

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ - ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Πτυχιακής Εργασία

**Fluspot : Μια εφαρμογή παρακολούθησης της διάδοσης
ασθενειών και καταγραφής συμπτωμάτων με την
αξιοποίηση συστημάτων IoT**

Ονοματεπώνυμο Φοιτητή

Δημήτριος Χλωρός

Επιβλέπων καθηγητής

Δημήτριος Ρίγγας

Ημερομηνία Ολοκλήρωσης

09/2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δημήτριο Ρίγγα για την πολύτιμη καθοδήγησή του. Ευχαριστώ, επίσης, τον καθηγητή του πανεπιστημίου Κωνσταντίνο Οικονόμου για την παραχώρηση του arduino uno που χρησιμοποιήθηκε στην πτυχιακή. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τις εταιρίες Google, JetBrains, Microsoft για τα δωρεάν εργαλεία και υπηρεσίες, που προσφέρουν στην φοιτητική κοινότητα, τα οποία με βοήθησαν αρκετά στην διεκπεραίωση της ανάπτυξης των εφαρμογών (Android Studio, PhpStorm, Windows 10 OS, Github Pro). Τέλος, οφείλω να αφιερώσω την πτυχιακή μου εργασία στους γονείς μου που μου συμπαραστάθηκαν όλα τα χρόνια της φοίτησης μου στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της πτυχιακής είναι να διερευνηθούν οι δυνατότητες, προκλήσεις και τα διάφορα στάδια για την ανάπτυξη εφαρμογών που παρακολουθούν την διάδοση ασθενειών όπως η εποχική γρίπη. Επίσης, στοχεύει στην διερεύνηση των δυνατοτήτων και των προκλήσεων που επιφέρει η χρήση συστημάτων Internet of Things (IoT) για την καταγραφή συμπτωμάτων.

Στα πλαίσια της εργασίας αναπτύχθηκε η εφαρμογή Fluspot. Η εφαρμογή, καταγράφει συμπτώματα και παρακολουθεί την μετάδοσης της εποχικής γρίπης, ώστε να βοηθήσει στην ενημέρωση και στην πρόληψη.

Η έρευνα βρίσκει άμεση εφαρμογή στην περίπτωση της πανδημίας Covid19, η οποία έπληξε την ανθρωπότητα κατά την διάρκεια της διεξαγωγής της εργασίας. Τα παραπάνω οδήγησαν στην ανάπτυξη συγκεκριμένης λειτουργία παρακολούθησης της διάδοσης του ιού, χρησιμοποιώντας δεδομένα από εξωτερικές πηγές.

Επίσης, για την καλύτερη αξιολόγηση του συστήματος που κατασκευάστηκε προσεγγίστηκαν υποψήφιοι χρήστες του συστήματος και συλλέχθηκαν σε ένα δομημένο ερωτηματολόγιο απαντήσεις από 66 άτομα.

Η δομή της παρούσας πτυχιακής απαρτίζεται από τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος (Κεφάλαιο 2), το οποίο αποτελεί την θεωρητική ανασκόπηση, αναλύονται μερικές βασικές έννοιες της έρευνας και παρουσιάζονται οι θεωρητικές προσεγγίσεις της κατασκευής του Fluspot. Το δεύτερο μέρος (Κεφάλαια 3,4,5), αφορά το πρακτικό στάδιο της παραπάνω διαδικασία. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται όλα τα επιμέρους στάδια ανάπτυξης, τα εργαλεία και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, τα προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισης τους. Τέλος, στο τρίτο μέρος (Κεφάλαιο 6), γίνεται μια σύνοψη και παρατίθενται τα αποτελέσματα της εργασίας και γίνεται η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

ABSTRACT

The purpose of the thesis is to explore the possibilities, challenges and various stages for the development of applications that monitor the spread of diseases such as seasonal influenza. It also aims to explore the possibilities and challenges of using Internet of Things (IoT) systems to record symptoms.

As part of this work, the Fluspot application was developed. The application records symptoms and monitors the transmission of seasonal flu, to help inform and prevent the disease.

The research finds immediate application in the case of the Covid19 pandemic, which struck humanity during the course of the work. The above led to the development of a specific function of monitoring the spread of the virus, using data from external sources.

Also, for the best evaluation of the system that was constructed, prospective users of the system were approached and answers from 66 people were collected in a structured questionnaire.

The structure of this dissertation consists of three parts. The first part (Chapter 2), which is the theoretical review, analyzes some basic concepts of research and presents the theoretical approaches to the construction of Fluspot. The second part (Chapter 3,4,5), concerns the practical stage of the above procedure. In more detail, all the individual stages of development, the tools and technologies used, the problems and the ways to deal with them are presented. Finally, in the third part (Chapter 6), a summary is made and the results of the work are presented and the conclusions are drawn.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Εισαγωγή	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	9
2.1 Εξάπλωση εφαρμογών ιατρικού χαρακτήρα και PPACA	9
2.2 Internet of Things (IoT)	10
2.2.1 Internet of Things (IoT) σε εφαρμογές υγείας	10
2.2.1.1 Wireless Body Area Network (WBAN) ή Body Sensor Network (BSN)	10
2.2.2 Ασφάλεια Δεδομένων	13
2.2.3 Ιδιωτικότητα Δεδομένων	14
2.3 Ιδιωτικό απόρρητο και HIPAA	15
2.4 Προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία (PHI)	16
2.4.1 Πληροφορίες για την υγεία	16
2.4.2 Ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία	16
2.4.3 Προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία	17
2.4.4 Πρότυπο απο-ταυτοποίησης του HIPAA Privacy Policy	18
2.4.5 Προδιαγραφές εφαρμογής του HIPAA Privacy Policy	18
2.5 Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR)	20
2.6 Άλλες εφαρμογές για την παρακολούθηση της διάδοσης ασθενειών	21
2.6.1 Εφαρμογές παρακολούθηση της διάδοσης του Covid19	21
2.6.2 Εφαρμογές παρακολούθηση της διάδοσης του εποχικής γρίπης	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ FLUSPOT	31
3.1 Ανάλυση λειτουργιών συστήματος	31
3.1.1 Καταγραφή συμπτωμάτων πυρετού	31
3.1.2 Παρακολούθηση της διάδοσης της εποχικής γρίπης	31
3.1.3 Παρακολούθηση διάδοσης του ιού Covid19	31
3.2 Αρχιτεκτονικής του Fluspot για την λειτουργία της παρακολούθηση της διάδοσης της εποχικής γρίπης	31
3.2.1 Φορητό τεχνούργημα - καταγραφή συμπτωμάτων	32
3.2.2 Εφαρμογή κινητού - παρακολούθηση και διαμοιρασμός	32
3.3 Συλλογή δεδομένων	33

