηείεηα ην GET REQUEST ππ πεξηακβάλει ηοζπλμεηαγκέλσ γίεηα είεγνν ζηνλ πίλαθα locations γηα λα αλαηερείε γξακκή ππ πεξηέξεηο ζπγεθεηαγκέλσ ζπλμεηαγκέλσ. Έηη, ιακβάλεια ην location_id θαη έπεηα απνζεθεύεηα ηα FK πεδία ηολ πηλθσλ.
- ην ζπζθεπέο ARDUINO ιακβάλνπλ κφλν ζπλμεηαγκέλσ, φκσο ζηελ δηωηηπαθή εθαζκνγή πξέπεη λα εθαλίδνληα ην πξακαηηκό δεπξόλζεσ ππ θαηαγξάθνληα. Σν επσο ε κεηαηξνπή ζπλμεηαγκέλσ ζε δεπξόλζεσ κπνίηε λα πξακαηοπνίεεί κέζω ηνπ LARAVEL θαη ζπγεθεηαγκέλσ κέζω θάπνηολ βηβηηνίηεωλ. Αθν κεηαηξέπνληα ην ζπλμεηαγκέλσ ζε δεπξόλζε, κεέπεηα έπεπε λα απνζεθεπείε δεπξόλζε απηή ζην θαηάιειν πεδίο ηο Βάζο Γεδνκέλσλ. Σν επσο, ε κεηαηξνπή πξακαηοπνίηηα κφλν ζηνλ πίλαθα locations. Σην ππφινπν πίλαθεο ππ ρεζηνκπνίηηα ην πεδίο address γίεηα εχξεζε ηο θαηάιειν δεπξόλζεο κέζω ηνπ location_id ππ ρεζηνκπνίηηα FK.

Απην έλ, ην πξφβιεκα ππ ππέρμε ζηελ πξσηαξρηθή ζχλδεζε κε ηοζπζθεπέο ARDUINO θαη Βάζε Γεδνκέλσ φπν δειδή ην ζπζθεπέο δελ κπνίηε λα ελσζνλ ζην Wi-Fi θαη κπνίηε λα ελσζνλ κφλν ζηα ηο εηνελόδίοηα ην ιδηοπξόπτε θαηκε ην LARAVEL. Όπσο ζπζκίζεθε ν δξνκνγνήο ζηελ πξσηαξρηθή ζχλδεζε έηη έπεπε λα ζπζκηηεί κολά ψζε λα θαηεπξέηηα ηοαηηέηο ππ πξννίδνλ ηο γηα ην LARAVEL. Σε απηή ηελ πεξίπηζε ην κφλν ππ ζα έπεπε λα νξίηεη ζηνλ δξνκνγνή ή ηο ην port number ηνπ LARAVEL ην νπνίο θαζνίηεθε ο 8001. Έηη φηα ην ζπζθεπέο ζα ρεζηνκπνίηηαλ ην

public IP ηνπ πνι νγηζήθηθαην port 8001 νη κεηξήζεο θαηερχεηα ηην LARAVEL framework.

Σν επφκελν βήκα ήηαλ ε αηαγή ηηνλ θαηερχεηα ηην ζπζθεπή ARDUINO φπνπ ζα έπεξε λα αηαρηεί ην port number ζε 8001 θαηα ηε ζαηερχεηα ην φλνθα ηνπ view ηην laravel πνπ ήηαλ περζπλ λα θαηερχεηα ην κεηξήζεο ηην controller κέζν ηνπ routing, ψζε λα ηην επεμεργαζεί θαηερχεηα λα ηηαπνζε εχζε ηηε Βάζε Γεδνκέλσλ. Γηα θάηε πηλαθα πνπ ππήξε ηηε βάζε δεκηηεγήζεθε δηθνλ εηηφ view. Στε ζπλέξεηα ππήξαλ δηθνλ νη controllers ζρεδφλ έλαο γηα θάηε πηλαθα ηεο Βάζεο δεδνκέλσλ, ππήξαλ φκσο θαη επεξηψζεο πνπ ρεζηεηνπνηήζεθε ν ίδην φκσο επεξεξε δηκνλ εηηφ κέζφδνπ. Σε θάηε επεξηψζε πενγα κκαηήζεθαλ ψζε λα επηρρνπλ ηα επηζθεηά απν ηε έζκαηα.

Πζόβηεκα:

Σν πζφβηεκα πνπ ππήμε ήηαλ φηη κέζν ηνπ GET request πνπ πζαγαηνπνηηήθαλ απφ ηην ζπζθεπέο ARDUINO ψζε λα απνζεθεπηνχλ νη κεηξήζεο ππήξε επεξηψζεο φψν ηην φψα δεδνκέλα κπνχλ λα ζηα νχλ ζε θάηε αηεκα φψν θαη ηηνλ ζπλν ηφ αξηζκφ αηηήζεο. Σν γεηηήκα κεηά απφ δηκνλ εδνθίεο πνπ έγηαλ έλα GET REQUEST κπνχλ λα έρεηε έζεα κφλ attributes θαη ηηε κέζνν loop κπνχλ λα ζηε νλνμα κφλ ηέζεα αηηήκαηα. Σν επψο έπεξε λα ζηα νχλ ηέζεα αηηήκαηα πνπ ζα επεξεβαλ κφλ ηέζεο κεηξήζεο θαηα έπεξε λα ζπκπν εςς νχλ φηα ηα πεδία ησλ πηλάσλ. Αλ θαη ηα επεξηψζεα πεδία κπνχλ λα ζπκπν εςς νχλ κέζν ηνπ location_id σς φψν ππήμαλ θάπνηα πενβί ήκαηα νφς ηνπ πην πάλσ επεξηψζεο.

Τήμε πζφβηεκα ηηνλ πηλαθα measurement φπνπ ηα πεδία ησλ πηλάσλ ήηαλ επεξηψζεα απφ ηέζεα θαη ηηνλ πηλαθα hardware_measurements φπνπ ππήξε επεξηψζεο αξηζκφ απνζηη ή δεδνκέλσλ έηη δελ κπνχλ λα αλαηεξεεί απεπείαο ην location_id αθνχ δελ κπνχλ λα ζηα νχλ νη ζπλνμακέλεο. Σπλεπψο δελ κπνχλ λα αλαηεξεεί νη εδεηε. Αλ γίλνκαλ δηκνλ εηηφ αηηήζεο ηηνλ πηλαθα measurement ηφ ζα επεξηψζεο νη κεηξήζεο ζε δηκνλ εηηφ γακκέο θαη φρηε κηα θαηαλ ζηε νλνμα νη ζπλνμακέλεο ηηνλ πηλαθα hardware_measurements ηφ ζα έπεξε λα παζα επεξηψζεο αηεο κεηξήζεο πνπ ήηαλ αδχαηνλ. Αμνλ εκείο ην είαη φηη πζφβηεκα επεξηψζεο απνζηη ή δεδνκέλσλ δελ εκθαλίζεθε φκα επεξηψζεο έηε γρν απνζηήεζεο κεηαμ ARDUINO-Βάζεο Γεδνκέλσλ δηφηηηαλ κφλ δνθίεο γηα απνζηη ή κηα κέηεζεο κέζν ελφο κφλ get request.

Αηηεηήζε:

Για την πύλη measurement δεκνηπζήζεθαλ δηαφάνηκες views θαυcontrollers ζην LARAVEL ψζηελα βνεζήζνπλ ζηελ επίεπλε εηζαγγήο κπν κφλ γζακκήο ζηε Βάζε Γεδνκέσλ πνπ ζα πεξηέξεηα ηα απαζαίηεηα δεδνκέα. Αζξηθά ζηνλ θωδηθα ARDUINO ππάξξεη έλα GET request πζνπ Βάζε δεδνκέσλ ην νπνίν πεξηέξεη ηνλ κνρ έλφο απφ ησλ views πνπ δεκνηζήζεθαλ. Μέζω ηνπ get request ηαβάλληηαη αζξηθά ηη ζπληεηαγκέλεο longitude, latitude θα ηη κειήζεηο ηηο ζεζκνζαζίαο θα ηη γζαζίαο. Σν view κέζω ηνπ routing θα ηεπζχλεη ηηο κειήζεηο ζηνλ θαηάηειν controller. Ο controller απηοείλα ηεπζπλνλα ελσεί ζηε Βάζε δεδνκέσλ ψζηελα δηαβάζεη ηα απνηείδεηα ηνπ πύληα locations θα ηηλ βζε ην arduino ID, θα ηη location_id πνπ αηηζηηεί ζηηο ζπληεηαγκέλεο πνπ έξεη. Αηνχ αλαηηήζεη ην ARDUINO ID θα ηη location_id αλαηηά θα ηη δηεχλζε πνπ αηηζηηεί ζε απηά θα έπεηα ηα απνζεθεύεη ζηνλ πύληα measurement. Σν επνύο πύληαο κέρηη ζηηηκήο εηηηέο ζηα πεδία longitude, latitude, temperature, humidity, location_id, address θα ηη arduino_ID. Σν επκέλν get request ζηνλ θωδηθα arduino πεξηέξεη ηηο κειήζεηο ηηο ζεζκνζαζίαο, αηηζηηθήο πίεζεο, γζαζίαο θα ηηλ κνλαδηθή αξήκ ηνπ ARDUINO, θα ηη ηείηεηα ζην LARAVEL framework ψζηελα επεμεγάζεη απηέο ηηο κειήζεηο. Σν LARAVEL κέζω έλφο ίην view πνπ δεκνηζήζεθαλ θα ηελφο ίην controller εηέξεηαλ ηη κειήζεηο ηηο ζεζκνζαζίαο, γζαζίαο θα ηην ARDUINO ID είλαη ίδηεο απηέο πνπ εηζαήθαλ ζηε Βάζε. Αλ είλαη ίδηεο ηηο γλσζίδεη ηη είλαη πνπ είλαη ηη θα ηεπζπλνλα ζπκπεεζεί. Έηη αλαεπλεη ηε γζακκή απηή ηνπ πύληα εηζάγνλ ηηο ελαπνεύλαηεο κειήζεηο. Σν ίδην πζαγαηνπνίεηα θα γηα ηηο κειήζεηο απφ ηνπο αηηζηηέο Sound & Flame ηη νπνίεο ηείηνλ ηη έλα ίην GET request θα επάληα αβάλεη ηε δηαηηζία φπνπ κε βάζε ην ARDUINO_ID θα ηηλ ηείεηα θα ηηαζαη ηνπ ζηνλ πύληα αλαεπλεη ηε γζακκή πζνζ έηηα θα ηη απηέο ηηο κειήζεηο. Ωο απηείδεηα απνζεθεύεη ηηο κειήζεηο φπσο ζα έπεπε, σο κηα γζακκή δεηαδή.

Απφ ηελ ίηε γηα ηνλ πύληα hardware_measurements ζην LARAVEL γίλεηα έλα GET REQUEST ην νπνίν πζαγαηνπνίεηα κηα απφ ηα get requests πνπ πεξηγάζεθαλ ην πάλω θα πεξηέξεη ηηο κειήζεηο SoundSensor, FlameSensor, Battery θα ηη ARDUINO_ID ηφγσ πεηηηζκνχ απνζηηήο δεδνκέσλ. Σε ατόν τον πίνακα αφού δεν στέλλονται οι συντεταγμένες, το location_id και έπειτα η διεύθυνση δεν μπορούσαν να ανακτηθούν απευθείας μέσω ηνπ πίνακα locations έτοι έπεπε να ληφθούν με άλλον τρόπο. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκε αυτό ήταν με την ανάκτηση των μετρήσεων που είναι αποθηκευμένες στον πίνακα measurement. Η σειρά με την οποία γίνονται οι αιτήσεις έχει σημαντικό ρόλο για αυτό πραγματοποιούνται πρώτα τα αιτήματα για τον measurement πίνακα και μετά για τον hardware_measurements. Αφού ανακτηθούν οι μετρήσεις ελέγεται

Περισσότερες πληροφορίες για τον νέο κώδικα `arduino` που ενώνεται απευθείας με το `LARAVEL framework` βρίσκονται στο

62

framework θα ηείλαη περεχζπλν λα δεκηηπεί γζαθηέο παζαζηάζεο θα ηα ηηο αλαπαζαζηεί ζε εθαζκνγή

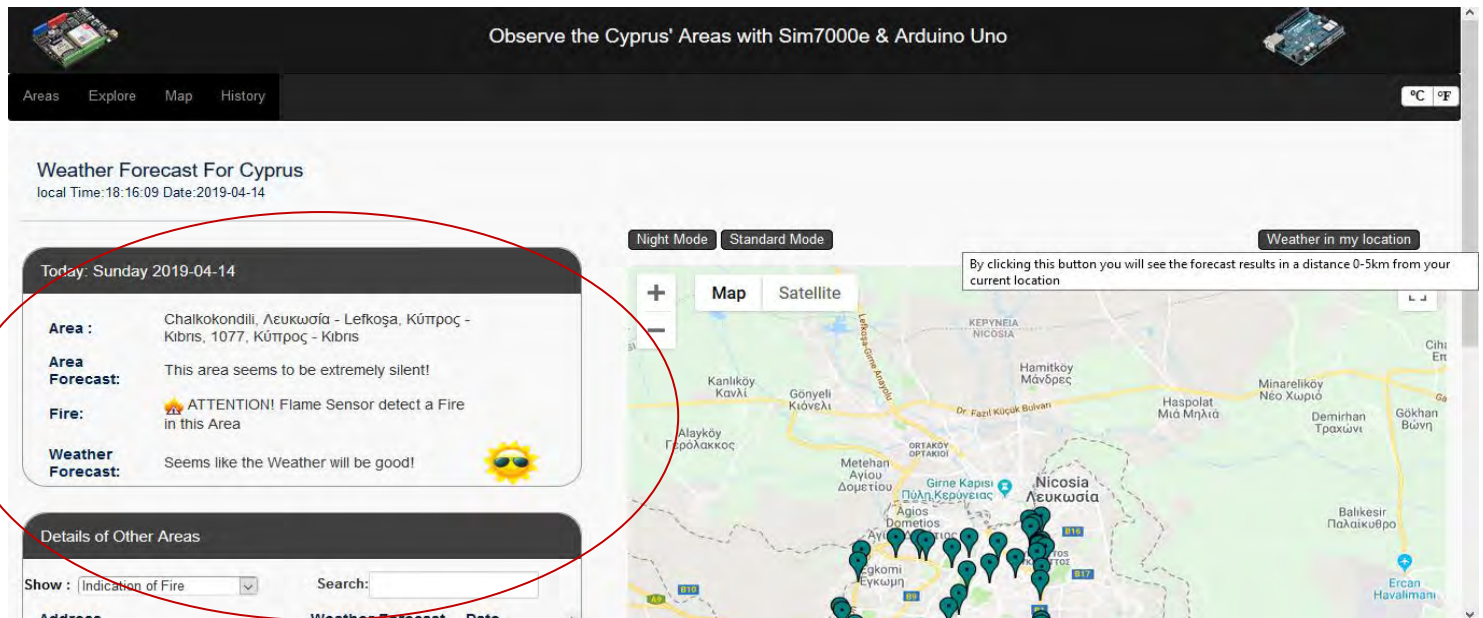
- ✓ γηα ηελ αλαπαζάζε θα ηελ ηήζε θαηάηηοι κεηήζεο λ απφ ηε βάζε πηνπνηήζεθαλ queries πνπ ην επηηπράλνπλ απφ θαηεθνηνχλν ην LARAVEL πζν ηελ Βάζε Γεδνκέοι
- ✓ γηα πηνπνίεζε θάπνηο αλαδεήζεο λ ρεζκνπνηήζε ην data table
- ✓ γηα ηελ αλαπαζάζε ηοι κεηήζεο λ κέζν ηνπ ράηε ρεζκνπνηήζε ην ράηεο Google map.

Πην θάηο πεξηέξεη αλάηε ηνπ θάηε tab θα ζπγθεηηκέια επεκεγνχλν ηελ ελέγεηο πνπ κπνχλ λα πζαγαλνπνέχλ απφ έλα ρήζε ηο δηδηθαηόο εθαζκνγή. Γηα θαηεξε θαηόξε πεάξνπλ θαηεθόο πνπ ηήζεθαλ θαηά ηε ρήζε ηο εθαζκνγή. Γεηηέε, γηα θαηεξν user experience πεάξνπλ κελκα ηάζν ηέ μελκα επηηό/απνπία θαηά ηελ πζαγαλνπνίεζε κω ελέγεω ψζε ην ρήηεο λα ελεεψλεη αλάηα ζηηκή ηαην απνέεζα ηο ελέγεω πνπ εηεί.

5.2.3.1 Areas Tab

Σν tab απφ είλα ην βαζηθό ζν tab ηο εθαζκνγή αηνχ ελεεψλεη ην ρήζε γηα ηο δηόηεο πεηνέηο Κχπν έηε επηέξεηε λα είλαη αεξηθή ηδα. Σπκεηηκέια ηνλ ελεεψλεη ηαηνλ θαηεθα ζα είλαη έχνο, δεηηό ή ηδαηό θαηεππ έλ δείλεη ελ έηε θαηέηε ζεζκνζαζία πνπ θαηαγέηε ηελ ηα επηά εδνκάδα. Αθκε ηνλ ελεεψλεηαλ πεάξεηηηάε θάπνηα πεηηνθήαζν θαηαλ κηα πεηηηή είλαη ζπβωο ψζε λα ηάβεηα θαηάηηοι κέηα. Όπσο πζναλαέζεηε ην ζνπφο ελεέζεο γηα ηο είλαηα απνηαπνχλ φςν ην δπληα πεηηζεηεο θαηαζήηεο θαηαππ ηεο ελν ζνπφο ελεέζεο ηνπ ζνχ βνπ είλαη λα απνηαπνχλ πζνβ ηέκα πγίαο αηνχ αλ ν ζφπβνο μεεζλά ζπλερην ην επηέπηηηηη δεκηηπνχλν κηα πζνβ ηέκα πγίαο. Σείνο ν ζνπφο ελεέζεο γηα ηνλ θαηεθαηό ηε βεί ηηηεππ ένθζε ηνπ ρήζε, αηνχ αλ επηηέηε λα επηθέηε κηα πεηηηή ηη πεάξεηε δπληηηα λα γοξίδεη ζπγθεηηκέια πσο ηκαίλεη ηαηεφο. Αλ θαη πεάξνπλ δηόηε ηζνίηεο θαηεχ πνπ κπνχλ λα ελεεψνπλ ηνλ ρήζε ζηφν αλ επηέμεηα ελεεζεο εί απφ ηελ εθαζκνγή απηή ελεεζεο ηνπ ζα είλαη ηνλ αηηηό ηο ζο ηήεο ζπλερην κεηήζεο λ απφ ηηδηέχλζεο θαηε πεακαηηό ρφλν. Αμζεκείο ην είλαη ηηηη πεηηηηηηη ρφλνπ θα ρεκαηνδφεο δελ πεακαηηηηηη ζεη ηζέολ δπηοκαηηή εγαζία ε ζηηηηη ηνπνέεζε θαη επλεηό ηήε κεηήζεο λ απηά γίλεηα κηα αλαπαζάζε.