3.4 Σε ποιους απευθύνεται η εφαρμογή Fluspot	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ FLUSPOT	36
4.1 Τεχνολογίες	36
4.1.1 Android	36
4.1.1.1 Η επιλογή του Android;	36
4.1.2 Arduino	36
4.1.2.1 Η επιλογή του Arduino;	38
4.1.3 Βάση Δεδομένων	39
4.1.3.1 SQL	39
4.1.4 Rest API	40
4.2 Εργαλεία ανάπτυξης της εφαρμογής	41
4.2.1 Android Studio	41
4.2.1.1 Gradle	42
4.2.2 Arduino Web Editor	42
4.2.3 Github	43
4.2.4 Phpstorm	43
4.2.5 Postman	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	44
5.1 Καταγραφή συμπτωμάτων πυρετού	44
5.1.1 Arduino setup	44
5.1.2 Προγραμματισμός του Arduino	50
5.1.3 Μετατροπή του τεχνουργήματος σε wearable device	52
5.1.4 Ενδεικτικά στιγμιότυπα οθόνης	54
5.2 Παρακολούθηση της διάδοσης της εποχικής γρίπης	56
5.2.1 Γενική περιγραφή της διαδικασίας	56
5.2.2 Η δημιουργία της βάσης δεδομένων	56
5.2.3 Η κατασκευή του Rest API	57
5.2.4 Δοκιμές λειτουργικότητας με την χρήση του προγράμματος Postman	64
5.2.5 Εφαρμογή Android	66
5.3 Συλλογή και διάθεση δεδομένων σχετικά με την διάδοση του ιού covid19	68
5.3.1 Συλλογή δεδομένων	68
5.3.2 Αξιοποίηση και οπτικοποίηση δεδομένων	72
5.3.3 Προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισης	76
5.3.4 Ενδεικτικά στιγμιότυπα οθόνης	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	81
6.1 Αξιολόγηση	81
6.2 Συμπεράσματα	82
6.3 Δημοσίευση	83

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	84
ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΕ ΕΙΚΟΝΕΣ	86
ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή

Η πληροφορική και πιο συγκεκριμένα οι εφαρμογές κινητών, έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό πολλούς τομείς. Η τεχνολογική εξέλιξη των κινητών συσκευών, αυξάνει το περιθώριο για μεγαλύτερη εμπλοκή των εφαρμογών κινητού στην ιατρική. Οι εφαρμογές είναι προγράμματα λογισμικού που έχουν αναπτυχθεί ώστε να εκτελούνται σε έναν υπολογιστή ή μια κινητή συσκευή για να επιτύχουν συγκεκριμένο σκοπό. Οι ταχύτεροι επεξεργαστές, η βελτιωμένη μνήμη, οι μικρότερες μπαταρίες και τα εξαιρετικά αποδοτικά λειτουργικά συστήματα ανοιχτού κώδικα που εκτελούν πολύπλοκες λειτουργίες έχουν ανοίξει το δρόμο για την ανάπτυξη πάρα πολλών ιατρικών εφαρμογών για κινητές συσκευές τόσο για επαγγελματική όσο και για προσωπική χρήση. Υπάρχουν ακόμη και εφαρμογές που προσομοιώνουν χειρουργικές επεμβάσεις ή που μπορούν να διεξάγουν απλές ιατρικές εξετάσεις, όπως εξετάσεις ακοής ή όρασης. Παρ' όλα αυτά, να σημειωθεί ότι πολλές εφαρμογές για κινητά δεν προορίζονται να αντικαταστήσουν τις καθιερωμένες εξετάσεις, αλλά προορίζονται για να τις συμπληρώνουν και να παρέχουν έναν πόρο που έχει τη δυνατότητα βελτίωσης των αποτελεσμάτων.

Ένας ακόμη ραγδαία αναπτυσσόμενος τομέας της πληροφορικής, που θα μπορούσε να συνδράμει σημαντικά στην ιατρική, είναι τα συστήματα Internet of Things (IoT). Η επανάσταση των συστημάτων Internet of Things (IoT) θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη σύνδεση δισεκατομμυρίων έξυπνων αντικειμένων, δισκίων, φορητών συσκευών, έξυπνων τηλεφώνων και εφαρμογών ιατρικού χαρακτήρα. Οι εφαρμογές για την υγεία, που κυμαίνονται από την επιτήρηση του ασθενούς έως τη διαχείριση χρόνιων παθήσεων, θα μειώσουν το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης και θα κάνουν τη διαδικασία της φροντίδας πιο αποτελεσματική. Αυτές οι εφαρμογές θα επεξεργάζονται και θα μεταδίδουν πληροφορίες που μπορούν να προσπελαστούν ταυτόχρονα μεταξύ συσκευών από διαφορετική τοποθεσία. Κατανοούμε, λοιπόν, ότι δύναται να είναι μεγάλα τα οφέλη που μπορούμε να αποκομίσουμε από την εμπλοκή του συγκεκριμένου κλάδου στην υγεία αλλά δημιουργούνται εξίσου μεγάλοι κίνδυνοι σχετικά με τα δεδομένα.

Η μαζική ανεξέλεγκτη ροή του e-PHI (Electronic Patient Health Information) και άλλων προσωπικών στοιχείων που αναγνωρίζονται στο περιβάλλον του cloud health IoT δημιούργησε άμεσα την ανάγκη για προστασίας της ιδιωτικότητας. Οι εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης είναι μια αναδυόμενη τάση που θα εισαγάγει διάφορες προκλήσεις όσον αφορά την αποθήκευση και τη μετάδοση του e-PHI (Electronic Patient Health Information). Επίσης, να αναφερθεί ότι πρέπει να

διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τον νόμο περί φορητότητας και λογοδοσίας για την ασφάλεια στην υγείας HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act).