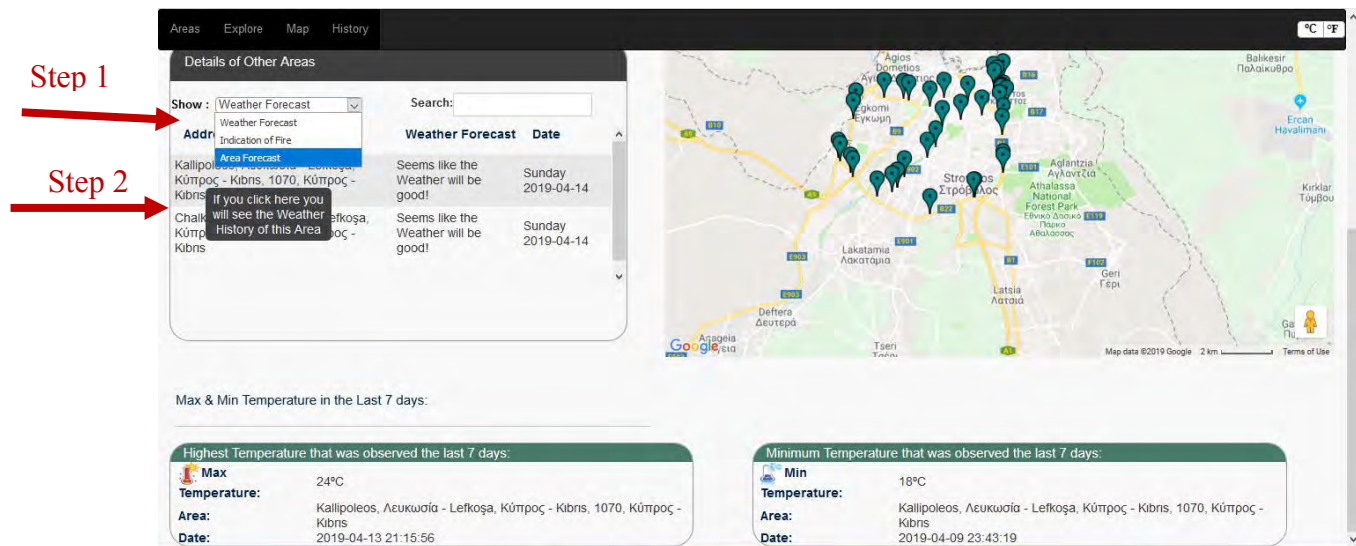
Έλαο ρξήζηεο ν νπνίνο πι νε γείσσηζην ζπγθεθξηκέλν tab κπνρεί λα δεηθεπαζνύσζνζηε έλε θελξή πεζηνρή φπνπ πεξηγξάθεσην θαηζφξε απηήλ, αλ πάξερεθάπνπν έλδεμεθεσ ηηώ, αλ πάξερεθάπνπνοζφζεπν θάζσο θαηελέ κεζνκεία θαηζεα πνπ ήθεθε ε κήξεζε γκα απηή ηελ πεζηνρή βίεπε ηηφλα Σρήκα 5.3: Area Tab δηωδηηπαθήο εθακγύο κε παζνπζίαζε ηεο πνθαζνζηεκέλεο θελξή πεζηνρή).



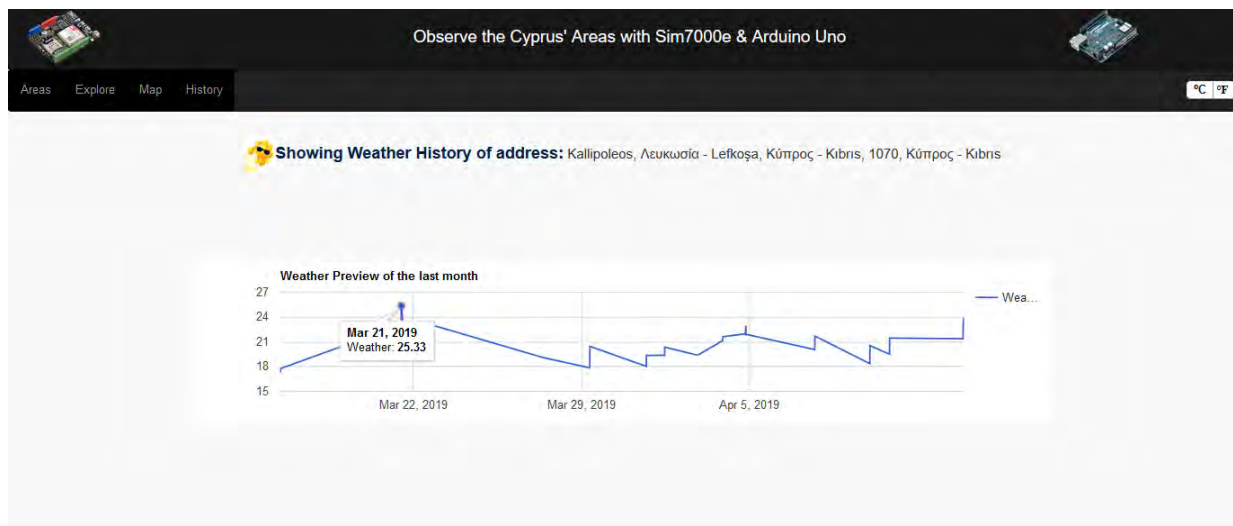
Σχήμα 5.3: Area Tab διαδικτυακής εφαρμογής με παρουσίαση της προκαθορισμένης κεντρικής περιοχής

Οη εἰς γενοπνπ κπνξεί λα πξαγκανπννήζεη ζε απηφην tab εἶλαν νη εἶο:

✓ Αλ ν ρξήζηεο επηζπκεί λα δεηην ηζηνηεηηθώο πεξηηεηηθήο απηήο θαη ζπγθεηξηκέλα επηζπκεί λα δεηην ηζηνηεηηθώο γηαηόηηηεο απφ ηηο ηζηνηεηηθήο πεξηηεηηθήο απηήο. αζξηηά πεξέπει λα επηέκειε απηήο πνπ ζείεη λα δεη (ηζηνηεηηθώο) θαηζν, πεξθαγώ, ζνζ (βνπ) θαηζο ηζηνηεηηθήο πεξηηεηηθήο (Σρήκα 5.4: Area Tab κε αλαιηηθή ηα βήκαηα γηα επηηεηηθή ελεξγεία εο ηζηνηεηηθήο: θαηζο, ηζηνηεηηθή ζνζ (βνπ) γηαηόηηηεο ζπγθεηξηκέλε πεξηηεηηθή). Έηηο φηη επηέκειε λα δεηην ηζηνηεηηκώο ζεζνηεηηθήο γηα ηελ πεξηηεηηθή Καηηφηεο. Αηηή πεξθαγηνπνηήζεη ηηο ελεξγείαο απηήο ηφηη κεηαξξήζεη ηελ εηηθή (Σρήκα 5.5: Area Tab κε εηηθή ηζηνηεηηθήο θαηζο επηεγέλεο πεξηηεηηθή) φπνπ εηηθή ηζηνηεηηθήο απηή εηηθήο πεξηηεηηθήο Καηηφηεο κε ηζηνηεηηθήο ηζηνηεηηθήο λ κέρηε εηηθήο πεξηηεηηθήο.

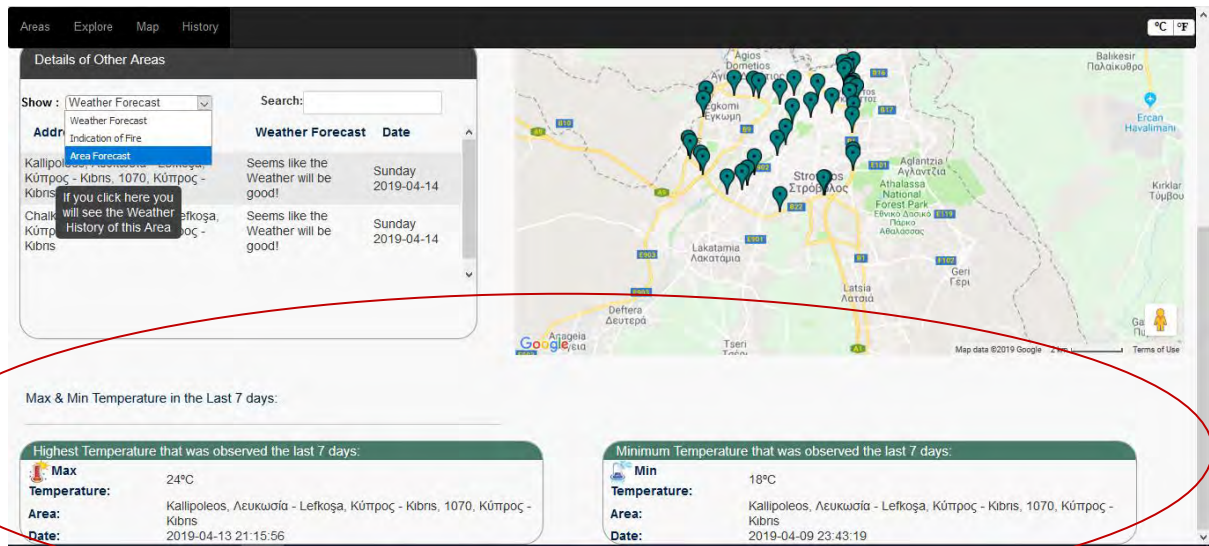


Σχήμα 5.4: Area Tab με αναλυτικά βήματα για επιλογή ενημέρου ζήτηση : καινού, θύ ή θοπέρος για κάποια ζήτηση εκπαιδευτική πεποιθή



Σχήμα 5.5: Area Tab με εμφάνιση ιστορικού καιρού μιας επιλεγμένης περιοχής

- ✓ Μην ξεχάσετε να ενημερώσετε την κατάσταση της πόλης που θέλετε να παρακολουθήσετε. Η ενημέρωση γίνεται μέσω του ιστορικού καιρού, ο οποίος είναι διαθέσιμος για κάθε περιοχή. (Σχήμα 5.6: Area Tab με εμφάνιση ιστορικού καιρού μιας επιλεγμένης περιοχής).



Σχήμα 5.6: Area Tab με εμφάνιση μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας

- ✓ Έλαο ρξήζηεο παηψλππο ην θνπκπί «Weather in my Location» δεηείση απφ απηφλ άδεηαγηαί ής ε ηεο ηνπνλζεζία ηνπ θαηαθλνχ δψζεη ηελ αδεία απή ηφ κειεηαζέληε ζε κηα λείδεηα ηνπ ηνπ παλπλζεζία ηνπ πάζεξνπλ πζνβί ές εηο θαηζνγία πεξηνξέο πνπ βξίζθνληαη κέρξη θαη 5km θαηζοά ηνπ. Αλ δελ πάζεξνπλ ηνπ παλπλζεζία ηνπ αλά γνν κήλκα ελσ αλ πάζεξνπλ εκθαλίδεηαη έλαο πλάθαο ζε λείδεηα ηνπ πεξηνξέο ηνπνλ πεξηνξέηα ζπλνηφ αξζέξν πεξηνρπλ πνπ ηήζεθαλ κειεηαζένηα ηελ πζφβί ες ε θαηζογία εηο πεξηνρνύ θαζν θαη ηελ εκεξνελία θαηζα πνπ ηήζεθαλ νη κελεηαζένηα (Σρήκα 5.7: Area Tab κε εκθαλίζε πζφβί ες εο θαηζογία ηνλ ηνπ πεξηνρπλ (ζε αηήηα 5 km)). Ζ αλάθεξε ηνλ κελεηαζένηα πνπ ηήζεθαλ ηελ ηέξνλ εκέξα θαη βξίζθνληαη ζε αηήηα 5km πζακαηνπνίηεηα κέζν query απφ ην LARAVEL πζν ηε Βάζε Γεδνκέλσλ.

Οη θαλφλεο πνπ ρξεζηκνπνηήζεθαλ είλαη 27 (3^3) αθνχ θάζε κεηαβιεή (ήξεο ζπγθεθξηκέλα) κπνρεί λα κεηαξξαπεί ζε έλα απφ ηα ήζία fuzzy data sets (LOW, MEDIUM, HIGH) θαη ηα θαλφλεο είλαη ηα εξή:

Σημείωζη:

Μεηαβιεή 1 = Σζέρνλ εκέζαο Μήξεζε Θ νζχ βνπ

Μεηαβιεή 2 = 2^6 Σζέρνλ εκέζαο κήξεζε ζνζχ βνπ (αλ ππάρξεη), αλ δελ ππάρξεη είλαη 1

Μεηαβιεή 3 = 3^6 Σζέρνλ εκέζαο κήξεζε ζνζχ βνπ (αλ ππάρξεη), αλ δελ ππάρξεη είλαη 1

Οη κεηαβιεήο όπσο ν πζναλαθέζεζε κε κεηαξξαπκαθα ζε Low, Medium ή Silent αλάγνα κε ηελ ηηκή ηνπο θαη αλάγνα αληαγνίηξε ηνπο ζην membership function.

- 1 Αλ κεηαβιεή 1, 2 θαη 3 είλαη LOW ηφτε είλαη VERY_SILENT
- 2 Αλ κεηαβιεή 1 θαη 2 είλαη LOW θαη 3 είλαη MEDIUM ηφτε είλαη SILENT
- 3 Αλ κεηαβιεή 1 θαη 2 είλαη LOW θαη 3 είλαη HIGH ηφτε είλαη BIT_NOISY
- 4 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη MEDIUM θαη 3 είλαη LOW ηφτε είλαη SILENT
- 5 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη MEDIUM θαη 3 είλαη MEDIUM ηφτε είλαη BIT_NOISY
- 6 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη MEDIUM θαη 3 είλαη HIGH ηφτε είλαη NOISY
- 7 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη HIGH θαη 3 είλαη LOW ηφτε είλαη BIT_NOISY
- 8 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη HIGH θαη 3 είλαη MEDIUM ηφτε είλαη NOISY
- 9 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη HIGH θαη 3 είλαη HIGH ηφτε είλαη NOISY
- 10 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη LOW θαη 3 είλαη LOW ηφτε είλαη SILENT
- 11 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη LOW θαη 3 είλαη MEDIUM ηφτε είλαη BIT_NOISY
- 12 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη LOW θαη 3 είλαη HIGH ηφτε είλαη NOISY
- 13 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη MEDIUM θαη 3 είλαη LOW ηφτε είλαη BIT_NOISY
- 14 Αλ κεηαβιεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη MEDIUM θαη 3 είλαη MEDIUM ηφτε είλαη NOISY

- 15 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαηMEDIUM ε 2 είλαηMEDIUM θαηε 3 είλαηHIGH ηφιη είλαη NOISY
- 16 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη HIGH θαη ε 3 είλαη LOW ηφιη είλαη NOISY
- 17 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαηMEDIUM ε 2 είλαηHIGH θαηε 3 είλαηMEDIUM ηφιη είλαη NOISY
- 18 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη HIGH θαη ε 3 είλαη HIGH ηφιη είλαη EXTREMELY_NOISY
- 19 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη HIGH ε 2 είλαη LOW θαη ε 3 είλαη LOW ηφιη είλαη BIT_NOISY
- 20 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη HIGH ε 2 είλαη LOW θαη ε 3 είλαη MEDIUM ηφιη είλαη NOISY
- 21 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηLOW θαη ε 3 είλαηHIGH ηφιη είλαηNOISY
- 22 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη HIGH ε 2 είλαη MEDIUM θαη ε 3 είλαη LOW ηφιη είλαη BIT_NOISY
- 23 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηMEDIUM θαηε 3 είλαηMEDIUM ηφιη είλαη NOISY
- 24 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη HIGH ε 2 είλαη MEDIUM θαη ε 3 είλαη HIGH ηφιη είλαη NOISY
- 25 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηHIGH θαη ε 3 είλαηLOW ηφιη είλαηNOISY
- 26 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη HIGH ε 2 είλαη HIGH θαη ε 3 είλαη MEDIUM ηφιη είλαη NOISY
- 27 Αλ ε κρηαβι εηή 1 είλαη HIGH ε 2 είλαη HIGH θαη ε 3 είλαη HIGH ηφιη είλαη EXTREMELY_NOISY

Αθνη ρξέζηκνη πνηεζνχλ νη θαλφλνη θαη γίλνλην defuzzification ηφιη ην απνηέλεζκα είλαη απφθαζε πνπ ιήζεθε απφ ην fuzzy logic. Σηε ζπλέξεηα ην απνηέλεζκα πνπ ιαβάνεηαη κρηαζέπεηαζε ιφγηαζή λα αλαπαζαζηάζεί ζε ελ εθαξκγή. Έλα παξάδεηγκα θαηλνηνμ ζε λ πνπ έηηο εηθλ:

πνζνζηφ πγζαζίαο είλαη ςειφ ηφπ ε δέζειε είλαη αηφφξεηε ελψ φηηλ είλαη ζε θπζηνγνγθά πη αίζηξα ε δέζειε είλαη αιεηηηθή. Βαζηζζέλε ζε φηα απηά δεκηνπείγνθε αλ νη έμφο θαλφλεο:

Σημείωζη:

Μεηαβηεή 1=Θεζκνζαζία

Μεηαβηεή 2=Τγζαζία

Μεηαβηεή 3=Αηκνζθαηξική πίεζε

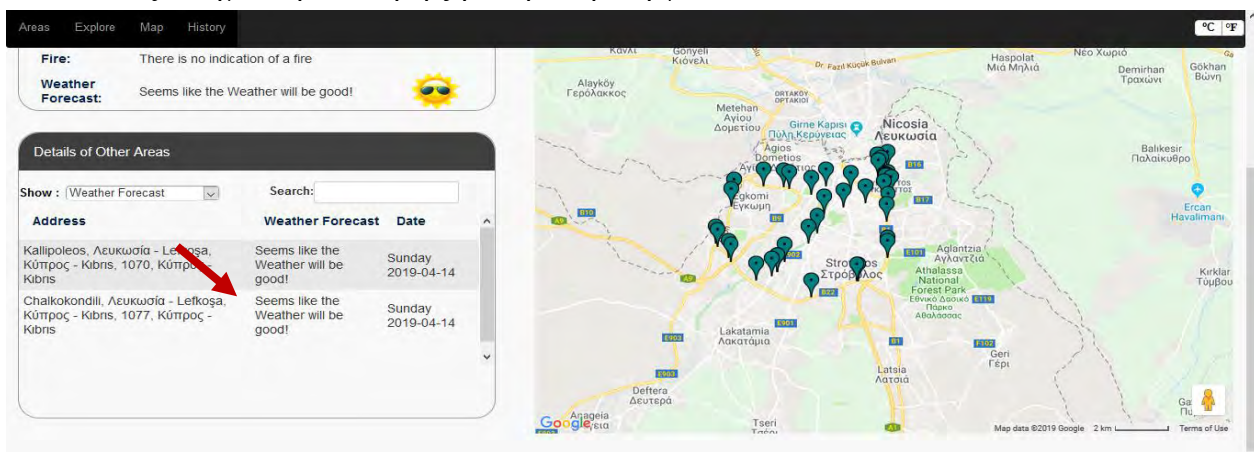
Οη κεηαβηεήο όπσο ο πζναλαθέζειε θε κεηαζάπε θαλ ζε Low, Medium ή Silent αλά νγα κε ηελ ηηκή ηνπο θαλ φηα αλά νγα αληαηνίηηε ηνπο ζην membership function.