Για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνα αναπτύχθηκε η εφαρμογή Fluspot. Το Fluspot σκοπεύει να συμβάλει στον τομέα της ενημέρωσης και της πρόληψης σχετικά με την μετάδοση της εποχικής γρίπης. Για να επιτευχθεί αυτό, συγκεντρώνονται δεδομένα, από τους χρήστες της εφαρμογής, δίνοντας τους τη δυνατότητα αναφοράς πιθανών κρουσμάτων γρίπης. Τα δεδομένα αυτά οπτικοποιούνται σε χάρτη για να την καλύτερη εικόνα της εξάπλωσης της γρίπης ανα περιοχή. Η εφαρμογή, επίσης, βοηθάει στην διαδικασία καταγραφής συμπτωμάτων, για τον σκοπό αυτό κατασκευάστηκε ένα αυτοσχέδιο θερμόμετρο με την χρήση ενός Arduino. Η ανάπτυξη του Fluspot έδωσε την ευκαιρία να μελετηθούν οι δυνατότητες και οι προκλήσεις για τις διάφορες διαδικασίες που ακολουθούνται στην κατασκευαστική διαδικασία της συγκεκριμένης ομάδας εφαρμογών.

Κατα την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας, η ανθρωπότητα βρέθηκε αντιμέτωπη με ένα κορονοϊό τον Covid19 ο οποίος ανακηρύχθηκε επίσημα, απο τον Διεθνής Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ ή WHO), πανδημία. Η μεταδοτικότητα του ιού είναι μεγάλη και στοίχισε την ζωή χιλιάδων ανθρώπων ανα τον κόσμο. Δημιουργήθηκε, λοιπόν, μια ακόμα λειτουργία της εφαρμογής οι οποία αξιοποιεί ζωντανά δεδομένα, από ένα API, και τα παρουσιάζει σε έναν παγκόσμιο χάρτη. Σκοπός αυτής της λειτουργίας, είναι η σωστή και εύκολη ενημέρωση των χρηστών, σχετικά με την διάδοση του ιού.

Η εργασία έχει τόσο θεωρητικό όσο και πρακτικό σκέλος. Ο πρακτικός χαρακτήρα της εργασίας οδήγησε στην ανάγκη του διαχωρισμού της σε τρεις ενότητες. Η πρώτη ενότητα, η θεωρητική ανασκόπηση της εργασίας, αναλύεται στο δεύτερο κεφάλαιο και έχει σκοπό να καλύψει την βασική επιστημονική γνώση που είναι απαραίτητη για την καλύτερη κατανόηση του θέματος της εργασίας καθώς και να παρουσιάσει την απαραίτητη θεωρητική προσέγγιση στην διαδικασία της ανάπτυξης των εφαρμογών του συγκεκριμένου σκοπού.

Η δεύτερη ενότητα, αναπτύσσεται στα κεφάλαια 3, 4, 5 και ασχολείται με την διαδικασία ανάπτυξης των εφαρμογών και έχει σκοπό να αναλυθεί, απο πρακτική σκοπιά, η πορεία της κατασκευής της εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι διάφορες τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και οι επιλογές που έγιναν κατα την διαδικασία της ανάπτυξης του συστήματος. Επίσης, αναφέρονται τα προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισής τους.

Τέλος, το 6ο κεφάλαιο θα αποτελέσει την τρίτη ενότητα της εργασίας, οι οποία θα αναφέρει τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα, που εξήχθησαν από το θεωρητικό και το πρακτικό σκέλος και το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της πτυχιακής. Επιπλέον, τονίζει σημαντικά στοιχεία που πρέπει να λάβει υπόψιν του κάποιος, ο οποίος θα μπει στην διαδικασία να ασχοληθεί με την κατασκευή μια παρόμοιας εφαρμογής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εξάπλωση εφαρμογών ιατρικού χαρακτήρα και PPACA

Τα smartphones και τα tablet συνδυάζουν τις λειτουργίες πληροφορικής και επικοινωνίας σε μία μόνο συσκευή που μπορεί να κρατηθεί σε ένα χέρι ή να αποθηκευτεί σε μια τσέπη, επιτρέποντας την εύκολη πρόσβαση και χρήση. Η έκρηξη της ιδιοκτησίας κινητής τηλεφωνίας παρουσιάζει μια μοναδική ευκαιρία για εφαρμογές ιατρικού χαρακτήρα. Οι χρόνιες παθήσεις αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο μέρος των ετήσιων δαπανών των χωρών, επομένως τα εργαλεία όπως οι εφαρμογές που βοηθούν στην πρόληψη, την επιβράδυνση της εξέλιξης ή τη διαχείριση χρόνιων ασθενειών θεωρούνται πολύτιμα για τη μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης.

Επί του παρόντος, υπάρχουν χιλιάδες εφαρμογές σχετικές με την υγεία διατίθενται στην κατηγορία "Υγεία και Φυσική Κατάσταση" των καταστημάτων App Store και του Google Play Store. Αυτές οι εφαρμογές για την υγεία περιλαμβάνουν ιατρικές εφαρμογές για παρόχους υγείας, ιατρική εκπαίδευση, εφαρμογές για διαχείριση ασθενειών ή αυτοδιάγνωση και γενικές εφαρμογές υγείας και φυσικής κατάστασης για τη διαχείριση του τρόπου ζωής. Με την εκθετική αύξηση των εφαρμογών για την υγεία, αναπτύχθηκαν σχετικά ερωτήματα με την εμπλοκή τους στο σύστημα περίθαλψης.

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα για τα οφέλη που δύναται να έχει η εμπλοκή τέτοιων εφαρμογών σε ένα σύστημα υγείας είναι ο νόμος για την προστασία και την προσιτή περίθαλψη των ασθενών (PPACA), είναι ένα μέτρο μεταρρύθμισης της υγειονομικής περίθαλψης που εγκρίθηκε το 2010 από το Κογκρέσο των ΗΠΑ υπό τον Πρόεδρο Μπαράκ Ομπάμα. Ο νόμος αυτός επιδιώκει να καταστήσει την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη πιο προσιτή, αποτελεσματική για τους Αμερικανούς. Η PPACA προέβλεπε μεγάλες δαπάνες για την Αμερική έτσι παρουσιάστηκε η ευκαιρία ενσωμάτωσης της ψηφιακής τεχνολογίας στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης (νοσοκομεία, ασφαλιστικά πλάνα) ώστε να μειωθεί το κόστος αυτό αλλά και να αυξηθεί η αποδοτικότητα των υπηρεσιών. Αυτό έχει τη δυνατότητα να αλλάξει θεμελιωδώς τον τρόπο με τον οποίο οι ασθενείς περιθάλπονται. Η PPACA, δηλαδή, έδωσε την ευκαιρία στην τεχνολογία (εφαρμογές ιατρικού τύπου) να συμμετέχει περισσότερο στο σύστημα υγείας.[19]

2.2 Internet of Things (IoT)

2.2.1 Internet of Things (IoT) σε εφαρμογές υγείας

Μεταξύ των τελευταίων τάσεων στον τομέα της τεχνολογίας είναι το λεγόμενο Internet of Things (IoT). Ο όρος IoT, ο οποίος έχει γίνει πιο κοινός τα τελευταία χρόνια, ουσιαστικά αναφέρεται σε ένα δίκτυο συνδεδεμένων “έξυπνων” αντικειμένων. Με απλά λόγια, το IoT επιτρέπει στις συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους, με στόχο την ανταλλαγή δεδομένων και τον συντονισμό ενεργειών. Ένα δημοφιλές σενάριο IoT, μεταξύ των πρώτων που οραματιζόταν, ήταν αυτό ενός έξυπνου σπιτιού που έχει επίγνωση του τι συμβαίνει μέσα σε αυτό και ενεργεί ανάλογα προκειμένου να επηρεάσει κυρίως τρεις πτυχές: χρήση πόρων, ασφάλεια και άνεση [19].

Ωστόσο, το IoT δεν περιορίζεται σε ορισμένες απλές εφαρμογές έξυπνου σπιτιού, αλλά επεκτείνεται σε όλους τους τομείς της καθημερινής ζωής και αναμένεται να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην ανάπτυξή του. Ένας τομέας που επηρεάζεται ήδη από την ταχεία ανάπτυξη του IoT είναι αυτός της υγείας [10][11].

Η επανάσταση IoT επαναπροσδιορίζει τη σύγχρονη υγειονομική περίθαλψη με πολλά υποσχόμενα τεχνολογικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη [1][17]. Για να κατανοηθούν καλύτερα οι τρόποι με του οποίους το IoT μπορεί να συμβάλει στην ιατρική, να σημειωθεί ότι τα “έξυπνα” αντικείμενα του IoT μπορούν να χρησιμοποιήσουν αισθητήρες και ενεργοποιητές για να αντλήσουν δεδομένα από το περιβάλλον τους [18].

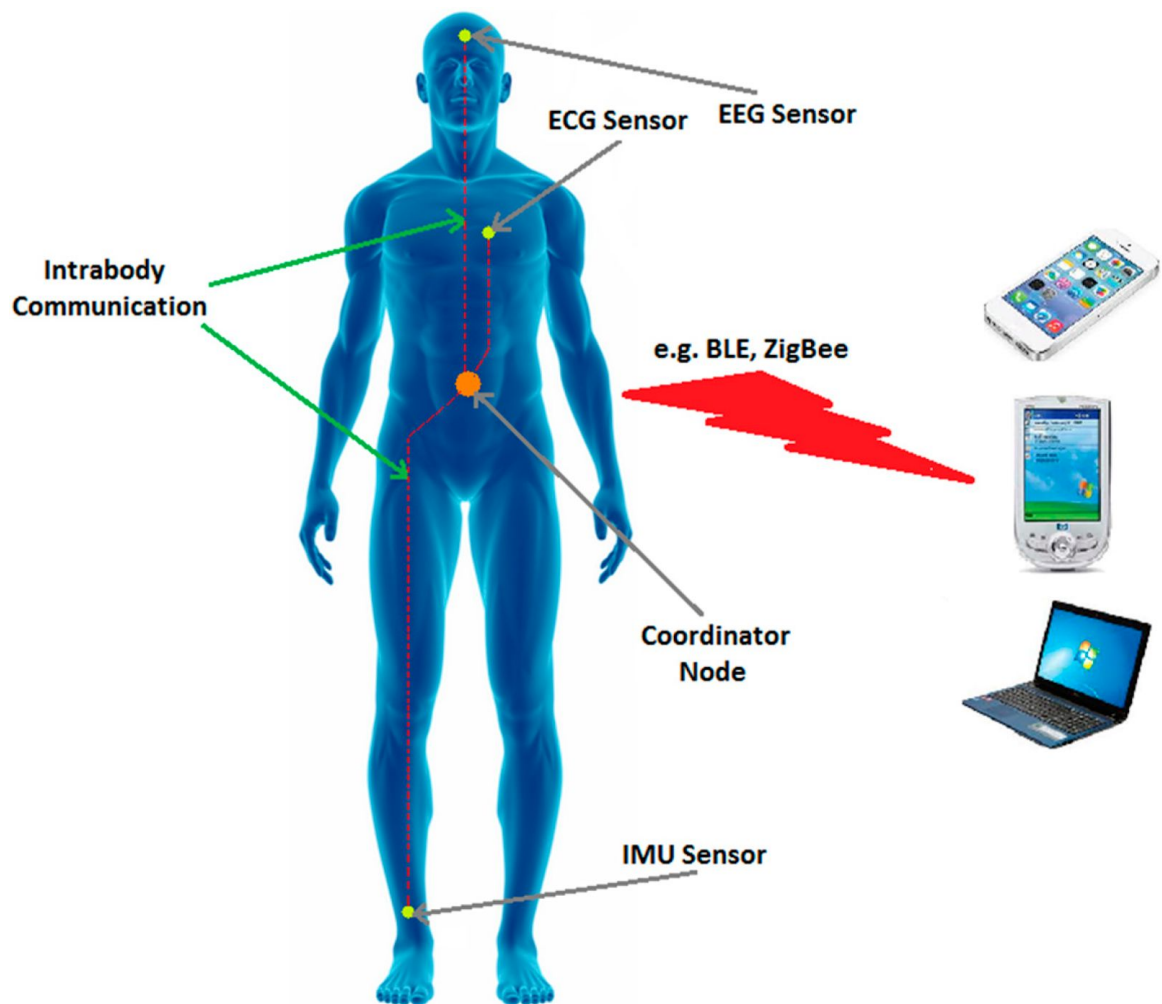
Στο σύγχρονο περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης, οι τεχνολογίες IoT εφαρμόζονται σε διάφορες ιατρικές διαδικασίες, όπως παρακολούθηση ασθενούς σε πραγματικό χρόνο, διαχείριση πληροφοριών ασθενούς και γενικότερη διαχείριση της υγειονομικής περίθαλψης, με στόχο την καλύτερη διευκόλυνση τόσο των ιατρών όσο και των ασθενών. Στο ίδιο πλαίσιο, η τεχνολογία BSN (Body Sensor Network) ή WBAN (Wireless Body Area Network) έχει αναδειχθεί ως βασική τεχνολογία στις εξελίξεις του IoT στο σύστημα υγείας [10][11][18].