- 1 Αλ ε κεηαβηεή 1, 2 θαλ 3 είλαη LOW ηφπ είλαη VERY_BAD
- 2 Αλ ε κεηαβηεή 1 θαλ 2 είλαη LOW θαλ ε 3 είλαη MEDIUM ηφπ είλαη BAD
- 3 Αλ ε κεηαβηεή 1 θαλ 2 είλαη LOW θαλ ε 3 είλαη HIGH ηφπ είλαη BAD
- 4 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη MEDIUM θαλ ε 3 είλαη LOW ηφπ είλαη VERY_BAD
- 5 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη MEDIUM θαλ ε 3 είλαη MEDIUM ηφπ είλαη BAD
- 6 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη MEDIUM θαλ ε 3 είλαη HIGH ηφπ είλαη BAD
- 7 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη HIGH θαλ ε 3 είλαη LOW ηφπ είλαη VERY_BAD
- 8 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη HIGH θαλ ε 3 είλαη MEDIUM ηφπ είλαη VERY_BAD
- 9 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη LOW ε 2 είλαη HIGH θαλ ε 3 είλαη HIGH ηφπ είλαη BAD
- 10 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη LOW θαλ ε 3 είλαη LOW ηφπ είλαη GOOD
- 11 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη LOW θαλ ε 3 είλαη MEDIUM ηφπ είλαη GOOD
- 12 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη LOW θαλ ε 3 είλαη HIGH ηφπ είλαη GOOD
- 13 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη MEDIUM θαλ ε 3 είλαη LOW ηφπ είλαη GOOD
- 14 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη MEDIUM θαλ ε 3 είλαη MEDIUM ηφπ είλαη GOOD
- 15 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη MEDIUM θαλ ε 3 είλαη HIGH ηφπ είλαη GOOD
- 16 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη HIGH θαλ ε 3 είλαη LOW ηφπ είλαη BAD
- 17 Αλ ε κεηαβηεή 1 είλαη MEDIUM ε 2 είλαη HIGH θαλ ε 3 είλαη MEDIUM ηφπ είλαη HOT

- 18 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηMEDIUM ε 2 είλαηHIGH θα ηε 3 είλαηHIGH ηφηε είλαηHOT
- 19 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηLOW θα ηε 3 είλαηLOW ηφηε είλαηGOOD
- 20 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηLOW θα ηε 3 είλαηMEDIUM ηφηε είλαηHOT
- 21 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηLOW θα ηε 3 είλαηHIGH ηφηε είλαηHOT
- 22 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηMEDIUM θα ηε 3 είλαηLOW ηφηε είλαηHOT
- 23 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηMEDIUM θα ηε 3 είλαηMEDIUM ηφηε είλαη
VERY_HOT
- 24 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηMEDIUM θα ηε 3 είλαηHIGH ηφηε είλαη
VERY_HOT
- 25 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηHIGH θα ηε 3 είλαηLOW ηφηε είλαη
VERY_HOT
- 26 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηHIGH θα ηε 3 είλαηMEDIUM ηφηε είλαη
VERY_HOT
- 27 Αλ ε κρησβιεηή 1 είλαηHIGH ε 2 είλαηHIGH θα ηε 3 είλαηHIGH ηφηε είλαη
VERY_HOT

Αθνη ρξέζηκνηπνηεζνχλ νη θαλφλνη γίλεηαη ην defuzzification θα ην απνηέιεζκα δειαδή ε απφθαζε πνπ έηαβε ην fuzzy logic αλά γκαθελ είζνδν πνπ ηνπ δφξεζε εκθαλίδεηαη ζε ελ ελ ζεσξή.

Έλα παξάδεηγκα δηθαίλεηαη ζε ηελ εηθφλα:

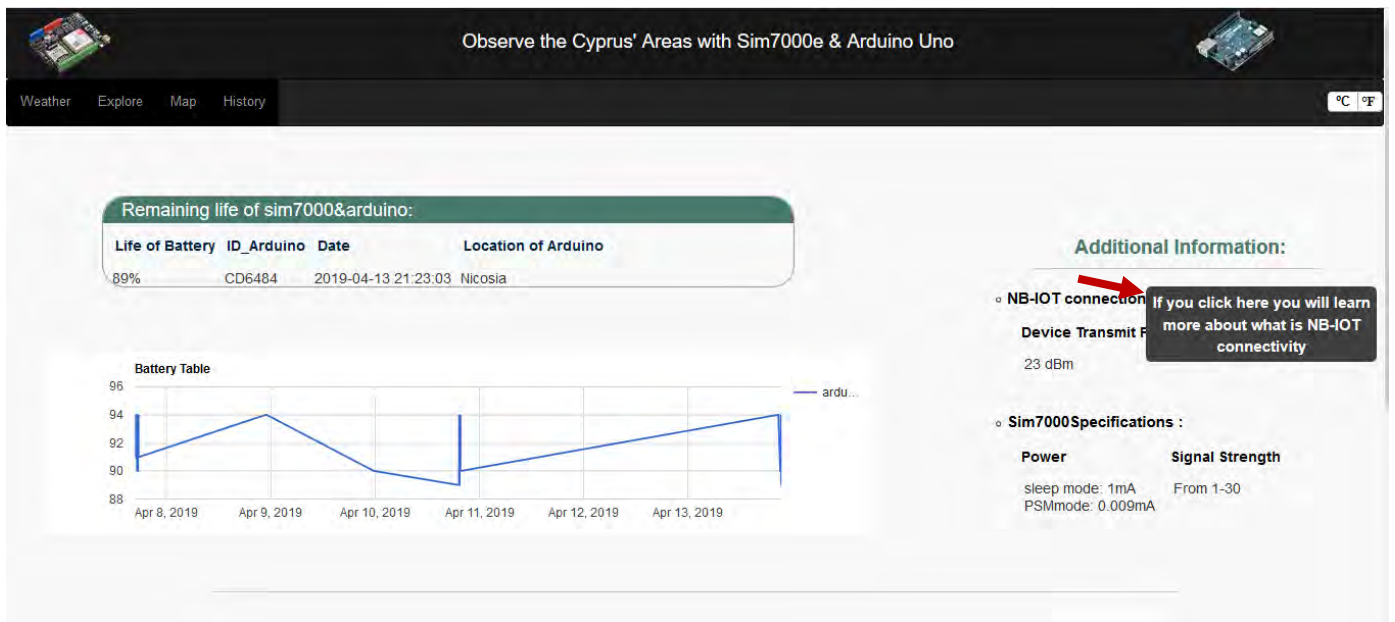


Σχήμα 5.9: Παράδειγμα αποτελέσματος fuzzy logic όσο αφορά τον καιρό

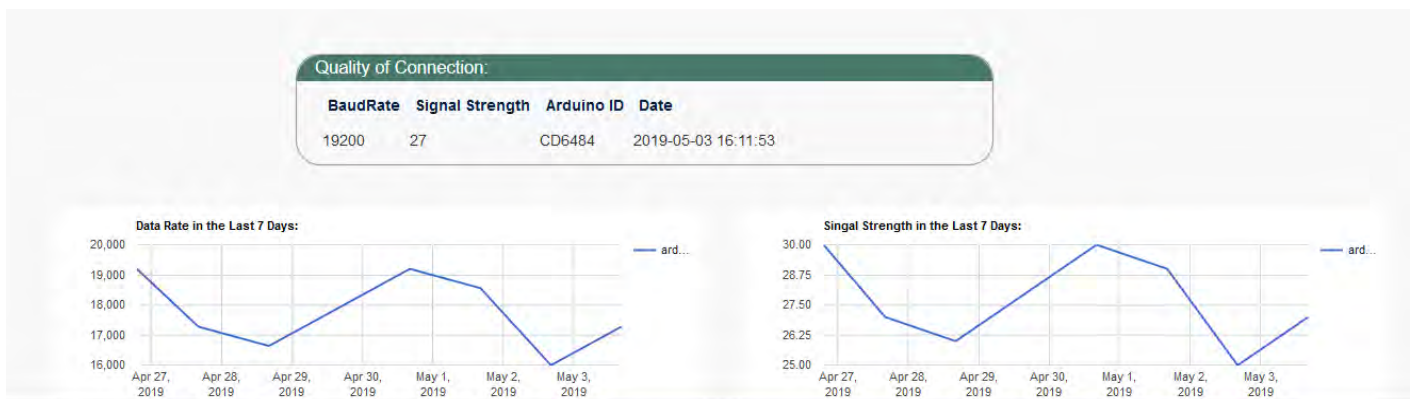
5.2.3.2 Explore Tab

Σν explore tab δεκνηντγίζεθε κε ζθνπφ λα δψζε ηελ επθαξία ζηνλ ρήζε λα εμεεπλήζε ηα ελζρχζε ηηνγλψζεο ηνπ θαηαηηφ πξάγαηνπνηεί κε ηηνπ εζνθ νξίο πνπ παξέξλνληα γηα ην ζθνπφ ARDUINO θαζψο θαη ηελ ηελ νξία NB-IOT. Δπνέλ, ζθνπφ είλαη ε κείηε θάπνηα ραηεξζζζζζ ηεο NB-IOT ηελ νξία φπσο ηελ θαηαλάζε ε κπαξαζία γλσζίδνληα αλά πάα ζηηηκή ην ππννην δσή ηοι ζπζθεπλ θαζψο θαη ην κέγηζν αξηζκφ δεδνκέοι πνπ κπνύλ λα ζηα νχλ ρεζηνπνηψν ηελ ηελ νξία απή. Αθκε, εθεί πνπ κπνεί λα ππήξαλ εζηεκαηηά γηα έλα ρήζε ν νπνίο κπνεί λα κε είλαη νηεί κε θάπνηο έλλνηο ηφφ φηα πεξάζε ην mouse απφ πάλσ ηνπο (on hover) εκθαλίδεηα έλα κήκα ην νπνίο πεξηγξάθε ηέ έλλνηα.

Γελνηεξά ν ηξφπν κε ηνλ νπνίο δηθαίλνληα νπ εζνθ νξίο είλαη κέζσ γαηηθλ παζαζήζεοι. Σνλνιθά πάξρνπλ ηξίο γαηηθέο παζαζήζεο ν νπνίο δείρνπλ ηα ηζνζπνκνκέλα έσο θαη ηα εδνκάδα πζι: ε πζπ ηείλε ηελ ελαπνκεία ηα δσή ηοι κπαξηψλ ζηη ζπζθεπέ, ε δε ηείλε δείλε ηελ δχλακε ηνπ ζήκαηο πνπ επέκπεηα αλάκεζα ζην Base Station θαη ηεο πζι (ζπζθεπλ) ψ ηελ κεηαδνύλ ηα δεδνκέλα θαη ηείλε γαηηθή παζαζήζε δείλε ηνλ ζπζκφ κεηαδνέο ηοι δεδνκέοι. Ο ζπζκφ κεηαδνέο ηοι δεδνκέοι πνπ νγίδεηα ηελ εμίζζε: $(\text{baud rate} * \text{Signal Strength}) / 30$. Γηαδή γίλεηα νπ ιαηαζζζκφ ηνπ κέγηζνπ αξηζκν δεδνκέοι πνπ ζηείνληα ην δεηεξφιεπν καδί κε ηελ ηζρ ηνπ ζήκαηο θαη ην απνείεζα δηαείηα κε ην 30. Γελνηεξά ε δχλακε ηνπ ζήκαηο θπαίλεηα 1-30 έηηφζν πνπ κείηε είλαη δχλακε ηνπ ζήκαηο ηφζν πνπ ηζρ είλαη, κε απνείεζα λα κεηαδίδνληα πεξηζζφτεξά δεδνκέλα αηνχ βηβνπ ιηγφξε εμαζέηε ιφγσ κεία χεζεο αδύαηα έλα ηηηοι παεκβνψλ. Δπνέλ ζε θάηε κπαη ηηηαζο παζαζήζεο πάρεη έλα πλάηο ν νπνίο δείλε ηελ ηείεηα κείεζε πνπ θαηαγξάθε γηα ηελ γαηηθή παζαζήζε απή. Πην ζπγεθίκελα πάρεη έλα πλάηο πνπ δείλε ηελ ηείεηα εκεκελία θαη ψα πνπ θαηαγξάθε ε κείεζε γηα ηελ κπαξαζία πνπ έρνπλ ν ζπζθεπέ θαη γηα εποέλ ελεκέζε πεξηέρεηα κνιαηηφ αξηζκφ ARDUINO. Ο δε ηξνο πλάηο πεξηγξάθεηα πνπ ηηα ζχδεεο θαη δείλε ην baud rate δειδή φζα ζήκαηα κπνύλ λα ζηα νχλ ην δεηεξφιεπν (ιφγσ ηνπ serial connection επηξέεηα ζηα νχλ ηφζα bits φζα θαζνξίδνληα ην baud rate), ην Signal Strength πνπ είλαη δχλακε πνπ ηαηεξεηα ζήκα αλάκεζα ζην BS θαη ζηη ζπζθεπέ, ην ARDUINO ην νπνίο πξάγαηνπνεί απήο ηηο ελέγεηο εκθαλίδνληα ην ARDUINO_ID θαη ηείν ε εκεκελία θαη ψα πνπ πξάγαηνπνεία κεηαδνέο δεδνκέοι. Ζ αλαπαζήζε θαη ν ηηηηγίο ηνπ ζπγεθίκελνπ tab πνπ πεξηγξάθεηα θαίλνληα ζηηηηην θήε εηφλε:

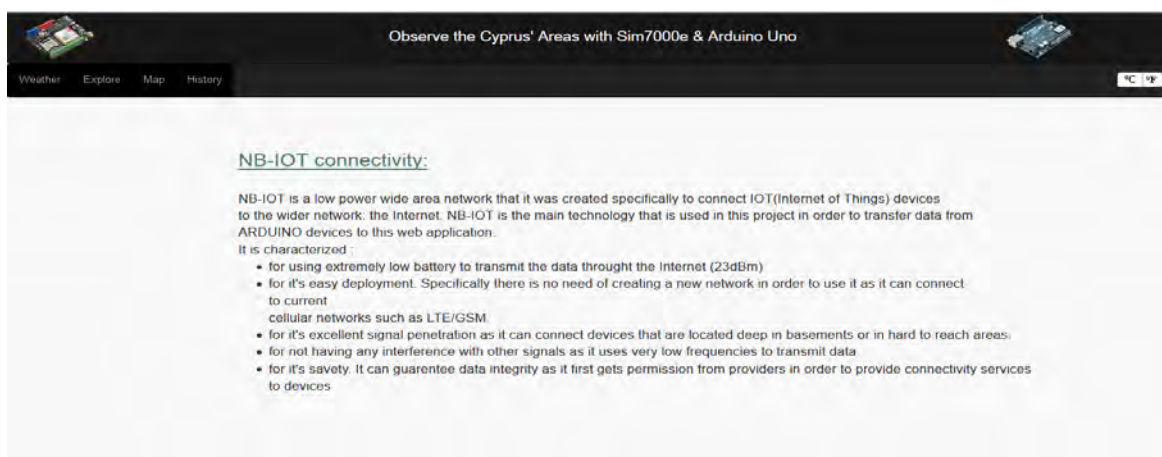


Σχήμα 5.10: Αναπαράσταση explore Tab



Σχήμα 5.11: Συνέχεια αναπαράστασης explore Tab

Για αθροιστική αξιολόγηση της απόδοσης της λύσης, η οποία περιλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών και του κέντρου δεδομένων, η οποία είναι η βασική λειτουργία του συστήματος, η οποία είναι η βασική λειτουργία του συστήματος, η οποία είναι η βασική λειτουργία του συστήματος.



ηοο ζπζζεπύο SIM7000E. Συγκεθεζήκεια πεζεήερεψη ε θαηαλάςζε ελέεζεηω ρζεζήκνηπνηψλ ηελ NB-ΙΤ ηεϋλν γία πνπ θαίλεηαη ζα 23dBm θαη ην κέγεζην αμίζκφ δεδνκέλσλ πνπ κπνύλε λα κπαεί ην δεπηεξψηεην ν νπνίνο είλαη αλά γα κ ην baud rate. Αλ δει αδή ην baud rate είλαη 19200 ηφρε ν κέγεζην αμίζκφ bits πνπ κπνύλε λα ζαί λ νλ είλαη 19200 bits ην δεπηεξψηεην. Έλαο ρήζεηο πνπ επηζκεί λα ελεκεζεί εί αθκε πεεηζζφρεζν γα ηελ ηεϋλν γία απή κπνεί λα παήζε ηην NB-IoT connection φπσο δείρλεθαη εηθλ (Σρήκα 5.10: Αλαπαζάζηζε explore Tab). Αθν παήζε κπαθέζεηαζε κ ηζφλε φπν πεεηζζάθνηαη κεζήθ ραθαθεζήζεη ηο ηεϋλν γία απή θαη ηα ηεϋλν γία απή ηο δηπσκαιήθ εξαζία φπσο θαίλεηαη ζηλ ηην εηθλ:

Σρήμα 5.12: Περιγραφή χαρακτηριστικών της NB-IoT τεχνολογίας

Έλαο ρήζεηο πνπ επηζκεί λα ελεκεζεί εί αθκε πεεηζζφρεζν γα ηελ ζπζζεπύ SIM7000 κπνεί λα παήζε ηην sim7000 specification. Αθν παήζε κπαθέζεηαζε κ ηζφλε φπν πεεηζζάθνηαη κεζήθ ραθαθεζήζεη ηο ζπζζεπύ απή φπσο θαίλεηαη ζηλ ηην θάπ εηθλ:

Observe the Cyprus' Areas with Sim7000e & Arduino Uno

Sim7000E Arduino Expansion Shield:

Sim7000E is the main device that is used in this project in order to provide IoT connectivity. More precisely it supports the NB-IoT technology so the data will definitely reach their destination. It can also provide other mobile services such as internet, phone calls etc. as it uses a SIM card in order to work. Sim card can guarantee privacy and data integrity as it first gets permission in order to use the services. Furthermore, it has an environmental sensor that provides measurements such as : humidity, temperature and pressure, a GNSS antenna that can connect to satellites and a GSM/LTE antenna that can connect to cellular networks. It can easily be connected with the Arduino devices and with other sensors as it is an arduino expansion shield device.

There are various versions of sim7000 shields. Each shield supports different frequency bands so it's essential to choose the right one for each country. For easier selection of the right shield there are some endings that indicate the country in which they can be used and are the following:

- Sim7000A , "A" for America indicates that it can be used in America as it supports the following bands: B2/B4/B12/B13
- Sim7000C, "C" for China indicates that it can be used in China as it supports the following bands: B1/B3/B5/B8
- Sim7000E , "E" for Europe indicates that it can be used in Europe as it supports the following bands: B3/B8/B20/B28

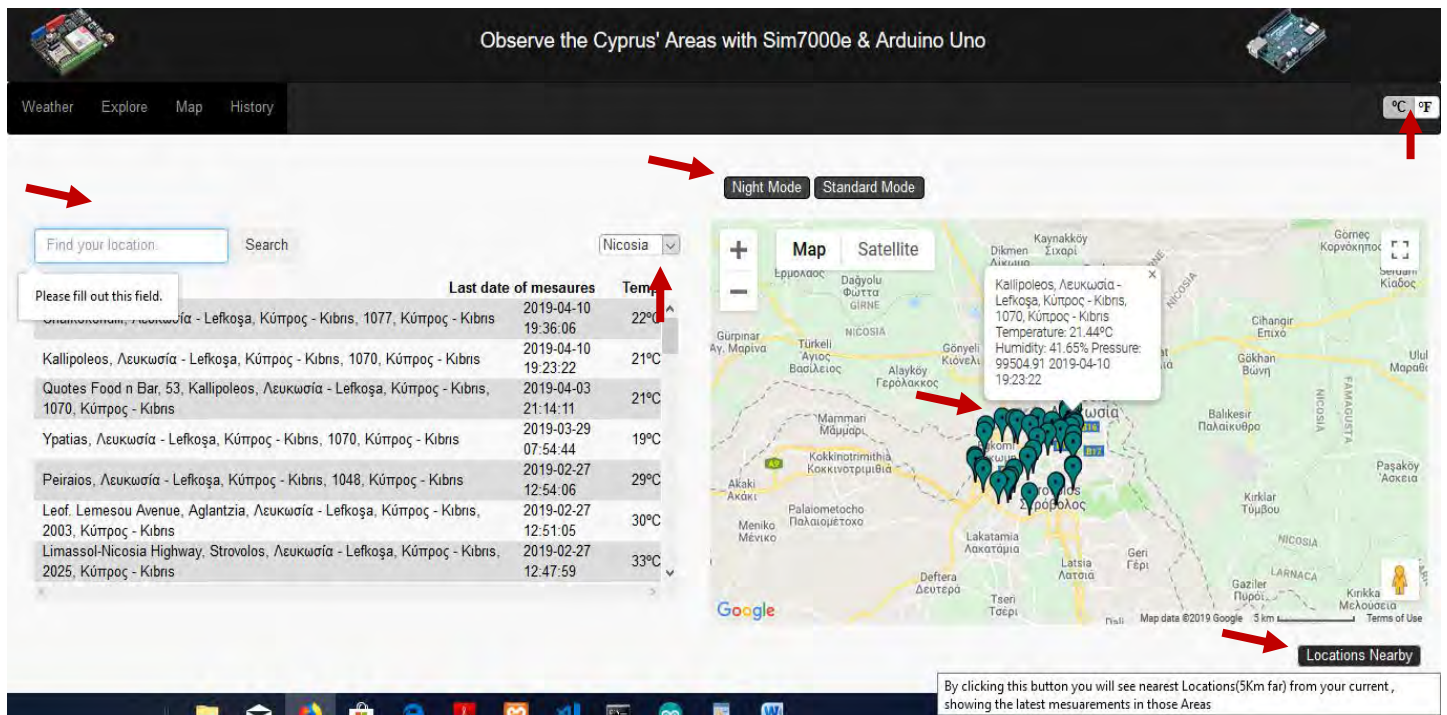
For this project the version that is used is the Sim7000E as Cyprus supports the B3 frequency Band.

Σρήμα 5.13: Περιγραφή χαρακτηριστικών της συσκευής Sim7000E

5.2.3.3 Map Tab

Συνταχθείσα απλή εφαρμογή που θα δείχνει τον καιρό σε διάφορα σημεία της Κύπρου. Η εφαρμογή θα είναι γραμμένη σε C++ και θα τρέχει στο Arduino Uno. Η εφαρμογή θα είναι γραμμένη σε C++ και θα τρέχει στο Arduino Uno. Η εφαρμογή θα είναι γραμμένη σε C++ και θα τρέχει στο Arduino Uno.

Η εφαρμογή θα είναι γραμμένη σε C++ και θα τρέχει στο Arduino Uno. Η εφαρμογή θα είναι γραμμένη σε C++ και θα τρέχει στο Arduino Uno. Η εφαρμογή θα είναι γραμμένη σε C++ και θα τρέχει στο Arduino Uno.

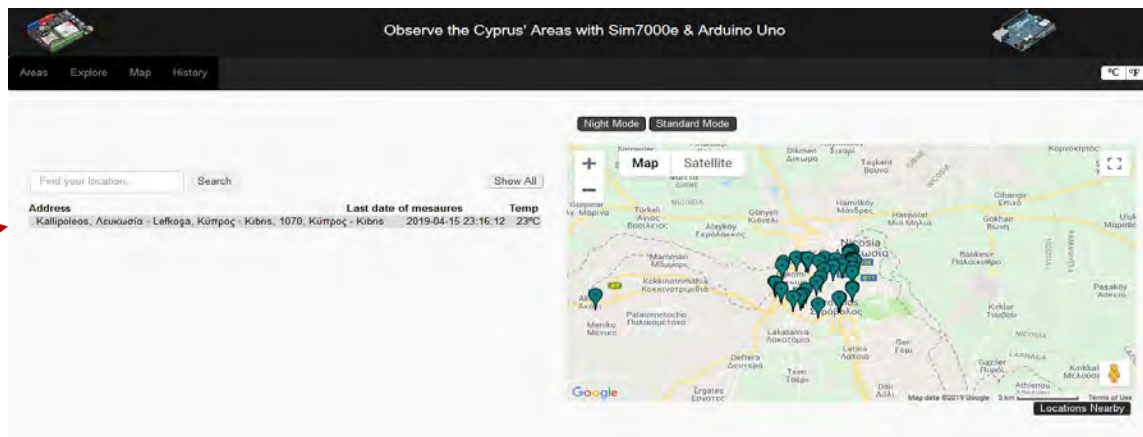


Σχήμα 5.14: Ενέργειες που μπορεί να πραγματοποιήσει ένας χρήστης στο Map Tab

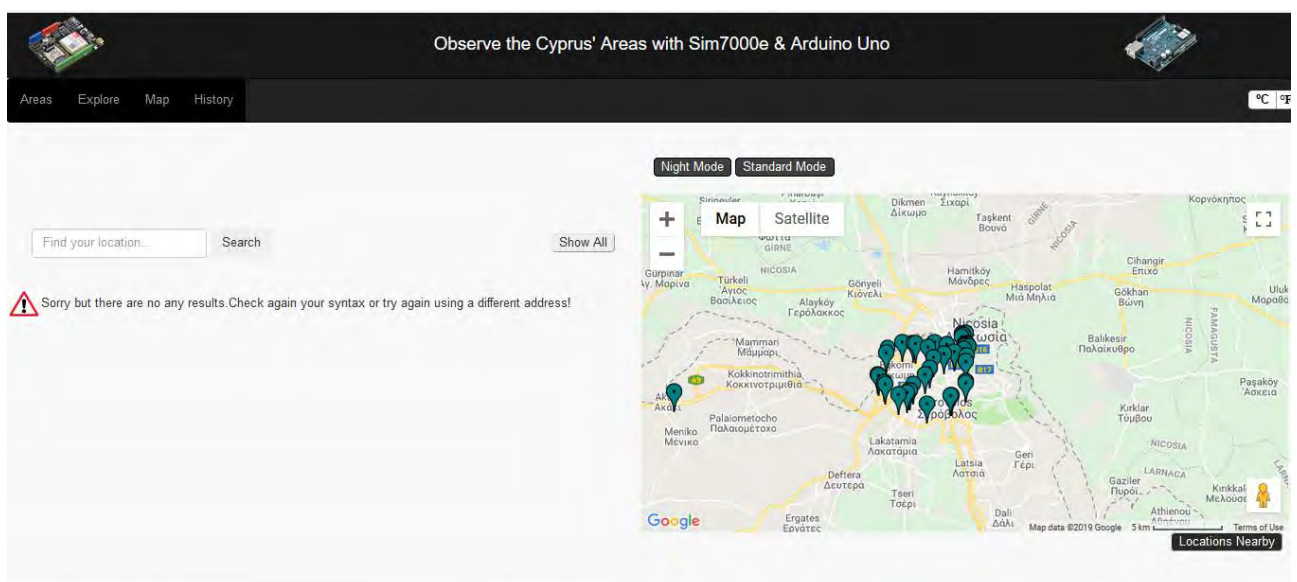
Έλαο ρξήζηεο ζην ζπγθεθξηκέλν tab κπνλεί λα πξάγκαηνπνηήζεη ηε λνκαξηζκέλε ελέξγεηα φπσο ην πλδεδειγνπλ θαη ηελ πάλσ ηθκα

- ✓ Μπνλεί λα αλαδεηγήηεη ηε λνμαξηζκέλε ηηκή ηεο SEARCH ηηκή ηεο πάλσ ηηκή ηεο απφ ηελ πάλω ηημή, φπσο θαίλεηαη ηελ εηθφλα (Σρήκα 5.14: Διέμεγεηεο ηημή κπνλεί λα πξάγκαηνπνηήζεη έλαο ρξήζηεο ζην Map Tab). Γηα λα πξάγκαηνπνηήζεη ηελ αλαδεηγήηε πξέπνπλ πηεηήζεη ηε λνμαξηζκέλε ηημή: αμίζεο, λνμα, πηε, Υψα ή ηε λνμα ηημή (ηε λνμαξηζκέλε ηημή) ζην αγγιή. Σε πεξίπησζε ηημή ηημή απνηείεηα εκθαλίδεηα ε λνμαξηζκέλε ηημή ηημή ηημή

(Σχήμα 5.15: Δκθάλιξε αλαδήηεζεο κηω ζπγθεθξηκέλεο πεξηνρήο) ελψ αλ δελ ππάξρεη απληείδεζθα εκθαλίδεη ηελ αλά γνγ κήλπκα φπσο θαίλεηαη ζηελ εηθφλα (Σχήμα 5.16: Δκθάλιζε κελύκαηνο ζε πεξίπηωζε κε εχξεζε ηεο πεξηνρήο). Σε νπνηνδήπνηε πεξίπηωζε ν ρρήζηεο κπνρεί λα πξάγκαηηπνίηεη κερά φζεο αλαδεηήζεη επηζθεψ θαη αθνφ κπνρεί παλψλσ ηελ θνκψ «show all» λα επηζηξέψεη ζηνλ αξηζκφ πύλσο πνπ πεξίεξε φη εηο ηεο πεξηνρήο.

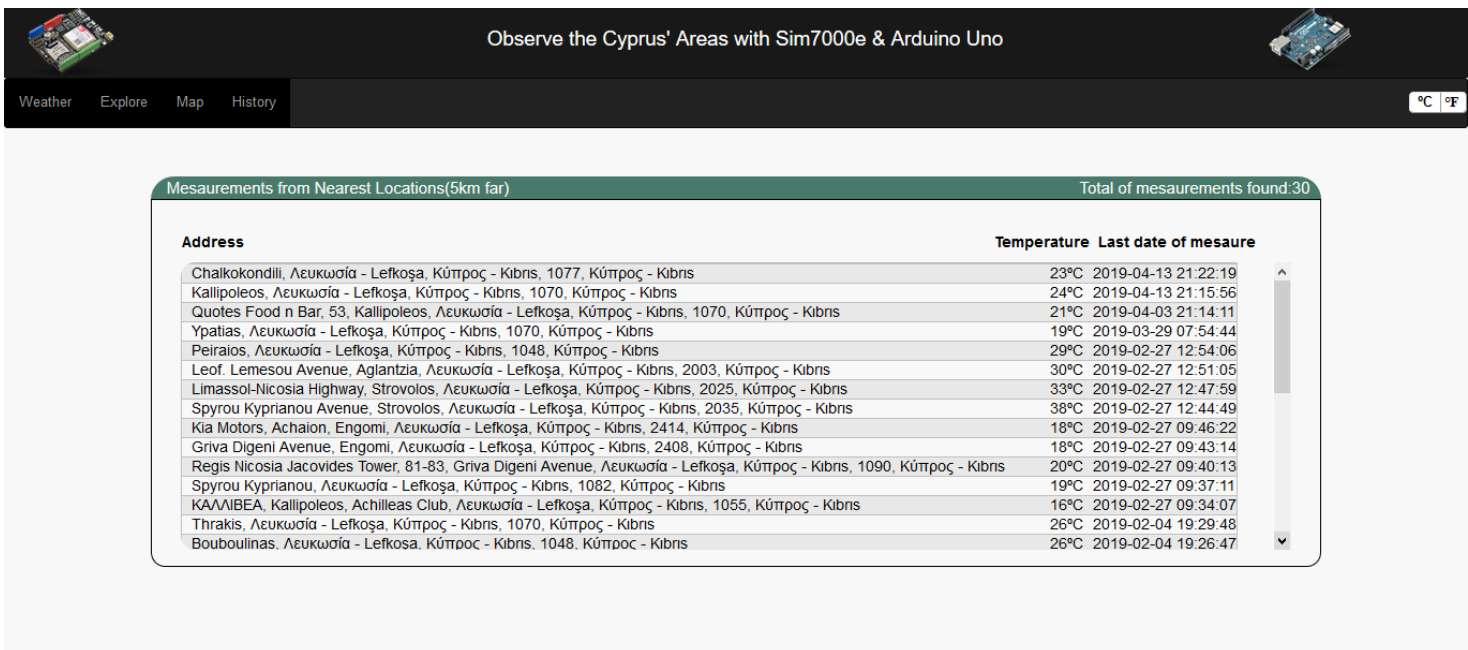


Σχήμα 5.15: Εμφάνιση αναζήτησης μιας συγκεκριμένης περιοχής



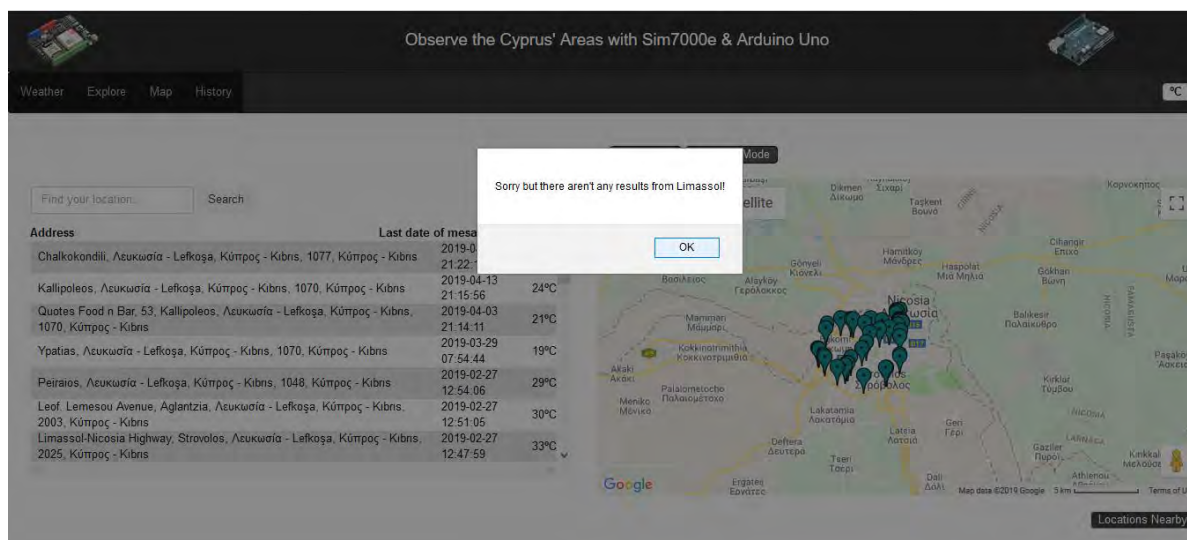
Σχήμα 5.16: Εμφάνιση μηνύματος σε περίπτωση μη εύρεσης της περιοχής

- ✓ Παηψλπρσ ην θνπκπί «Locations Nearby» δε ηείρα ηαξηηθά άδεηαψζε λα επηηξάπει ε ιήςε ηεσ ηνπνζεζίασ ηνπ. Αλ ν ρήζηεο δψζεη ηελ άδεηα ηνπ παηψλπρσ ην θνπκπί «yes» ηοιφ κειεηάλε ζε κηα ζειίδα ε νπνία αλαπαξηζηά ηησ ηνπνζεζίασ πνπ βξίζθνληαη 5km(αλ πιάζρνπλ) απφ ηε ζπγθεθξηκέλε ηνπνζεζία ηνπ. Αλ πιάζρνπλ εκθαλίδεη ηελ έλσ πλάκω πνπ δείρλν ηνλ ζπλνιθφ αξηζκφ ησλ δεηγμάηω πνπ είλαη 5km κηθξά ηαψσ θαη ηε ηειεπηαία κήηξεζε, εκεινκεία θαη ψξα πνπ θαηαγιάθεη ην κηκρζήζεο γηα ηε δεηγμάηζε απή (Σήκα 5.17: Πεξηηρέο θαη περσ νξίο πεξηηρψλπνπ βξίζθνληαη 5km κηκρ). Αλ δελ θαηαγιάθεη ην κηκρζήζεο απφ πεξηηρέο πνπ βξίζθνληαη 5 km κηκρά απφ ηε δεηγμάηζε ην ηοιφ εκθαλίδεη ην άλ γν κήλκω.



Σχήμα 5.17: Περιοχές και πληροφορίες περιοχών που βρίσκονται έως και 5km μακριά

- ✓ Μπνζει λα επηίμεη ηελ πφιε γηα λα δεηηηδ ηεγμάηζεσ πνπ θαηαγιάθεη ηελ πφιε απή. Αλ δελ θαηαγιάθεη νπνηδήπνηε δεηγμάηζε ηοιφ επηζηέθεη ην άλ γν κήλκω ζην ρήζεο φπσο θαίλεηα ηελ εηφκω (Σήκα 5.18: Μήλκω ζε πεξίηρζε κειεηεσ κηκρζήζεο ζε ζπγκεθξηκέλε πφιε).