2.2.1.1 Wireless Body Area Network (WBAN) ή Body Sensor Network (BSN)

Η χρήση ασύρματων δικτύων αυξάνεται καθημερινά και ταυτόχρονα οι συνδεδεμένες συσκευές γίνονται όλο και μικρότερες. Οι συσκευές στο WBAN μπορούν να καταγράψουν διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους, όπως θερμοκρασία σώματος. Ο τομέας της ασύρματης δικτύωσης υπήρξε

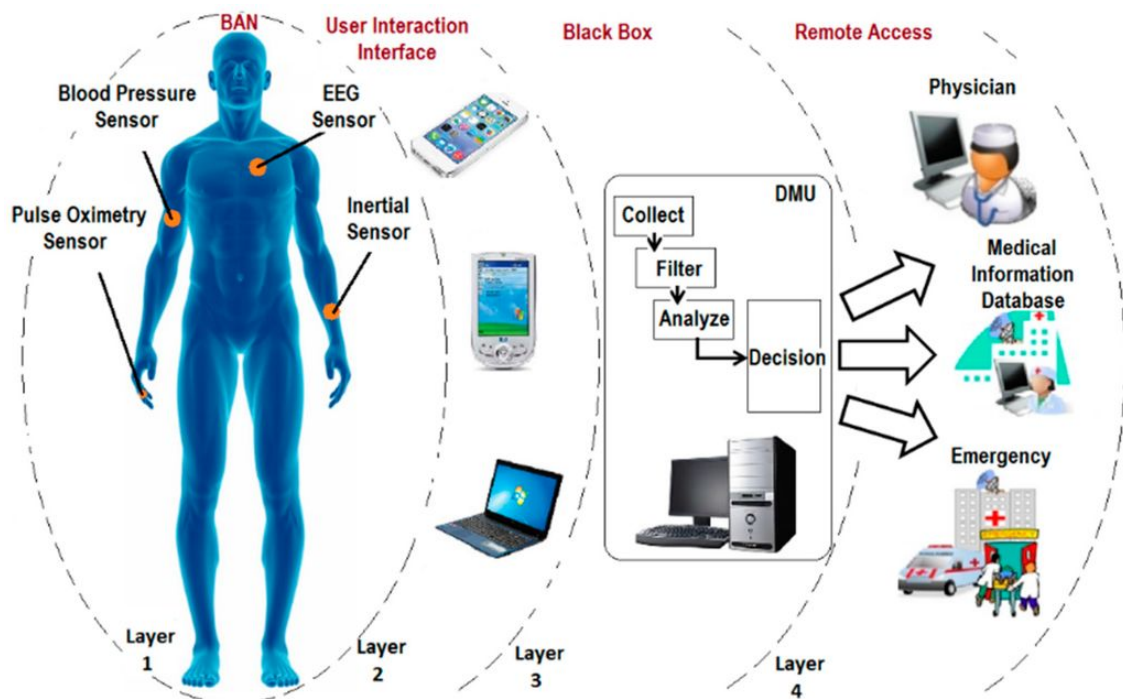
Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων

αντικείμενο έρευνας τα τελευταία χρόνια, καθώς είναι σημαντικός για την παρακολούθηση της υγείας ακόμη και σε απομακρυσμένες περιοχές [5][18].

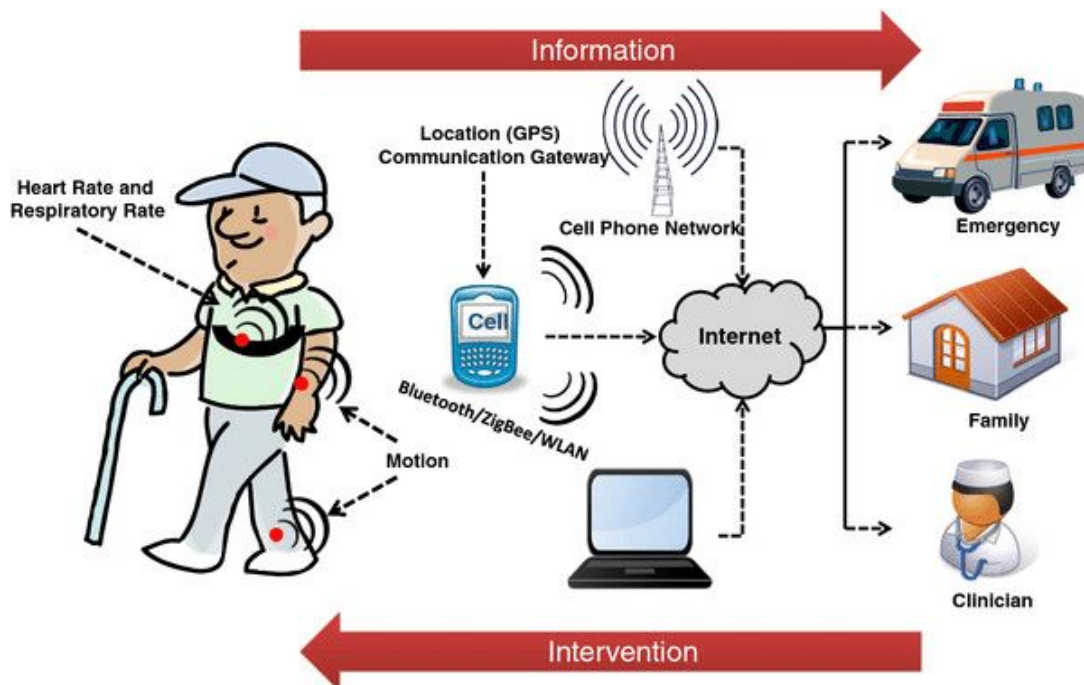


Εικόνα 1.