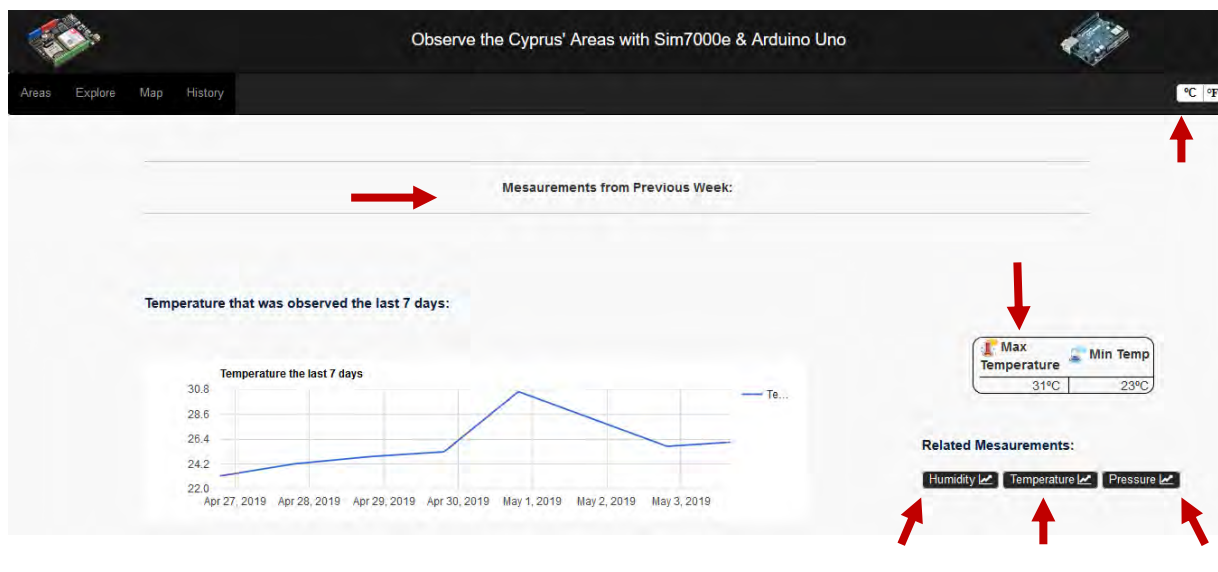
Σχήμα 5.18: Μήνυμα σε περίπτωση μη λήψης μετρήσεων στη συγκεκριμένη πόλη

- ✓ Μπνξεί λα πξαγκαηνπνηήζεη θαπνηε ειεγρεηνηηπ Google map φπσο λα δεη ηνλ ράρηε δνξπθνλ ή λα κεηαηειεξεί ζε ζπγθεθξηκέλε περηνγξάθηα ηελ δεη. Αθφε έρεη ηελ δπλαηφηεηα λα αηιάρηε ηελ πξνθαζαξηζκέλε κνδν ή ηνλ ράρηε πνπ είλαη ε θαλνλνθή (standard mode) ζε λπρεξνλ (night mode) θαη ηνλ αλίζεην.
- ✓ Μπνξεί λα κεηαηειεξεί ηελ ζεθνλνλνγία πνπ είλαη πξνθαζαξηζκέλε λα εκθαλίδεη ηελ ζε Celsius ζε Fahrenheit κέζσ ηνλ θνηηηλ πνπ βξίζεη ηνλ ηεκενίην βαζηθνλ menu.

5.2.3.4 History Tab

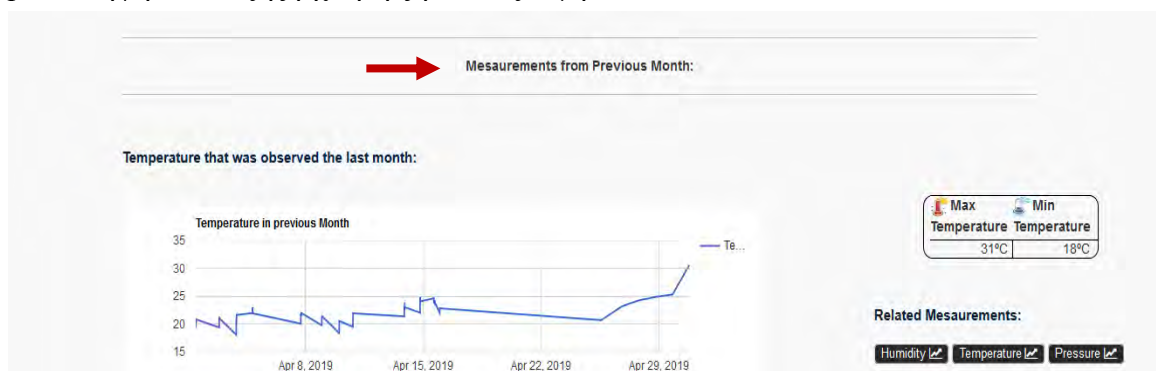
Σν History Tab είλαη περηνγξάθη λα αλαπαρξήζεη θαπνηε ζπλνλνλνγία κε ηελ ζεξκνδν βαζηζκέλε ζε φηε ηηο περηνγξάθη. Μφηηο ηελ ζεξμνλνγία έλαο ρήζεηο ζην ηξέρνλ tab ζην πνπ είλαη λα βίεη ηελ γεηηθή ηεηηα ηνλ περηνγξάθη γηα ηελ εβδνκάδα πξνθαζαξηζκέλε θαη ηελ κήλα πξνλ, κέζσ γξαθηηνλ παξαρρήζεηο. Σν tab απηφ πξνθαζαξηζκέλε λα αλαπαρξήζεη ηελ γεηηθή ζεξμνλνγία θαη έλαο ρήζεηο κπνρεί λα παξαηειεί ηελ αηιάρηε ηελ θαη ηνλ πξνκαρξά ηνλ εκεξνλ (Σρήκα 5.19: Αλαπαρξήζεηο ηνπ History Tab, Σρήκα 5.20: Σπλέρεηα Αλαπαρξήζεηο ηνπ History Tab). Απηηνλ ζην πηαή θαίλεηαη ζπλνλνγία κέηεη θαη εηαρηζε ζεξμνλνγία πνπ θαηαρρήζεη γηα ηελ εβδνκάδα πξνθαζαξηζκέλε θαη ηελ κήλα πξνλ. Ζ ζεξμνλνγία είλαη πξνθαζαξηζκέλε ζην κνλνδάδε Celsius φπσο έλαο ρήζεηο πνπ επηζκεί λα ηελ κεηαηειεξεί ζε Fahrenheit κπνξεί λα ην πξαγκαηνπνηήζεη

εχθνι α κέζσ ηνπ θνπκπηνγ °F πνπ βξίζθ εησζ ηα δεμιά ηνπ βαζηνγ menu. Σε πεξίπησζε πνπ ζεί εη λα επηζήξξεζε ηίςσ ζ ηε κνλάδα κέηξεζεο Celsius θάλεη απ ό θη ηθζην °C. Σησηση ηά ησ εηθφλ θ αίλεη η ε αλαπαζάζηαζε ηνπ tab θα η ν η ε η η η γί ε ο πνπ πεξ η γά θ η ε θ α λ:



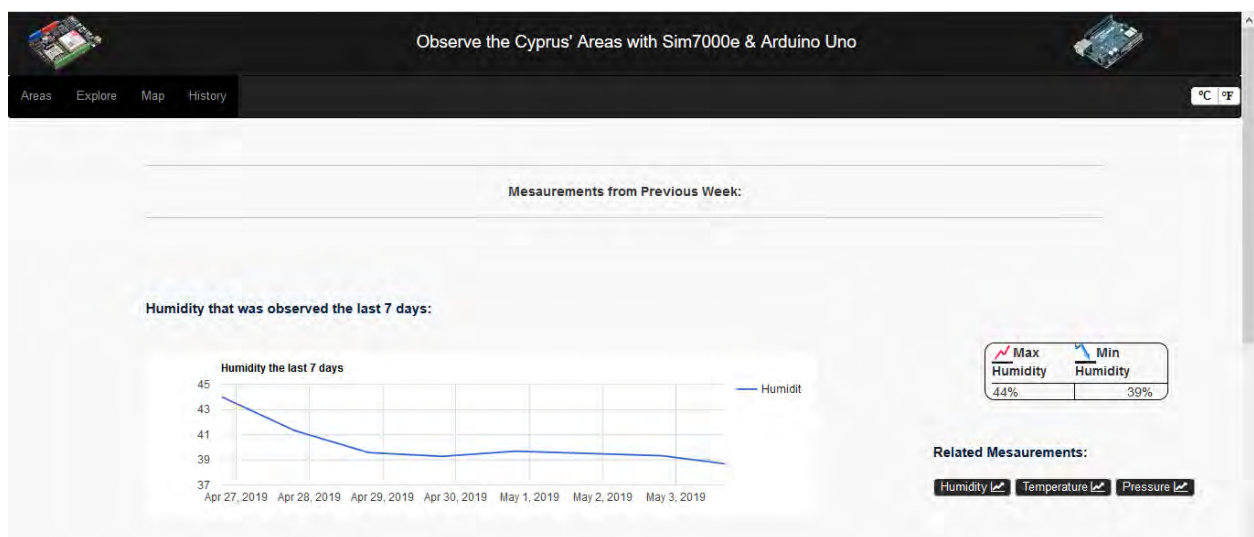
Σχήμα 5.19: Αναπαράσταση του History Tab

Δηπ η έ ν λ, έ λ α ο ρ ξ ή ζ η ε ο κ π ν ζ έ ι λ α δ ε η α ί ι ε ο κ ε η ξ ή ζ η ε ο π ν π θ α η α γ ά θ η ε θ α λ κ η α ε β δ ν κ ά δ α θ α η έ λ α κ ή λ α π ξ η λ φ π σ ο π γ ζ α ζ ί α θ α η α η κ ν ζ θ α η ξ η θ ή π ί ε ζ ε. Σε θ ά ζ ε π ε ξ ί π η σ ζ ε ζ α ε κ θ α λ η ζ η έ ι γ ζ α θ η θ ή π α ζ ά ζ η α ζ ε π ν π ζ α δ ε ί ρ λ η η ε λ γ ε λ η θ ή ε ι θ φ λ α γ η η ε λ π ε ζ ί ν δ ο ν π ν π ε π η έ ρ ζ ε θ ε θ α ζ ψ ο θ α η ε κ έ γ η ζ η θ ε ι ά ρ η ζ η ε π γ ζ α ζ ί α ή α η κ ν ζ θ α η ξ η θ ή π ί ε ζ ε α λ α ι φ γ σ ο. Γ ε λ η θ η ε ζ α α π η ά π ζ α γ κ α η ν π η ν γ λ η ρ η κ έ ζ σ η ν π θ ψ δ η θ α π ν π π ι ν π η ή ζ ε θ ε ζ η ν LARAVEL θ α η α θ ν ζ ά η ν tab α π η φ. Σ υ γ κ ε θ ζ η κ έ λ α ν θ ψ δ ι θ ρ α ο π ε ζ η α κ β ά λ η θ ά π η ρ queries π ν π π ι ν π η ή ζ ε θ α λ γ η α η ε λ ι ή σ ε η σ λ α π α ζ α ί η ε η σ λ κ ε η ξ ή ζ ε σ λ θ α η η α ν π ν ί α π ζ α γ κ α η ν π η ν γ λ η ρ α α π φ η ν LARAVEL π ζ ν ο η ε λ Β ά ζ ε Γ ε δ ν κ έ λ σ λ. Ό θ α λ ι ε θ ζ ν χ λ η α α π η η ε ί ζ κ α η α α π φ η α queries η φ η α λ α π α ζ η ζ η ν γ λ η ρ η ζ η ε λ ε θ α ζ κ ν γ ή.



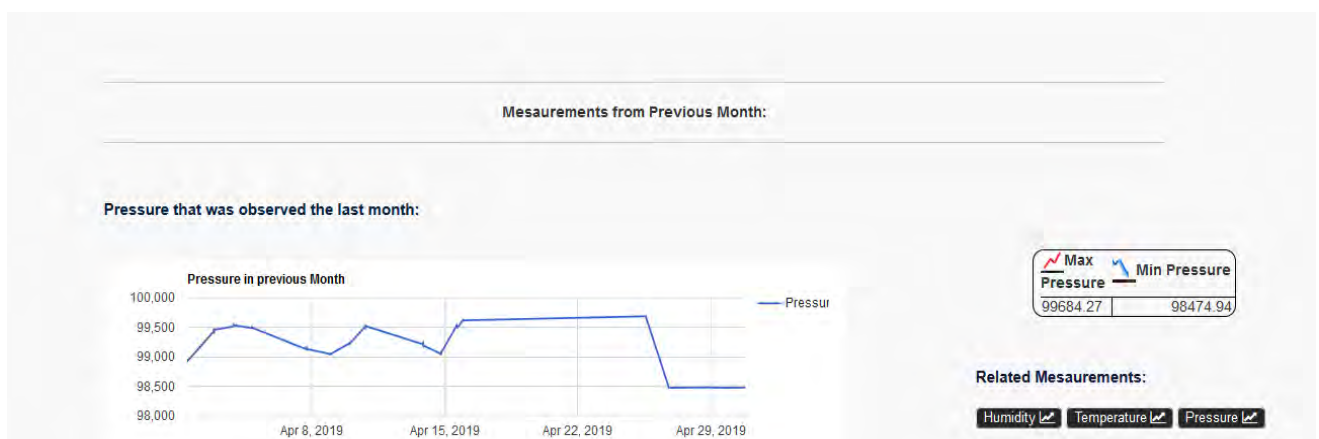
Σχήμα 5.20: Συνέχεια Αναπαράστασης του History Tab

Σηελ πην θάηο εηθόλα θαίιεηαη ε εκθάιεζε ηοι ηζηνρζθώλ δεδνκέοοι ηοο πγξαζίαο όζν αηνζά ηζνε γνύκειε εβδνκάδα:



Σχήμα 5.21: Εμφάνιση των ιστορικών δεδομένων της υγρασίας της προηγούμενης εβδομάδας

Σηελ πην θάηο εηθόλα θαίιεηαη ε εκθάιεζε ηοι ηζηνρζθώλ δεδνκέοοι ηοο αηκνζθαηξηθήο πίεζεο όζν αηοζά ηελ πζνε γνύκειν κήλα:



Σχήμα 5.22: Εμφάνιση των ιστορικών δεδομένων της ατμοσφαιρικής πίεσης του προηγούμενου μήνα.

Link διαδικησαθήο εηαημογήο: https://csiot.cs.ucy.ac.cy/arduino_project/public/

Συγκεκριμένα ζηνπο ρξήζηεο ζηάι ζεθε ην link πνπ νδεγνχζε ζην δηαδηθηαθή εθαξκγή θαην ηο link πνπ νδεγνχζε ζην εξσηεκαην φγηνθαηνπο δεήζεθε λα πν γεζνχλ θαηεηά λα αλαηήζνπλ ζε απηφ

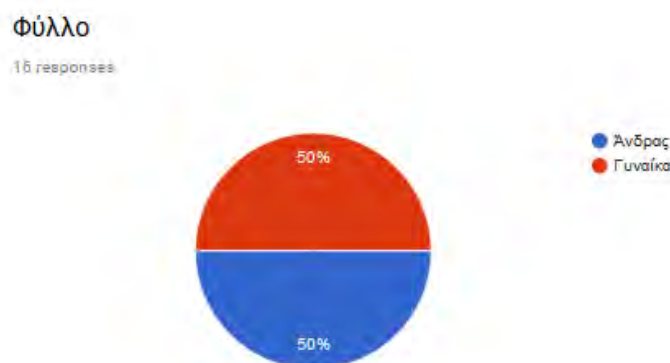
Σν εξσηεκαην φγην πνπ ηηήζεθαλ λα αλαηήζνπλ νη εξσηεζέηεο απνείηεηαη απφ 14 εξσηήζεην νη πνέο επηεξεζήθαλ κε ηέηεην ηξφπν ψζεηε λα εμαζεηβνύπλ ηνλ ηξφπν κε ηνλ πνέο νη ρήζηεο θαηάλλνχλ ηελ εθαξκγή, αλ ζα ηνπο ήθαλ ρήζηε, αλ δέζνν επηήθαλ ζε θάπνην ζεθείν θαζφ θαηαλ ζα ήζει αλ λα αη αμνπλ ή λα πζνύζ έζνπλ θάηεηε απηή.

Αναλστικά οι ερωτήσεις ποσ απαντήθηκαν βρίσκονται ζην

Παξάξεκα ΣΤ

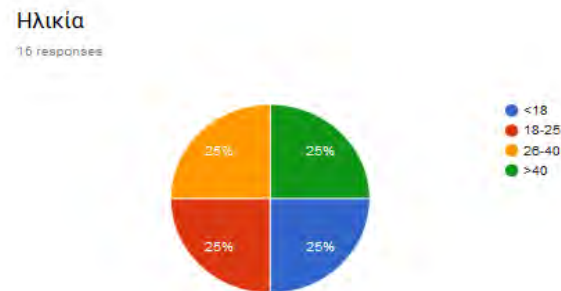
6.2 Αξηνιόγηζε-Ανάλζε η Δπν ηεκαηνιόγησ

Οι πώηεο επηήζει είλνι γενιθνύ ήππο:



Σχήμα 6.1: Αποτελέσματα 1ης ερώτησης

Ζητήθηκε εξηγήσει την εξσηκεαηνι γίνπ αθνξ ά ην θχι ι ν. Με ην πην πάλσ απνηεί εζκα θαίλεηαη φη ην εξσηεαηνι φγην απαλήζεθε απφ ίζν αξηζκφ γπλαθημλ θαηαλδξμλ.

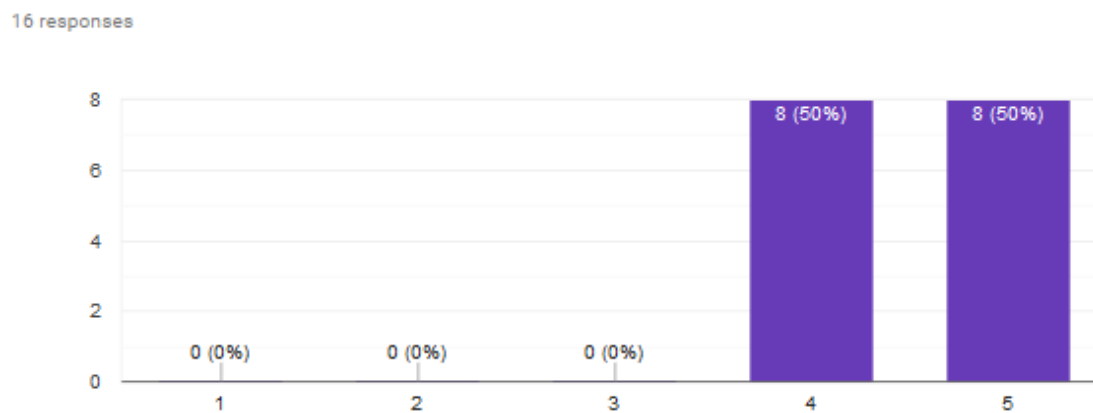


Σχήμα 6.2: Αποτελέσματα 2^{ης} ερώτησης

Ζητήθηκε εξηγήσει δείρλεηηηφ ει ηηηθέο νκάδεο νη νπνίεο έρνπλ ίζν αξηζμφ απφκσλ κε πνζνζηφ 25 % ζε θαζε ει ηηηθή νκάδα .

Απν ηήζειρ στήζειρ ηηρ διαδικηακήρ εθαπμογήρ:

Η εφαρμογή που χρησιμοποιήσατε ήταν εύκολη στη χρήση της;



Σχήμα 6.3: Αποτελέσματα 3^{ης} ερώτησης

Αν θεωρείται ότι σας δυσκόλεψε σε κάποιο σημείο σημειώστε που:

1 response

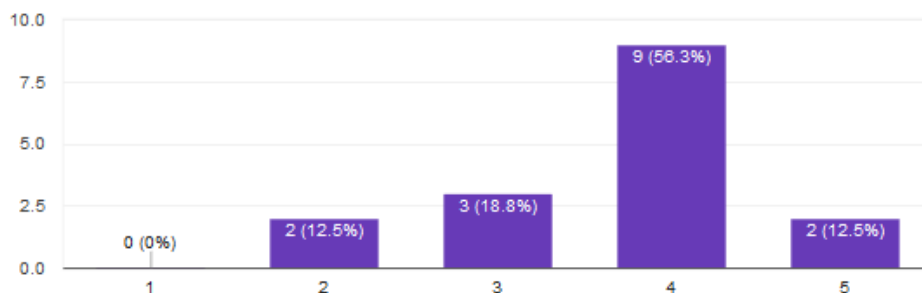
nowhere!

Σχήμα 6.4: Αποτελέσματα 4^{ης} ερώτησης

Ζ 3^ε θα η 4^ε εξψηζε ηνπ εξσηεκαην νγίνπ αθν ηά ηελ ρήζε ηεο δηωδηπαθήο εθαξκγήο ψζε λα εμαζεηβεί αλ επηερχεθε ν ζηφρν επθν ίαο ρήζε ο ηεο. Όπσο δείρλεθαη ηην πάις γαθηθή παζάζηαζε νη εξσηεζέλ ηεο βξήθαλ αξθετά εχκοι ηελ ρήζε ηεο εθαξκγήο αθν η ηηαπαλήζεο ηεο αίλληη ηεο ηεο 4 θα η 5 κε 5 λα είλαη ην πνι έρκοι. Αθκε ζηελ εξψηζε αλ ην πνζό ηεο εςεζε θαίλεη δελ πήξε θαηάαπαλξεζε ε α ηηφ .

Θα χρησιμοποιούσατε μια τέτοια διαδικτυακή εφαρμογή; Αν ναι πόσο συχνά;

16 responses



Σχήμα 6.5: Αποτελέσματα 5^{ης} ερώτησης

Αλ θα η φν η νη εξσηεζέλ ηεο απαλξεζαλ ζε απή ηελ εξψηζε ηνπ ζεκαίλ ηη φη ηελ ρξεζηηνπνηήζαλ ζς ηφζν θαζέιαο ζα ηελ ρξεζηηνπνηήζε κε δηωδηπαθή ζπρλωηεα. Σύμθς λα κε ηελ γαθηθή παζάζηαζε δελ πάξε ηεο απηνπνπ δελ ζα ηελ ρξεζηηνπνηήζε θαζφ ηη, νη πεξηζςφ ηεο ηεο αίλληη ηεο ηεο αξηφ 4 ηνπ ζεκαίλ ηη φη ηελ ρξεζηηνπνηήζαλ

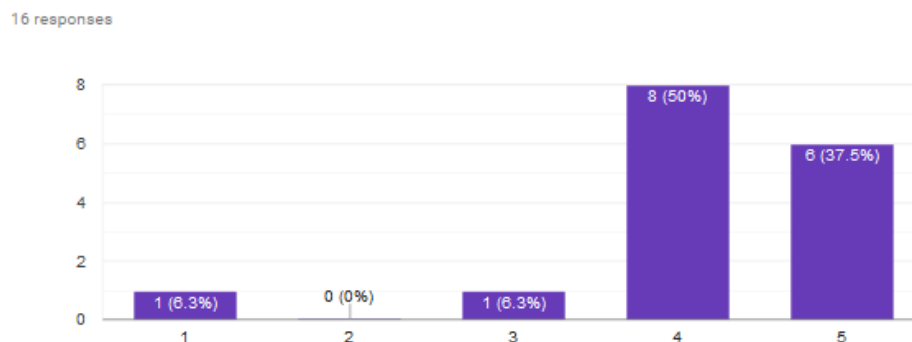
αξθειά. Σν πνζνζηφ πνπ ζα ηελ ρξεζηκνπνηνχζαλ κέηεηα έσο θαη θαζφινπ είλαη αξθετά κηξ.



Σχήμα 6.6: Αποτελέσματα 6ης ερώτησης

Τάξρνπλ δηθνξ εο απαλίζεηοφοπσο θαίλεηαη θαη ηελ πάλσ γξαθηθή παζάζεηαζε γηα ηελ πφζν ρεζηκνζα ηελ πνηήηα κηα κέηεηα δηαδηθηαθή εθαξκνγή. Τάξρεηά κεγάλ πνζνζηφ ηελ νπνίηα πάλεξε 3 άξα γηα ηελ ρεζηκνζα ήηαλ κέηεηα ρεζηκνζα ηελ δεηεζν κεγάλ πνζνζηφ ηελ πνπλνπζηνλ 5 πνπ ζα ηελ πνηήηα πνπ ρεζηκνζα. Τάξρεηά πνπ κηξ πνζνζηφ ζηνλ 2 φπνπ δελ ζα ήηαλ ζρεδηά θαζφινπ ρεζηκνζα θαηαθκε πάλεξεηα ηελ 4 φπνπ ζα ηελ πνηήηα αξθετά ρεζηκνζα. Έηεη ηελ πεξηζζφτεηα ζηνλ 4 φπνπ ζα ήηαλ απφ κέηεηα ρεζηκνζα έσο πνπ ρεζηκνζα κηα κέηεηα. Γελ πάλεξεηα ηελ πνπ ζεζεεί φη δελ ζα ήηαλ θαζφινπ ρεζηκνζα.

Πόσο ακριβή βρήκατε τα δεδομένα της εφαρμογής;

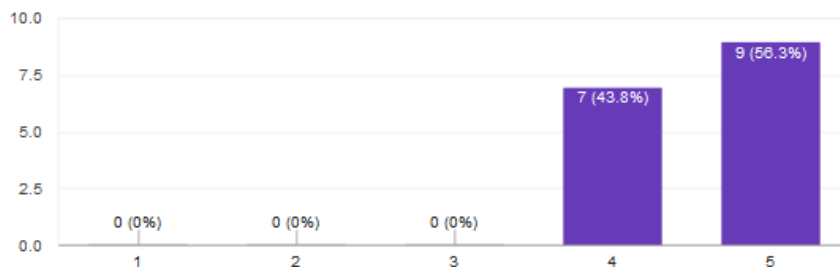


Σχήμα 6.7: Αποτελέσματα 7ης ερώτησης

Οη πεξηζζφφεξηνηεξζεζ έλφεο βξήθαλ ηα δεδνκέλα ηεο εθαξκνγήο απφ αξζεηά έζο πνιη αζεηή. Τπάξρνπλ κνλ 2 άηελκα κε πνιη κηζφ πνζνζήφ νηνπνίλε βξήθαλ ηα δεδνκέλα ηεο εθαξκνγήο αλαζεηή θαη κέηεξα αζεηή. Έηεη αθνχ ην κέηερα πνζνζήφ ερζεζέι ηοι βξήθε ηα δεδνκέλα αξζεηά θαη πνιη αζεηή ηφπ κπνρεί λα ζεο ζεζεί φηη ηάξεηα αζεηβηα δεδνκέλσ ζε λ δσδηηεπαθή εθαξκνγή.

Πωο θα ραξακτηρίζατε τον χρόνο απόκρισης της εφαρμογής;

16 responses

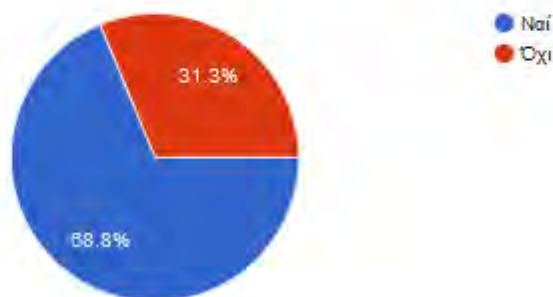


Σχήμα 6.8: Αποτελέσματα 8ης ερώτησης

Σύμθωλα κε ηελ πην πάλσ γξαηηή παζάζηαζε φηηη απάιηεζαλ ζεηηθά ζην λ ρξφλν απφθεηζεο ηεο εθαξκνγήο. Σν κέηερα πνζνζήφ απάιηεζε φηη ηα πνιη γξήγνξε ελπ ην δεηεζν κέηερα πνζνζήφ απάιηεζε φηη ηα αξζεηά γξήγνξε.

Θεωρείται ότι αποκτήσατε οποιεσδήποτε νέες γνώσεις μέσα από την διαδικτυακή εφαρμογή;

16 responses



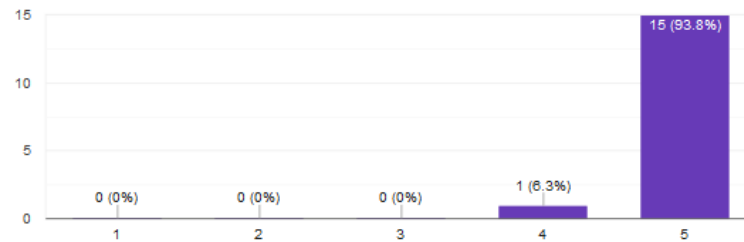
Σχήμα 6.9: Αποτελέσματα 9ης ερώτησης

Ζ εξψηεζε απηή αθνξά ηελ γλψζε πλπιακβάιεη έιαο ρήζεο κέζα απφ ηελ εθαξκνγή αθνχ ζθνπο ήηαλ ε εθαξκνγή λα ηνπο βλεψήζεη λα απνθηήζνλ λ έεο. Έλα πλζνζεφ 68,8% απάιεζε ζεηηθά φηηδεη αδή απέθηεζε έεο γλψζεο απφ απηή ελψ έλα πηλκηεφ πλζνζεφ γχςο ζηα 31,3% απάιεζε αξλεηηθά. Σπλεπςο πάξρνλ αξζεηνί νη πλνίηη απέθηεζαλ έεο γλψζεο κέζα απφ απηή.

Απν ηήζειρ πος αθορ ούν ηην επέκταζη ηος ζζ ηήμαηορ:

Πόσο χρήσιμο θα ήταν εάν το σύστημα μπορούσε να ενημερώσει την πυροσβεστική σε περίπτωση φωτιάς;

16 responses



Σχήμα 6.10: Αποηελέζμαηα 10^{ηρ} ερώηηζηρ

Ζ εξψηεζε απηή αθνρ ά ηελ επέθηαζε ηνπ ζπζήκαηνο θαηηελελ πηζαλή απεπζείαο ελεκεξώζε ε γηαέλδεηηεπζε θαηηό. Οη εξςηεζέι ηεο απάιεζαλ ζεηηθά ζηελ εξψηεζε απηή αθνχ φηη ηηζα επηζπκνχζαλ λα ελεκεξωζνλ ε πλζνζεφ εξηηθή ππεξεζία ζε πεζίπηεζε θαηηό.

Θα ήταν χρήσιμο για εσάς εάν το σύστημα μπορούσε να σας ενημερώνει για τον καιρό, τον θόρυβο περιοχών ή για κάποια ένδειξη φωτιάς;

16 responses

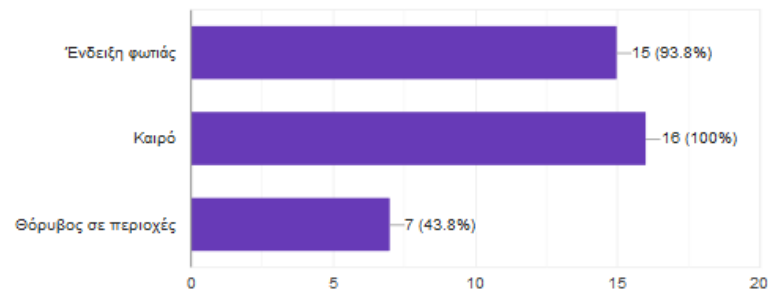


Σχήμα 6.11: Αποηελέζμαηα 11^{ηρ} ερώηηζηρ

Ζ εξψηεζε απή αθνζά ηελ ελεκεζζέ ηο ρεζηνπλ γηα απή πνπ πεξηέξεη εθαζκγή (θαηξφ, έλδεημεο ηηφ, ζφξπλ ζε πεξηηνέ). Οη νη εξσηεζέ ληο απάληεζαλ ζε ηη ζηελ έλδεηξε απή. Σπνεπζο ζα ήηαλ ζεκαληθφ γηα απηνχο εάλ ην ζχζεκα ηνπο ελεκεζζε γηα απή παζά λα έπξεπε λα πνγεζνχλ νη ίδηνι ζηελ δπαδεηαθή εθαζκγή γηα λα ελεκεζζνχλ.

Αν απαντήσατε "ναι" στην προηγούμενη ερώτηση, σημειώστε για ποιά από τα παρακάτω θα θέλατε να ενημερώνεστε:

16 responses



Σχήμα 6.12: Αποτελέσματα 12ης ερώτησης

Ζ εξψηεζε απή έδλεηελ επη νγή ζην ρεζηνέο λα δηα έμνπλ γηα ηα ζεηβν ζα ήζει αλ λα ελεκεζνλλθα. Οη πεξηζσο ηεζν ζα ήζει αλ λα ελεκεζνλλλκα γηα ην θαηξφθαζο θαη γηα ηελ έλδεημεο ηηφ ελσ έλα κησο ηεζν πνζνζηφ επεί εμε φηη ζα ήζει ε λα ελεκεζνλλμα ηνλ ζφξπλ ζηηο πεξηηοέ.

Αλλαγή-Βελτιώσεις:

Θεωρείται ότι θα έπρεπε να αλλάξει κάτι στην εφαρμογή;

1 response

nothing .. just add extra sensors

Θα θέλατε να υπάρχει κάτι άλλο σε αυτήν;

2 responses

enimerosi gia mbofor aera

no just add extra sensors .. in the future!

Σχήμα 6.13: Αποτελέσματα ερωτήσεων 13 & 14

Οη εξσηήζεοη απηέο αθνξνχλ ηελ βειήζζε ηεο δηαδηθαζήο εθαξκνγήο θαη αλ ζα επηζπκνχζαλ νη αξρήζεο λα αηιάρηηαη ηα πζνζειεί θαη ηε απήλ. Τπήμααλ άηηκα ηα νπία πξφεηαλ θάπνηε επηπένλ ειεθεξψζεο φπσο ηελ ζχλδεζε πεξηζψξεζαλ αηζζεηήζαλ ψςηε λα ιαβάνληαη πεξηζψξεζα δεδνκέα. Συγκεθηκέα πξντάζεο ε ηδέα γηα αηζζεηήζεο πνπ ζα δείλνπλ ηελ έλθαζε ηνπ αλέκν-θηίκαθα κνθξ.

Κεφάλαιο 7

Συμπεπάζματα και Μελλονικά Σσέδια

7.1 Συμπεπάζματα.....	92
7.1.1 Συμπεπάζματα εξσηκαηνι νγίνπ	92
7.1.2 Γεληθηφξια Συμπεπάζματα.....	93
7.2 Μει ι νληθά ζρέδπ.....	96

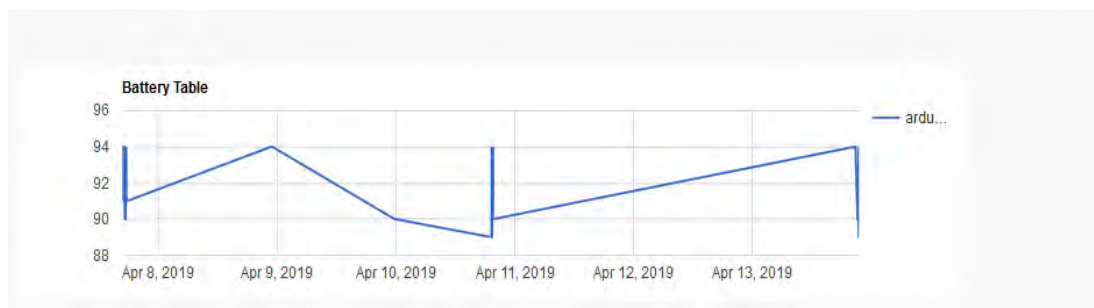
7.1 Συμπεπάζματα

Με ηελ νι νθι ήξσξ ε ηεο δηπ σκαηήό εξαζία ι εθζ ήθαλ θάπνηα ζπκπεπάζματα πνπ αθνξήζαλ νι φθιεξν ην ζήζεκα, ηελ ηεβνι νγία πνπ ρέζεικνπνηήθε θαζψο θαη ηελ εθαξκγή πνπ δεκνηήζεθε. Μεξηθά απφ απηά ι ήθζεθαλ θαηά ηελ δνμήθεηα εθφλεζεο ηεο δηπ σκαηήό εξαζία θαη θάπνηα ια κέζσ ηεο αλάπζεο ηνπ εξσηεκαηνι νγίνπ πνπ έγηε ζην πξνεγνχκελν θεθάην. Γεληθηεξα ην ηεηεφ απνηεί ζκα ήηαλ ε δεκνηήγία ελφο ραίρε ηφζηηπο ζπζηήκαηνο, κε εχθνη ε επεθηαζηκηεηα θαζψο θαη ηελ επήεηε ηεο εχθνη εφ, επηθδνκεηήό θαη γζήνξεο ρήζεο ηνπ απφ ηνπο ρήζεο.

7.1.1 Συμπεπάζματα επνηημολογίος

Μεηά ηελ αλάπζε ηνπ εξσηεκαηνι νγίνπ πνπ πξαγκαηνπνηήζεθε ζην πξνεγνχκελν θεθάην ι ήθζεθαλ κεξηθά ζπκπεπάζματα φςν αθνξά ηελ δηωθηπαθή εθαξκγή πνπ δεκνηήζεθε. Σα ζπκπεπάζματα κπνύλαλ ζεο ξεζνχλ έγηπζα θαη αληηπξνππεηηθή γηα ην επέμεξν θνιφαθ ην δείγμα επηέρζεο ια είλαη αληηπξνππεηηθή. Γεληθηεξα ε δηωθηπαθή εθαξκγή θαηάθεξε ια είλαη εχθνη ε ζεο ρήζεο ηεο αθνχ θαλέλαο απφ ηνπο εξσηεζέηεο δελ απάληεζε φηη δπζνι εχθεθε ζε θάπνην ζεκείν θαη ηα πνζνζήα επθνιίαο ρήζεο ήηαλ αξθεηά ζειά. Αθφε θαηάθεξε ια είλαη γζήνξε θαη ια επηηπράιεη γζήνξε ηελ έμεγεηεο ησλ ρέζεσλ ηεο.

Έλαο κεγάινο αξηζκφο απφ ηνπο εξσηεζέηεο απάληεζε πσο ζα ηνπο ήηαλ απφ αξθεηά έσο πνι χ ρήζεκε κηα ήηεηα εθαξκγή θαη ηελ ρέζεικνπνηήζαλ αξθεηά ζπρλά. Σπνεπψο



Σχήμα 7.1: Γραφική παράσταση υπόλοιπου μπαταρίας συσκευών ARDUINO

2. Αθφκε έλα ζπκπέξαζκα φζν αθνζά ηελ κπαηαζία ησλ ζπζθεπών είλαη πσο φηαλ ζπλδένλσκε ζεζκα απηφ έρεη σο απνηείεζκα ηελ ππφλσπ ηεο κπαηαζίαο λα είλαη αζηαζέο θαη λα έρεη ζσ ακπαλεβάζκα ηα ελσ φηαλ ζπλδένσκε κπαηαζία είλαη ηην ζηαζεζφ. Τπήξε πεξίηηζε πνπ φηαλ ζπλδένσκε ζεζμα έδεηλε ππφλσπ 89% θαη κεηά έδεηλε 94% γηα απηφ παζαξεξείηαη ηελ πάλσ γζαθηθή παζάζηαζε πνπ δελ είλαη ζηαζεζφ ηελ ππφλσπ ηεο. Όηαλ ηζνλνδνηήζεθε κπαηαζία ε γζαθηθή παζάζηαζε ήηαλ ηην ζηαζεζφ. Μεηά απφ ερεζα θαη επηηηλνζία κε δηθφλ νπφ electrical engineers δηαηίηηζεθε σο ην ζεζμα πνπ έρεη ηην ζηαζεζφ δειείηαη πάλω ζηαζεζφ σο απνηείεζμα λα πζνθαίηαη απή ηελ αηαγή ηην πλζνζφ κπαηαζίαο.