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Αυτά τα συστήματα μπορούν να εποπτεύουν σε πραγματικό χρόνο φυσιολογικές παραμέτρους ασθενών [4]. Στο WBAN είτε ένα δίκτυο αισθητήρων σε μια λωρίδα είτε διάφοροι αισθητήρες

φοριούνται από έναν ασθενή για να παρακολουθούνται διάφοροι βιολογικοί παράμετροι.. Παρακάτω θα δωθούν κάποια παραδείγματα συσκευών [5][18] :

1. **Οι κόμβοι αισθητήρων** : Αυτοί αποτελούν τη βάση κάθε WBAN. Σε αυτό το βασικό στάδιο, υπάρχουν διάφοροι αισθητήρες για την παρακολούθηση των φυσιολογικών παραμέτρων, δηλαδή BP, ECG, Pulse Rate, EEG κλπ. Αυτοί οι κόμβοι αισθητήρων βρίσκονται σε κοντινή απόσταση, πάνω ή μέσα στο σώμα και μεταδίδουν το biosignal σε περαιτέρω μονάδα για επεξεργασία.
2. **Σταθμός βάσης** : Είναι μια τοπική μονάδα επεξεργασίας που προωθεί τα δεδομένα, τα επεξεργάζεται, τα αναλύει και δίνει αποτελέσματα στον ασθενή. Κατά προτίμηση, διάφοροι ερευνητικοί οργανισμοί και εταιρείες κάνουν το σταθμό βάσης τους έτσι ώστε ο ασθενής να μπορεί να πάρει αυτόν τον πομπό στο σπίτι του για να μην είναι υποχρεωμένος να μείνει στο νοσοκομείο.
3. **Κεντρικός διακομιστής** : Σε αυτή τη μονάδα διατηρείται η βάση δεδομένων και αποστέλλεται περαιτέρω σε ειδικό για παροχή συμβουλών ή κατάλληλης ιατρικής καθοδήγησης.

2.2.2 Ασφάλεια Δεδομένων

Η φύση των δεδομένων που δύναται να διαχειρίζονται αυτά τα συστήματα, όταν εμπλέκονται στον τομέα της υγείας, καθιστούν κρίσιμη την εξασφάλιση της προστασίας τους [12][13]. Παρακάτω, παρουσιάζονται τρόποι με τους οποίους το Internet of Things μπορεί να προκαλέσει κενά ασφαλείας [2][18] :

- Οι τωρινοί τρόποι και οι τεχνικές σύνδεσης θα πρέπει να επανεξεταστούν λόγω της επικείμενης ποσότητας της συνδεσιμότητας αυτών των συσκευών, που επικοινωνούν δυναμικά και απροσδιόριστα σε πολλές περιπτώσεις.
- Η ομοιότητα τέτοιων συσκευών είναι μεγάλη. Έτσι, ένα κενό ασφαλείας μπορεί να έχει εκτεταμένο αντίκτυπο διότι η συγκεκριμένη ομάδα συσκευών μπορεί να φέρει τα χαρακτηριστικά που το προκάλεσαν.

- Η μεγάλη διάρκεια ζωής κάποιων συσκευών μπορεί να οδηγήσει στο να ξεπεραστούν οι μηχανισμοί ασφαλείας οι οποίοι κατα την κατασκευή των συσκευών θεωρούνταν επαρκής.
- Η έλλειψη επίγνωσης για τον τρόπο λειτουργίας και τα δεδομένα που διαχειρίζονται αυτές οι συσκευές μπορεί να οδηγήσει σε κενό ασφαλείας καθώς ο χρήστης θα πιστεύει ότι η συσκευή εκτελεί κάποιες διεργασίες ενώ στην πραγματικότητα μπορεί να εκτελεί μη επιθυμητές διαδικασίες ή να συλλέγει δεδομένα που ο χρήστης δεν επιθυμεί να δώσει. Αυτό μπορεί να προκληθεί και σε μία αναβάθμιση όπου ο κατασκευαστής δεν ενημερώσει για τις αλλαγές που έγιναν.

2.2.3 Ιδιωτικότητα Δεδομένων

Όπως αναφέραμε και παραπάνω τα συστήματα διαχειρίζονται ευαίσθητες πληροφορίες όταν χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς. Η συλλογή τέτοιων πληροφοριών είναι αρκετά επικίνδυνη καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κοινωνικό έλεγχο και πολιτική χειραγώγηση[18]. Καταλαβαίνουμε, λοιπόν, ότι θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην ιδιωτικότητα και στην προστασία των προσωπικών τους δεδομένων των χρηστών.

Υπάρχουν διάφορα προβλήματα ιδιωτικότητας σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη στα συστήματα IoT από τους παραγωγούς μέχρι τους κατασκευαστές εφαρμογών και τους τελικούς χρήστες [12][13]. Μερικά από τα προβλήματα παρουσιάζονται παρακάτω [3][18] :

Συγκατάθεση Χρήστη

Οι χρήστες πρέπει να δίνουν την συγκατάθεσή τους για την συλλογή των δεδομένων τους.

Ελευθερία επιλογής

Τα πρότυπα προστασίας της ιδιωτικότητας θα πρέπει να περιλαμβάνουν την ελευθερία της επιλογής. Οι χρήστες θα πρέπει επιλέγουν αν θα προχωρήσουν σε μια επικοινωνία ή όχι.

Ανωνυμία

Οι πλατφόρμες του IoT θα πρέπει να εξασφαλίζουν την ανωνυμία του χρήστη όταν αποστέλλουν δεδομένα. Ωστε να μην δύναται να εξαχθεί ένα προφίλ του χρήστη από την συμπεριφορά των συσκευών IoT που χρησιμοποιεί.

2.3 Ιδιωτικό απόρρητο και HIPAA

Ο κανόνας περί ιδιωτικού απορρήτου της HIPAA θεσπίζει πρότυπα για την προστασία των ιατρικών αρχείων των ατόμων και άλλων προσωπικών πληροφοριών για την υγεία και αφορά τα πλάνα παροχής υπηρεσιών υγείας και τους φορείς παροχής υγειονομικής περίθαλψης που διεξάγουν ηλεκτρονικά ορισμένες υπηρεσίες τους. Ο Κανόνας διασφαλίζει την προστασία της ιδιωτικότητας των προσωπικών πληροφοριών σχετικά με την υγεία και θέτει όρια και προϋποθέσεις για τις χρήσεις και τις γνωστοποιήσεις που μπορούν να γίνουν σε τέτοιες πληροφορίες χωρίς την εξουσιοδότηση του ασθενούς. Ο κανόνας παρέχει επίσης στους ασθενείς δικαιώματα σχετικά με τις πληροφορίες για την υγεία τους, συμπεριλαμβανομένων των δικαιωμάτων να εξετάζουν και να λαμβάνουν αντίγραφο των ιατρικών τους φακέλων και να ζητούν διορθώσεις. [6]

Ποιος καλύπτεται από τον κανόνα ασφαλείας;

Ο κανόνας ασφαλείας ισχύει για πλάνα παροχής υπηρεσιών υγείας, ιατρικές υπηρεσίες και παρόχους υγειονομικής περίθαλψης που διαχειρίζονται δεδομένα σχετικά με την υγεία σε ηλεκτρονική μορφή. Ο Γραμματέας του HHS έχει υιοθετήσει πρότυπα βάσει της ενότητας "καλυπτόμενες οντότητες" της HIPAA και τους συνεργάτες τους. [6] [7]

Τι πληροφορίες προστατεύονται;

Ο κανόνας προστασίας προσωπικών δεδομένων HIPAA προστατεύει το απόρρητο των ατομικά αναγνωρίσιμων πληροφοριών για την υγεία, που ονομάζονται προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία (PHI). Ο Κανόνας Ασφαλείας προστατεύει ένα υποσύνολο πληροφοριών που καλύπτονται από τον Κανονισμό περί Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων, το οποίο είναι όλες οι μεμονωμένα αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία που μια καλυπτόμενη οντότητα δημιουργεί, λαμβάνει, διατηρεί ή μεταδίδει σε ηλεκτρονική μορφή. Ο Κανόνας Ασφάλειας ονομάζει αυτές τις πληροφορίες "Electronic protected health information" (e-PHI). Ο Κανόνας Ασφαλείας δεν ισχύει για τα δεδομένα PHI που διαβιβάζονται προφορικά ή γραπτώς. [6] [7]

2.4 Προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία (PHI)

Η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για την υγεία προϋποθέτει την σωστή κατανόηση των κανόνων περί προστασίας της ιδιωτικότητας. Για να κατανοηθεί η έννοια των προστατευμένων πληροφοριών σχετικά με την υγεία, πρέπει να εξεταστούν δύο ορισμοί, οι πληροφορίες υγείας και οι ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία.

2.4.1 Πληροφορίες για την υγεία

Είναι οποιαδήποτε πληροφορία, προφορική ή καταγεγραμμένη σε οποιαδήποτε μορφή ή μέσο οι οποία [8]:

1. Δημιουργείται ή παραλαμβάνεται από πάροχο υγειονομικής περίθαλψης, πλάνο παροχής υπηρεσιών υγείας, υπηρεσίες δημόσιας υγείας, εργοδότη, πάροχο ασφαλιστικών υπηρεσιών, σχολείο ή πανεπιστήμιο.
2. Αφορά την παρελθούσα, παρούσα ή μελλοντική σωματική ή ψυχική υγεία ή κατάσταση οποιουδήποτε ατόμου, την παροχή υγειονομικής περίθαλψης σε ένα άτομο ή η παρελθοντική, τωρινή ή μελλοντική πληρωμή για την παροχή υγειονομικής περίθαλψης σε ένα άτομο.

2.4.2 Ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία

Ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία είναι πληροφορίες που αποτελούν υποσύνολο πληροφοριών για την υγεία, συμπεριλαμβανομένων των δημογραφικών πληροφοριών που συλλέγονται από ένα άτομο και [8]:

1. Δημιουργείται ή λαμβάνεται από πάροχο υγειονομικής περίθαλψης, πλάνο παροχής υπηρεσιών υγείας, εργοδότη ή υγειονομική υπηρεσία.

2. Σχετικά με την παρελθούσα, παρούσα ή μελλοντική σωματική ή ψυχική υγεία ή κατάσταση ενός ατόμου η παροχή υγειονομικής περίθαλψης σε ένα άτομο ή η παρελθοντική, τωρινή ή μελλοντική πληρωμή για την παροχή υγειονομικής περίθαλψης σε ένα άτομο και :

- Αυτό προσδιορίζει το άτομο.
- Σε σχέση με τα οποία υπάρχει εύλογη βάση για να πιστεύουμε ότι οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του ατόμου.

2.4.3 Προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία

Ως προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία νοούνται ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία [8]:

1. Με την επιφύλαξη της παραγράφου 2 του παρόντος ορισμού, δηλαδή:
 - Διανέμεται από ηλεκτρονικά μέσα
 - Διατηρείται σε ηλεκτρονικά μέσα
 - Διανέμεται ή διατηρείται σε οποιαδήποτε άλλη μορφή ή μέσο.
2. Οι προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία αποκλείουν ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία σε:
 - Αρχεία εκπαίδευσης που καλύπτονται από το Νόμο περί Οικογενειακών Εκπαιδευτικών Δικαιωμάτων και Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων, όπως τροποποιήθηκε, 20 U.S.C. 1232 g.
 - Εγγραφές που περιγράφονται στις 20 U.S.C. 1232 g
 - Αποδεικτικά στοιχεία απασχόλησης που κατέχει μια καλυπτόμενη οντότητα ως εργοδότης.

Ο κανόνας προστασίας προσωπικών δεδομένων HIPAA καλύπτει προστατευμένες πληροφορίες υγείας σε οποιοδήποτε μέσο, ενώ ο κανόνας ασφαλείας HIPAA καλύπτει ηλεκτρονικά προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία.