3. Σν Baud rate πνπ επηέγεη (πρ 19200) λα έρεη ηζνλνζαζκίζεη bits πνπ κπνξεί λα ζηαίηη ηελ δεπηεξνπνηνύ. Γειηθνέζε ε ηζρην ηνπ ζήκαηνο ηπαίλεηαη απφ 1 κέρη 30, κε ην 1 λα έρεη άξηηε ηζρ θαη ην 30 κέρη 30. Όηαλ ην ζήμα είλαη ηζρφ δειαδή έρεη ηηέο ηην θνλζή ζην 30 ηφηα δεδνκέλα ζηαίηη ηελ θαη απνζέο εχλνηα ηην γζήγνζα ζε Βάζε δεδνκέλσλ αθνλ κπνζνλ λα ζηαίηη ζην πεξίζσο ηελ δεπηεξνπνηνύ. Απηφ παζακα ηην ηηαδηαηην ζήμα είλαη ηζρφ κε απνηείεζμα λα βηηηηη ηηαηεο απηεο απφ ην πεξίβαν, έηη κπνζνλ λα ζηαίηη πεξίζσο δεδνκέλα. Δπηέλ, παζαξεξείηε σο φηαλ ην ζπζθεπφ βξίηη ηην θνλζή ζην Base Station ην ζήμα ηπαίλεηαη απφ 26-30 θαη κπνξεί λα ιάβεη θαηελ κέρη 30.

- Συσκευές Arduino:

1. Όσο θα ε θάζε ζπζθεπφ έηη θα ην ζπζθεπφ ARDUINO αλνίηη ηηαλ ην πζφβηεκα ηεο πεξίζσο καλζεο. Σν πεξίβαν ην ζπζθεπφ πζέπεηα δηαεζνλνύ

ζε κηαζηαζεζή ζεζκνζεζία αηηησο ην απνηείεζθα ζα είιαηε ππεξζέξ θαλζε ηνπο
 θαη ε θαηαζηεζή ηνπ ζπζηήκαηνο, φπσο πξάγκαηηπνηήζεθε ζε ηελ δηπζκαηηθή
 εμαζία αηνρ δελ πξνβιέθεθε ε θαηαζηεζή απή θαη έζη επέπε λα ζεζεεί ην
 ζχζηεκα ARDUINO απφ ηελ αξρή κε λέο ζπζθεπέ.

2. Μεηά απφ θαζεκεξή λήξεζε ηοι ζπζθεπέ γηα αζθεηό ψρεο δηαηηηψζεθε πσο ηη
 ζπζθεπέ απφ κφιν ηνπ κπνχ ληα κεηαδίδνπλ δεδνκέια γηα ηα πξνβιέπηα ζε
 ζπλέξεηα ζηακαηηή γηα ηα πξνβιέπηα θαη επαιαη αβάλπλ ηηο ηνπ πάλσ ελέξγεηο
3. Τάξηε ηεξνζηζκνζε κήθε φηα πξνγνα κηα δνληα ηνπ ζπζθεπέ ARDUINO έζη
 ην πξφγξακκα πξέπεη λα πνπνηεία κε βέηηηηη ηξφπν ρεζκνπνηηώ φηα
 ηη φηα bytes κήθεο θαηά ηελ πνπνίεζε ηνπ. Αι ρεηάδεηα ηηο πρζεεί θαη ηη
 Serial monitor ηφη απαζαίηεη είιαηα ρεζκνπνηεζνχ ηα F macros ηα νπνία
 θαηα αβάλπλ είαηηε κήκε θαη έζη κπνχ ληα ηηο ζνχ είαηε φηα
 κεηακαηα θαη φηο κεηαβηεηό ρεηάδεηα. Τζίο απή ν πξνζηζκν είιαη
 κεγάλν θαη κπνχεί λα κελ είιαη εηηηφ ην ηηο κεηαβηεηή θαη αηηο
 κεηακήηοι ζε ηελ νφηε.
4. Οη ζπζθεπέ ARDUINO έρνπλ απνζεσ επκέλν ηνλ ηνπ θαηηε κήκε ηνπ έζη θαη
 ην ζα ππν ειεγρνπνηηήηε ηε ηνπ θαηηε ρεηάδεηα αιεβάδεηα
 ζε απηό ζπλεξν.
5. Γηα λα κπνύεζε λα δνπν ηε ην ζχζηεκα ππν δεκνπξήζεθε πξέπεη ζπζθεπέ
 sim7000E λα γίηεηα TURN ON ψηε λα πνχ έζε ηηο ππεξζέξ ηεο. Οηα
 ππεξζέξ θαηηήηα ηη ζπζθεπέ ε sim7000E δελ κπνύεζε λα γίηεηα turn on κε
 απνηείεζθα λα κελ δνπν ηε ην ζχζηεκα.

- Συμπεράσματα διαδικτυακής εφαρμογής:

Πέξαλ απφ ηηαπαηηήηε ππν ηεξεί κέζσ ηοι tabs ε δηαδηηηαθή εθαζκνγή ηεξεί θαη ηη
 εμφ πξνδηαγξαθέο ππν θαηαγξαθέο αλ ζην ζεθεί ν):

- ✓ ηελ επεηαζηαηηή κέζσ ηνπ framework ππν επηέξεθε ην νπνίο βνύεζε ζηνλ
 δηφςε ηηο ηοι θηάζεο λ έζη ηη ζχζηεκα είιαηε ην λα επεηαζεί. Σν κφλ ππν
 ρεηάδεηα είιαηα δεκνπξεζνχ λεία controllers θαη views γηα ηελ επεηαζε ηεο
 εθαζκνγής.

- ✓ ηελ επρξεζη ία αθνχ ε εθαζκνγή δεκνηπζήζεθε ε κε ηέηνην ηζφπν πεζε ηαβάλλνλσο ηα απαζαίηεηα κελκαηα είηε ιάζνπο είηε πζνεηδνπνίεζε. Ο ψζ ηε νπνηνζδήπνηε ρήζεο λα κπνεί λα ηε ρέζεη κπνηήζεηαηα κελ βέζειί ζε ζέζε πνπ λα κελ μέεηπσο λα πζνρςήζεη
- ✓ Δίλαη εχνηα δηαζέηεηα αθνχ κεηά ηελ νηηήζεζ ε ηεο εγθαηάζηαζε ζηνπο εμπεζεηεηό ηνπ παλεπηζηεκίνπ έηεη κπνεί εχνηα λα ρέζεη κπνηήζεζ έζο ηνπ Γησθηρνπ
- ✓ Τάξεηε εγθπζφηεηα ζην ζχζεηα αθνχ ε ζέε κνζαζία εη έγρζε ε θαηέγνλε calibrate κε απηείεζκα λα ζπλαδεη κε ηην κηήζεηοπνπ θαηαζάηνπ λαι εο ηζηνζει ίδεο
- ✓ Υζφλν εηηείεζεο είλαη αζθεηά κηζφο γηα ηελ πζακαηνπνίεζ κηω ελέεγεηω θαη απηφπζακαηοπνίεηαη φγς ηεο εγθαηάζηαζεο ηεο ζε εμπεζεηεηό.
- ✓ Ζ αζθαίεηα θαη ε αθεζαφηεηα ησλ δεδνκέσλ δηάζηαη ίδεηαη κε ηελ επηηγή ηνπ laravel framework θαη κε ηελ επεμεγαζία ησλ κηήζεζ λ απφ ηφ ζπζεπέο ARDUINO πζνγνχ απνζεο επηηχζεη Βάζε Γεδνκέσλ. Ο ρήζεο δελ έρεη απεπζαίο επηηήζια κε ηε Βάζε αθνχ φηεο νη ελέεγεηεο εη έγρλνλη απφ ην framework. Ωζηφς ππάρνπλ θαη ζέκαηα αζθαίεηα ηα νπία δελ κφξεζαλ λα εθαζκνζηνγνχ φγς πεζηνζίζκν ρζφλνπ.

7.2 Μελλονηκά ζσέδηα

Σπέζοη πόβλνμα διπλν μαηηκήρ εηγαζίαρ:

Μεηά ηελ πεεζέξεζ καλζε ησλ ζπζε επνλ αγνζάζεηαλ ίδεο ζπζεπέο ψζ ηε λα επαλεί ζεη ην ζχζεηα πνπ είρε δεκνηπζεζεί. Σηολέεο ζπζεπέο αλεβάζεηε ν ησδηαο πνπ πνπνηήζεηε θαη πηήξε ζηηο πζνεγνχκελν ζπζεπέο φκςο ην λέν link γηα ηα GET requests αηα μεηα κηηάζαηε ζην αλαινγν ψζ ηε λα νη κηήζεηο λα ζηείνληαλ ζηνπο servers ηνπ παλεπηζηεκίνπ. Σν απηείεζκα ηεο δνθηήο απηήο ήηαλ λα κελ κπνχλ ηα αηηήκαηα λα ηηάζνπλ ζηνπο εμπεζεηεηό ηνπ παλεπηζηεκίνπ. Έηε, ε δεηεξε δνθηή έγηε ζην παλεπηζηήηην ψζ ηε λα δηαηηηεζεί ην πζφβηεκα πνπ πηήξε κε ηνπο εμπεζεηεηό. Γπζηηρσο δελ κφξεζε λα ελνπηηηεί φγς αδπλακία ζήκαηνο θαη πζνβηεκάησλ κε ην δίθην. Σνκεηηέλα ζε δεηεξε δνθηή νη ζπζεπέο ιάκβαλαλ ζήκα 0 έηε δελ κπνχζαλ λα ελσχλ ζην LTE δίθην ψς ηε λα ρέζεη κπνηήζνπλ ηελ NB-IOT ηερλνγία θαη ην πηζαλφ είλαη φγς ηνπ φηην operator πνπ ρέζεη κπνηήζεζα απελεεγνπνίεζε ηελ ππνζήζεηε ηεο NB-IOT ηερλνγίαο. Αφγς κεγάννπ πεζηνζίζκν ρζφλνπ θαη φγς φηη ην ζπζεπέο δελ γίλνληαλ θαη πάηε ηο turn on δελ κφξεζε λα δηαηηηεζεί απηφ. Σαλ ηεηεπνίλ βήκα δεηήζεηε απφ έλα λαιν operator κηα sim card ε νπία ζα ππνζήζεηε ηελ ηερλνγία NB-IOT ψς ηε λα δνθηαηηεί θαη ν δεηεζν θαη λα βέζειί εη ζε ησλ πζνβηεκάησλ.

Σσέδια ανάπηξηρ και βελιζηοποίηζηρ :

Παξφι α ηα πηνπάλσ πξνβι ήκαηα πάξρνπλ αξθεηά ζρέδηα αλάπηηκεο θαηβει ηηζηηννίεζεο
φζν αθνζά ην έγγν ην νπνίν μεθίιεζε απηφλ ηνλ ρξφλν. Σα ζρέδηα απηά δελ κπφξεζαλ λα
πξάγκαηη πνιηεζνχλ η φγσ πεξηηξνζέκνλ ρξφλν πφρσο θαηαξζαθήαλ ψζε ηάπηηα αίηε
ζηηγκή λα πηνπνιηεζνχλ. Κάπηηα κεινλνγνζέηα ζρέδηα πνπ θαηαξζάθεαλ είπαλ ε ηνπνζέηεζε
ηοι ρεηηζέο ζπζθεπή πνπ πεξηγξάθεαλ ζε δηάθνλα πεξηηξνζέηα Κρπξνπ. Δπηηέλνλ
ζπζθεπέο κπνύλ λα ηξνφλνλ ηνλ ηεκεζέο ελφσο ηνπνθεηαλ ψζε λα κελ πάξξεη
θαηαλάηζε ξεκαηηνθαλά κελ πάξρνπλ πεξηηξνζέηα, αθνχ γεηηηεζνύο πφρρην είπαλ
ην έγγν λα νηκνίεζεί ρεηηκνπνιηεζνεί αμνηνύο ηφζν. Καηά ηελ εηηηεζε ηεο
δηπσκαηηθήο εμαζίαο ππήςκε ην πξφβιεκα πεξέζεξ καλζεο ην νπνίν πξναίεζε βίβεζε
νιφηεζν ην ζχζεκα. Γηα λα απνηξάπει πεξέζεξ καλζεο καλά ζηηο ρεηηζέο ζπζθεπέο
πξέπεη λα δεκνπξγεζεί κηα βάζε ή έλα θνπή ην νπνίο λα δηαηεθεί ηφ ζπζθεπέο κηα
ζηαζεξή ζεθνπξνζία εηηηεζε θαηά ηελ πεξίηνλ ηνπ θαηαηξνζνχ. Ζ ηξνφλνζε ζα
κπνύει λα γίλεηαπφ ηνπο ηνπνκεηηηεζνπλ ζα ρεηηκνπνιηεζνεία ηη γηα ηηζέο επέο.

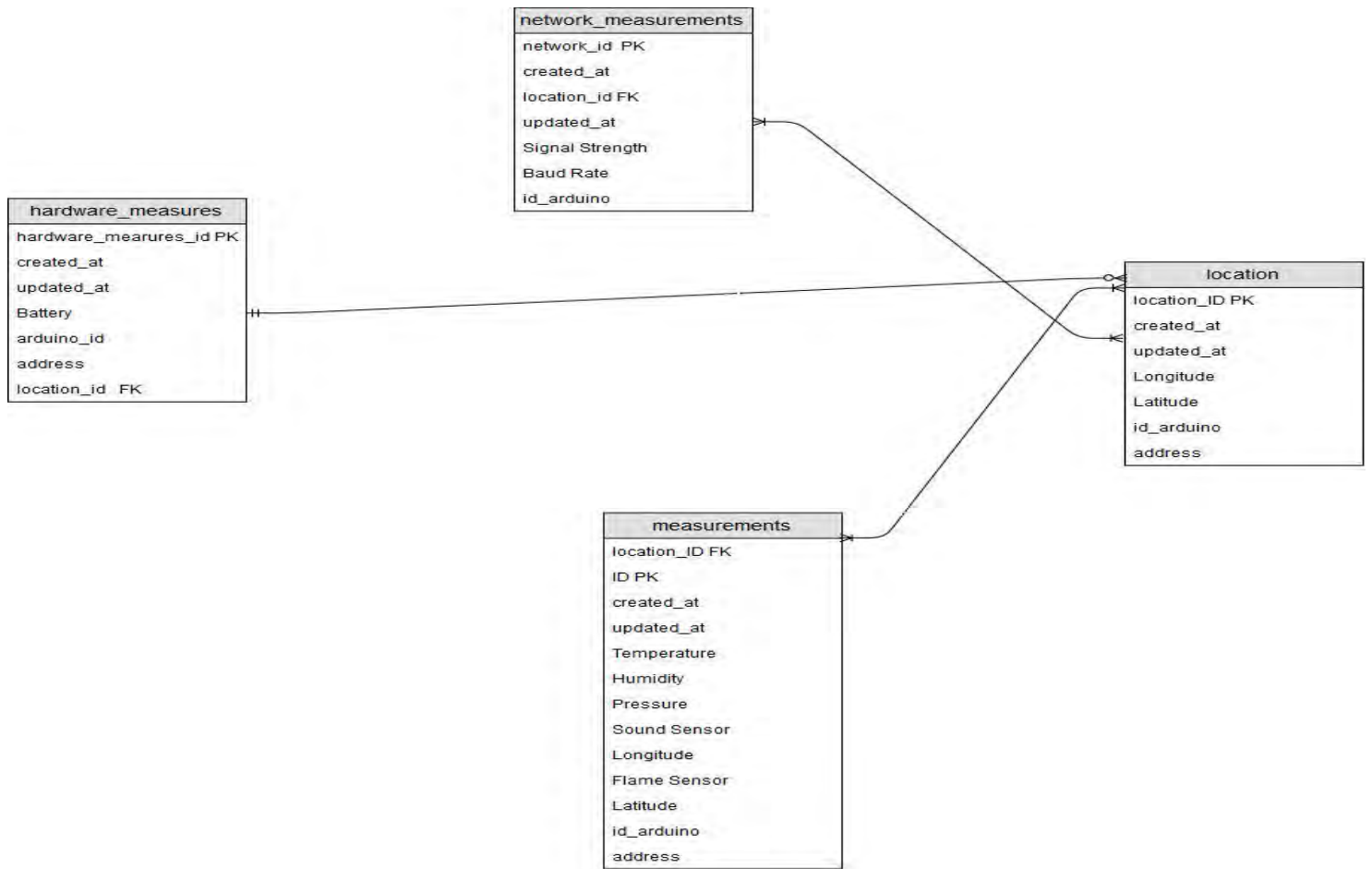
Δηπι ένλ, αθνχ δηάθ νςπηζηνχλ ζα κπνξνχ ζα λ λα πξνγζα κκαηηζηνχλ ψζη ηε λα ελεκεξψλνπλ απεπζίαο ηελ ππνζβ έζηηθί πεξεξζία γνμ ηελ χπαζμε ππζαγηάό κέζσ ηει εθψλνπ πνπ ζα πζαγκαηνπνηνχσλ απεπζίαο απφ ηηοζπζθ επέο κφηηο ηελ ελνπίζνπλ. Σννεπσο απηφ ζα κειψζε ηνλ ρψλν ζην είαρηζην σο απνηείεζκα λα απνηξωπνχλ αθφε πεξηζζφθεξεο θαηάζηεθεο απφ θοηηέα Αθφε ζα κπνξνχ ζα λ νη ρήζη ηεο λα επι έγνπλ αλ ζα ήζει αλ λα ηνπο ελεκεξψλεη γηα θοηηά ζφξπν θαη γηα ηνλ θαηξφ θαη αλ ην επηζκνχ ζα λ λα επεί εγαλ μαλά ηνλ ηξφπν κε ηνλ νπνίν ζα ήζει αλ λα ελεκεξψλνληαη(email,sms) θαζψο θαη ην ρνλθφ δηάηεκα.

Απο ηελ αι ι ε, θάπνηοβοι ηηζηηπνήζεηοπνπ ζα κπνύλ ζα λα πξάγαηηπνηεζνύλ είλαηζε ζέθαηα αζοάηηπο ηεο εθαξκνγής. Αλ θαη είλαη αζοαίηο ν ηξόποςος ηελ νπνίη πξνγνακκαηίζεθε ζς ηξνύ ε αζοάηεηα είλαη έλα ζεκαηηθό ζέκα ηελ νπνίη πξέπεη λα βεη ηηζηηπνείηαη ζπλνρς. Απαζαίηεηελ είλαη λα ηεζνύλ ππός ε φηα ηα κέηξα αζοαίείαοπνπ ζα πξέπεη λα πεξηακβάλνληαη ζηελ εθαξκνγή εηδηθνύς εάλ πξνγνακκαηίζηηλ νη ζςζεπέο ψςηε λα επηθνύλνλ κε ηελ πξνζβεςηηθή ππεξεζία. Αθόκε έλα ζρέδην βεη ηηζηηπνείζε ο είλαη ηε νπνίηζε ηεο εθαξκνγής γηαξέζηηεο ηηλνύλ ηε ηεθνλνλνγία ε ηξέπνζα εθαξκνγή εκθαλίδεηαη θαί άκνλ κέζο θαπνηηαππνίη γηαηη.

Βιβλιογραφία

- [1] (). **NB-IoT vs. LoRa vs. Sigfox**. Available: https://www.link-labs.com/blog/nb-iot-vs-lora-vs-sigfox?fbclid=IwAR3OliTythHwp0ExReeU5t6QoosG88PnrsRAoXmekS_2HZIAHVIT7X4WVO0.
- [2] (). *Narrow Band IoT*. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Narrowband_IoT.
- [3] M. Chen *et al*, "Narrow band internet of things," *IEEE Access*, vol. 5, pp. 20557-20577, 2017.
- [4] A. K. Sultania *et al*, "Energy modeling and evaluation of NB-IoT with PSM and eDRX," in *2018 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, 2018, .
- [5] K. Mekki *et al*, "A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment," *ICT Express*, vol. 5, (1), pp. 1-7, 2019.
- [6] N. Dingle, "Artificial intelligence: fuzzy logic explained," *Retrieved October*, vol. 6, pp. 2014, 2011.
- [7] (). **Artificial Intelligence - Fuzzy Logic Systems**. Available: http://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/artificial_intelligence_fuzzy_logic_systems.htm.
- [8] (). **Arduino Uno Rev3**. Available: <https://store.arduino.cc/usa/ARDUINO-uno-rev3>.
- [9] (). **What is an Arduino?**. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/>.
- [10] (). *Arduino Memory*. Available: <https://www.ARDUINO.cc/en/tutorial/memory>.
- [11] (). *Sim7000 specifications*. Available: <https://github.com/botletics/SIM7000-LTE-Shield/wiki/Board-Versions>.
- [12] (). *Sim7000E*. Available: https://www.dfrobot.com/product-1732.html?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GIvttnhy-LkHcO_5ad52Ldu4rbMDySOnVao7GEAlE8k68nGE-_gEwNgaAq4BEALw_wcB.
- [13] (). *Arduino Expansion Shield*. Available: https://www.dfrobot.com/product-1009.html?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GJpRiN9Q1HmDBw-VfG_BYy6PBzH0W2e4dkAmB1lrTaxEpOSXeAFnUIaAkyOEALw_wcB.
- [14] X. Chen *et al*, "Restful API architecture based on laravel framework," in *Journal of Physics: Conference Series*,
- [15] (). *Laravel*. Available: <https://laravel.com/docs/5.8/database>.
- [16] (7 May 2019). **XAMPP**. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/XAMPP>.
- [17] (9 May 2019). **MariaDB**. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/MariaDB>.

Παράρτημα Α



Παράρτημα Β

Σε απηφην παζάξηεκα παζνπζηάδεηαηλ θνπηηαο πνπ ρεζηνπνηήζεθε γηα ηελ απνζήθεπζε ηνπ θνιιαδνχ αμίζκνχ ζην EEPROM κλήθε ην ζπζθεπςλ. Μέζν ην κλήθεο απήρηνπνπ εχρνια λα επαλαηεθεί αθνχ είλαη ε θαζνξνζφγηα κλήθε. Ο θνπηηαο απήρηνπνπ εχζε ζεηεζνχζθεπςλ κη θνχ ά.

```
//-----appropriate libraries-----//
#include <EEPROM.h>
#include <DFRobot_SIM7000.h>
#include <DFRobot_BME280.h>
#define PIN_TX      7
#define PIN_RX      8
SoftwareSerial      mySerial(PIN_RX,PIN_TX);
DFRobot_SIM7000      sim7000;
char sID[7] = "CD6484";                               //arduino unique ID
int check=0;
void setup(){
  Serial.begin(115200);
  while(!Serial);
  sim7000.begin(mySerial);
  if(sim7000.turnON()){                                //Turn ON SIM7000
    Serial.println("Turn ON !"); }
  while (check<=0){
    if(sim7000.setBaudRate(19200)){                     //Setting baud Rate
      check=1;
    }else{
      check=0;                                           //Failed to Set Baud Rate
      delay(1000) ; } }
  for (int i=0; i<6; i++) {
    EEPROM.write(i,sID[i]); }                          //write in memory the arduino unique ID

void loop() {
  Serial.println(sID);}                                //print it to check if everything works fine
```

Παράρτημα Γ

Στην παζάξηκεα απηφ θαίλειηηη ν θψδηηα νππ ρξέζηκνπνηήζεθε ζηηόζπζθ επέο ARDUINO ψζηε λα ζήηη νπλ ηα δεδνκέλα ηηπο απεπζείαο ζηε Βάζε φηηαλ νππν νγίηηό ηε ηηηνπζγνχζε σο εμπεξζεηή.

```
#include <DFRobot_SIM7000.h>
#include <DFRobot_BME280.h>
#define SEA_LEVEL_PRESSURE 1013.25f
#define BME_CS 10
#define PIN_TX      7
#define PIN_RX      8
SoftwareSerial      mySerial(PIN_RX,PIN_TX);
DFRobot_SIM7000      sim7000;
DFRobot_BME280 bme; //I2C
float temp, pa, hum, alt;
int signalStrength,dataNum; int count=0;
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    while(!Serial);
    sim7000.begin(mySerial);
    if(sim7000.turnON()){                               //Turn ON SIM7000
        Serial.println("Turn ON !");
    }
    while(1){
        if(sim7000.setBaudRate(19200)){                 //Set SIM7000 baud rate from 115200
to 19200 reduce the baud rate to avoid distortion
            Serial.println("Set baud rate:19200");
            break;
        }else{
            Serial.println("Faile to set baud rate");
            delay(1000);
        }
    }
    if (!bme.begin(0x76)) {
        Serial.println("No sensor device found, check line or address!");
```

```

    while (1); }
    if(sim7000.checkSIMStatus()){                               //Check SIM card
        Serial.println("SIM card READY");
    }else{
        Serial.println("SIM card ERROR, Check if you have insert SIM card and restart
SIM7000");
        while(1){
        while(1){
            if(sim7000.setNetMode(NB)){                         //Set net mod NB-IOT
                Serial.println("Set NB-IOT mode");
                break;
            }else{
                Serial.println("Failed to set mode");
            } }
            signalStrength=sim7000.checkSignalQuality();        //Check signal quality from (0-
30)
            Serial.print("signalStrength =");
            Serial.println(signalStrength);
            while(1){
                if(sim7000.attachService()){                    //Open the connection
                    Serial.println("Attach service");
                    break;
                }else{
                    Serial.println("Fail to Attach service");
                    delay(1000); } }
            while(1){
                if(sim7000.httpInit(GPRS)){                     //Init http service
                    Serial.println("HTTP init !");
                    break;
                }else{
                    Serial.println("Fail to init http"); } }
        }
    }
    void loop() {
        while (count<20){
            temp = bme.temperatureValue();
            pa = bme.pressureValue();
            hum = bme.humidityValue();

```

```

alt = bme.altitudeValue(SEA_LEVEL_PRESSURE);
String temperature;
temperature="http://xxx.xxx.xxx.xxx:81/write_data.php?";
temperature=temperature+"value="+temp;
const char *content;
content=temperature.c_str();
if (sim7000.httpConnect(content)){
  Serial.print("Connected");}
else{
  Serial.print("Can't connect");}
sim7000.httpGet(content);
sim7000.httpDisconnect();           //Disconnect
  Serial.println("Close net work");
sim7000.closeNetwork();             //Close net work
  delay(10000); // Give the server some time to recieve the data and store it. I used 10
seconds here. Be advised when delaying. If u use a short delay, the server might not capture
data because of Arduino transmitting new data too soon.
count++; } }

```

Παράρτημα Δ

Συν παζάξηκεκα απηφ πεξηηακβάιεηηνλ αξρείν test_temp.php. Σπγθεθξηκέλα ην αξρείν απηφ ήηαλ περζπλ, λα ελζείθε ηε Βάζε δεδνκέσλ θαηα θαηεπζγλεζε απή ηε ζεθνθζαζία πνπ έζειε ε ζπζθεπή arduino .

```
<?php
$dbusername = "xxxxxx"; //database username
$dbpassword = "xxxxxxx"; // database password
$server = "localhost";
//----- Connect to database-----//

$dbconnect = mysql_pconnect($server, $dbusername, $dbpassword);
$dbselect = mysql_select_db("results", $dbconnect);

//----- Prepare the SQL statement-----//

$sql = "INSERT INTO mesaurement (value) VALUES
('".$_GET["value"]."')";

//----- Execute SQL statement-----//
mysql_query($sql); ?>
```

Παράρτημα Ε

Συν παξάξηκεα απηφ πεξη ακβάλεηηλ ηα ηφ θψδηα arduino ν νπνίνο έρεηβει ηηζηνπλεζί
θα η είλα περζπλνο λα ζηεί λει ηηκεηξήζεηο απεπξείαο ζην LARAVEL framework.

```
#include <DFRobot_SIM7000.h>
#include <DFRobot_BME280.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define SEA_LEVEL_PRESSURE 1013.25f
#define BME_CS 10
#define PIN_TX      7
#define PIN_RX      8
#include <EEPROM.h>
SoftwareSerial      mySerial(PIN_RX,PIN_TX);
DFRobot_SIM7000      sim7000;
DFRobot_BME280 bme; //I2C
float temp, pa, hum, alt,d,r;
int signalStrength,dataNum;
char *o,*a;
int times=0; int count=0;int check=0; int baudrate; String k; String l; String m;
char sID[7];
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    while(!Serial);
    sim7000.begin(mySerial);
    if(sim7000.turnON()){                                //Turn ON SIM7000
        Serial.println(F("Turn ON !"));
    }
    else{
        Serial.println(F("can't !"));
    }
    while (check<=0){
        if(sim7000.setBaudRate(19200)){                  //Set SIM7000 baud rate from 115200(4g)
to 19200(3g plus) 9600(3g)reduce the baud rate to avoid distortion
            Serial.println(F("Set baud rate:19200"));
            check=1;
            baudrate=19200;
        }else{
            check=0;
        }
    }
}
```

```

        Serial.println(F("Failed to set baud rate"));
        delay(1000); } }
bme.begin(0x76);
if (!bme.begin(0x76)) {
    Serial.println("No sensor device found, check line or address!");
while (1);
    }
    check=0;
while(check<=0){
    if(sim7000.setNetMode(NB)){                                //Set net mod NB-IOT
        Serial.println(F("Set NB-IOT mode"));
        check=1;
    }else{
        check=0;
        Serial.println(F("Fail to set mode"));
        delay(1000); } }
signalStrength=sim7000.checkSignalQuality();                //Check signal quality from (0-30)
    Serial.println(signalStrength);
    delay(500);
check=0;
while(check<=0){
    if(sim7000.attachService()){                                //Open the connection
        Serial.println(F("Connection opened"));
        check=1;
    }else{
        check=0;
        Serial.println(F("Fail to Attach service"));
        delay(1000); } }
check=0;
while(check<=0){
    if(sim7000.httpInit(GPRS)){                                //Init http service
        check=1;
    }else{
        check=0;
        Serial.println(F("Fail to init http")); } }
check=0;

```

```

while(check<=0){
    if(sim7000.initPos()){
        Serial.println(F("GNSS antenna is okay, succeed to init position"));
        check=1;
    }else{
        check=0;
        Serial.println(F("Fail to init positioning function"));
        delay(1000); } }
for (int i=0; i<6; i++) {
    sID[i] = EEPROM.read(i);                //read unique id from EEPROM memory
}
while(count<=2){
if(sim7000.getPosition()){                  //Get the current position
    o=sim7000.getLongitude();              //Get longitude
    a=sim7000.getLatitude();               //Get latitude
} else{
    Serial.println(F("Wrong data try again")); }
String pos;
k=o;
l=a;
pos="http://csiot.cs.ucy.ac.cy:80/arduino_project/public/main/?";
pos=pos+"A="+k+"&B="+l+"&C="+sID;
Serial.println(pos);
const char *content1;
content1=pos.c_str(); //httpGET needs a const char so i needed to conver String into const
char *
String command;
if(sim7000.httpConnect(content1)){
    Serial.print(F("Connected"));;}
sim7000.httpGet(content1);
count++;
delay(10000);}
//-----Send baud rate and Signal Strength to the Database-----//
String strength;
strength="http://csiot.cs.ucy.ac.cy:80/arduino_project/public/bitRate/?";
strength=strength+"A="+baudrate+"&B="+signalStrength+"&C="+k+"&L="+l;

```

```

const char *content5;

content5=strength.c_str(); //httpGET needs a const char so i needed to conver String into
const char *
Serial.println(strength);
if(sim7000.httpConnect(content5)){
  Serial.print(F("Connected"));
}
sim7000.httpGet(content5);
delay(10000); }
void loop() {
while(times<10){
//-----Take the mesaurements from the sensors-----//
temp = bme.temperatureValue();
pa = bme.pressureValue();
hum = bme.humidityValue();
alt = bme.altitudeValue(SEA_LEVEL_PRESSURE);
int sensorValue = analogRead(A0);      //value from fire sensor
int val;
val=analogRead(2);                      //value from sound sensor
delay(100);
//-----Get Latitude and Lomgitude-----//
if(sim7000.getPosition()){               //Get the current position
  o=sim7000.getLongitude();             //Get longitude
  a=sim7000.getLatitude();              //Get latitude
} else {
  Serial.println(F("Wrong data try again"));
}
//-----Calibrate the Temperature in arduino-----//
temp=temp-5;
String pos;
k=o;
l=a;
//-----Send position to database,in the While loop so if change area then can get the new
coordinates-----//
pos="http://csiot.cs.ucy.ac.cy:80/arduino_project/public/main/?";
pos=pos+"A="+k+"&B="+l+"&C="+sID;

```

```

Serial.println(pos);
const char *content1;
content1=pos.c_str(); //httpGET needs a const char so i needed to conver String into const
char *
String command;
if(sim7000.httpConnect(content1)){
    Serial.print(F("Connected"));
}
sim7000.httpGet(content1);
delay(10000);
String g;
//-----Send Temperature Temperature,Humidity,Longitude and Latitude-----//
g="http://csiot.cs.ucy.ac.cy:80/arduino_project/public/newmes/?";
g=g+"W="+k+"&Q="+l+"&G="+temp+"&F="+hum;
const char *content3;
content3=g.c_str();
Serial.println(content3);
if(sim7000.httpConnect(content3)){
    Serial.print(F("Connected"));
}
else{
    Serial.print(F("Can't connect")); }
sim7000.httpGet(content3);
delay(10000);
String temperature;
String newe;
//-----Send Temperature,pressure,humidity and arduino unique ID-----//
temperature="http://csiot.cs.ucy.ac.cy:80/arduino_project/public/mesaures/?";
temperature=temperature+"P="+pa+"&T="+temp+"&H="+hum+"&S="+sID;
Serial.println(temperature);
const char *content;
content=temperature.c_str();
Serial.println(content);
if (sim7000.httpConnect(content)){
    Serial.print(F("Connected"));
}
else{
    Serial.print(F("Can't connect")); }

```

```

sim7000.httpGet(content);
delay(10000);
  /-----Get the remaining battery for the arduino and send it to Database-----//
int battery=sim7000.batteryPower();
String ba;
ba="http://csiot.cs.ucy.ac.cy:80/arduino_project/public/battery/?";
ba=ba+"BA="+battery+"&D="+sID+"&S="+val+"&F="+sensorValue;
  const char *content4;
  content4=ba.c_str();
  Serial.println(content4);
  if (sim7000.httpConnect(content4)){
    Serial.print(F("Connected"));
  }else{Serial.print(F("Can't connect")); }
sim7000.httpGet(content4);
delay(10000);
times++; }
  sim7000.httpDisconnect();
  sim7000.closeNetwork(); //Close net work
  sim7000.turnOFF();

  delay(10000);// Give the server some time to recieve the data and store it. I used 10
seconds here. Be advised when delaying. If u use a short delay, the server might not capture
data because of Arduino transmitting new data too soon.}

```

Παράρτημα ΣΤ

Σε απηφ ην παζάζεθεα θαίλνληα νη εξσηήζεο ηνπ εξσηεκαην νγίνπ πνπ θη ήζεο αλ λα απαλήζνπ λ νη εξσηεζέιεο.

Γησδηθηπαθή εθαζκνγή γηαπαξαθνιννηζέζε θαη ελαθέζεζε ησ λ πεξηνξησ ηεο Κηπξνπ

Ζ δησδηθηπαθή εθαζκνγή αλαπαξεζηά ηνλ ηξνπν κελ νγίνπ ζα εκθ αλίδνληα ησδεδνκέλα πνπ ιαβάννληα απ ηηζπζθεπηά γηααπηη θαη πάζρνπλ κφλ γηαεξεησθε πεξηνξέο ηε Κηπξνπ δεδνκέλα!

1. Φύλλο
 - a. Άνδρας
 - b. Γυναίκα
2. Ηλικία
 - a. <18
 - b. 18-25
 - c. 26-40
 - d. >40
3. Η εφαρμογή που χρησιμοποιήσατε ήταν εύκολη στη χρήση της;

	1	2	3	4	5	
Πολύ δύσκολη	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ εύκολη

4. Αν θεωρείται ότι σας δυσκόλεψε σε κάποιο σημείο σημειώστε που:
5. Θα χρησιμοποιούσατε μια τέτοια διαδικτυακή εφαρμογή; Αν ναι πόσο συχνά;

	1	2	3	4	5	
Ελάχιστα	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ συχνά

6. Πόσο χρήσιμη θα σας ήταν τέτοια διαδικτυακή εφαρμογή;

	1	2	3	4	5	
Ελάχιστα χρήσιμη	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ χρήσιμη

7. Πόσες αθροιστικές βήθηα η δεδνκέλα ηεο εθαζκνγήο;

	1	2	3	4	5	
Ανακριβή	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ ακριβή

8. Πόσο ζαχαρωθείδα η γλυκύτητα των αφρώδων ποτών είναι;

	1	2	3	4	5	
Αργό	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ γρήγορο

9. Θεωρείται ότι αποκτήσατε οποιεσδήποτε νέες γνώσεις μέσα από την διαδικτυακή εφαρμογή;

Ναι

Όχι

10. Πόσο χρήσιμο θα ήταν εάν το σύστημα μπορούσε να ενημερώσει την πυροσβεστική σε περίπτωση φωτιάς;

	1	2	3	4	5	
Ελάχιστο χρήσιμο	☐	☐	☐	☐	☐	Πολύ χρήσιμο

11. Θα ήταν χρήσιμο για εσάς εάν το σύστημα μπορούσε να σας ενημερώνει για τον καιρό, τον θόρυβο περιοχών ή για κάποια ένδειξη φωτιάς;

Ναι

Όχι

12. Αλπαλήθη "λαί" ζήλ πζνεγ νχκελε εξνηζε, ζεκεψζηε γηαπνηάαφ ηα πάζαθαηζ ζα ζείαηε λα ελεκεψλεη:

☐ Ένδειξη φωτιάς

☐ Καιρό

☐ Θόρυβος σε περιοχές

13. Θεωρείται ότι η ζαχαρωμένη γλυκύτητα των αφρώδων ποτών είναι;

14. Θα ζήλτε να πάρετε την άποψη;

Link to google form: <https://forms.gle/inteyB738FyRUJH58>