Με αυτούς τους ορισμούς, τίθεται το ερώτημα: ποια στοιχεία περιλαμβάνουν προστατευμένες πληροφορίες για την υγεία, ώστε, αν καταργηθούν, το πρώτο και το δεύτερο bullet point του σημείου 2 στον ορισμό “Ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία” δεν θα συμπεριληφθούν. Η απάντηση είναι στο πρότυπο απο-ταυτοποίησης και στις δύο προδιαγραφές εφαρμογής του HIPAA Privacy Policy [45 CFR 164.514]:

2.4.4 Πρότυπο απο-ταυτοποίησης του HIPAA Privacy Policy

Αποχαρακτηρισμός προστατευμένων πληροφοριών για την υγεία υφίσταται όταν οι πληροφορίες για την υγεία, οι οποίες δεν προσδιορίζουν ένα άτομο και σε σχέση με τις οποίες δεν υπάρχει εύλογη βάση για να θεωρηθεί ότι οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό ενός ατόμου, δεν είναι ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία.[8]

2.4.5 Προδιαγραφές εφαρμογής του HIPAA Privacy Policy

Μια καλυπτόμενη οντότητα μπορεί να καθορίσει ότι οι πληροφορίες για την υγεία δεν αποτελούν ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες για την υγεία, μόνον εάν [8]:

1. Ένα πρόσωπο με τις κατάλληλες γνώσεις και πείρα με γενικώς αποδεκτές στατιστικές και επιστημονικές αρχές και μεθόδους για την παροχή πληροφοριών που δεν αναγνωρίζονται ατομικά και:
 - Η καλυπτόμενη οντότητα δεν έχει πραγματική γνώση ότι οι πληροφορίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από μόνες τους ή σε συνδυασμό με άλλες πληροφορίες για τον εντοπισμό ενός ατόμου που αποτελεί αντικείμενο των πληροφοριών.
 - Εγγράφει τις μεθόδους και τα αποτελέσματα της ανάλυσης που δικαιολογούν αυτόν τον προσδιορισμό.
2. Αφαιρούνται τα ακόλουθα αναγνωριστικά στοιχεία του ατόμου ή των συγγενών, των εργοδοτών ή των μελών του νοικοκυριού του ατόμου:

■ Ονόματα

- Όλες οι γεωγραφικές υποδιαιρέσεις μικρότερες από ένα κράτος, συμπεριλαμβανομένης της διεύθυνσης, της πόλης, του νομού, του περιβόλου, του ταχυδρομικού κώδικα και των ισοδύναμων γεωγραφικών κωδικών τους, εκτός από τα αρχικά τρία ψηφία ενός ταχυδρομικού κώδικα εάν, σύμφωνα με τα τρέχοντα διαθέσιμα στο κοινό δεδομένα:
 - Η γεωγραφική μονάδα που σχηματίζεται συνδυάζοντας όλους τους ταχυδρομικούς κώδικες με τα ίδια τρία αρχικά ψηφία περιέχει περισσότερους από 20.000 ανθρώπους.
 - Τα αρχικά τρία ψηφία ενός ταχυδρομικού κώδικα για όλες αυτές τις γεωγραφικές μονάδες που περιέχουν 20.000 ή λιγότερα άτομα μετατρέπονται σε 000.
- Όλα τα στοιχεία ημερομηνιών (εκτός από το έτος) για ημερομηνίες που σχετίζονται άμεσα με ένα άτομο, συμπεριλαμβανομένης της ημερομηνίας γέννησης, ημερομηνίας υποδοχής (σε μια υπηρεσία), ημερομηνίας απομάκρυνσης (από μια υπηρεσία), ημερομηνίας θανάτου κλπ. (τα στοιχεία αυτά μπορούν να συγκεντρωθούν σε μία μόνο κατηγορία, τα άτομα ηλικίας 90 ετών και άνω).
- Τηλέφωνα.
- Αριθμοί φαξ.
- Διευθύνσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Αριθμοί κοινωνικής ασφάλισης.
- Αριθμοί ιατρικών αρχείων.
- Αριθμοί δικαιούχων του πλάνου παροχής υπηρεσιών υγείας.
- Αριθμοί λογαριασμού.
- Αριθμοί πιστοποιητικών / αδειών.
- Αναγνωριστικά και σειριακοί αριθμοί οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των αριθμών πινακίδων κυκλοφορίας.
- Αναγνωριστικά συσκευών και σειριακοί αριθμοί.
- URLs
- Αριθμούς διεύθυνσης πρωτοκόλλου Internet (IP).
- Βιομετρικά αναγνωριστικά στοιχεία, συμπεριλαμβανομένων των δακτυλικών και φωνητικών εκτυπώσεων.
- Φωτογραφικές εικόνες πλήρους όψης και οποιεσδήποτε συγκρίσιμες εικόνες.

- Κάθε άλλος μοναδικός αριθμός, χαρακτηριστικό ή κωδικός αναγνώρισης, εκτός από τις περιπτώσεις που επιτρέπονται από την παράγραφο 3 του παρόντος ορισμού.
3. Μια καλυπτόμενη οντότητα μπορεί να αναθέσει έναν κωδικό ή άλλο μέσο ταυτοποίησης εγγραφών για να επιτρέψει τον επαναπροσδιορισμό των πληροφοριών που προσδιορίζονται στο παρόν τμήμα από την καλυπτόμενη οντότητα, υπό την προϋπόθεση ότι:
- Ο κωδικός ή άλλα μέσα ταυτοποίησης εγγραφών δεν προέρχονται από ή σχετίζονται με πληροφορίες σχετικά με το άτομο και δεν μπορούν να μεταφραστούν με άλλο τρόπο έτσι ώστε να προσδιορίζεται το άτομο
 - Η καλυπτόμενη οντότητα δεν χρησιμοποιεί ή αποκαλύπτει τον κωδικό ή άλλα μέσα αναγνώρισης εγγραφών για οποιονδήποτε άλλο σκοπό και δεν αποκαλύπτει τον μηχανισμό για επαναπροσδιορισμό

2.5 Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR)

Η ψηφιοποίηση της υγείας αναδεικνύει την ανάγκη για την προστασία των προσωπικών δεδομένων υγείας των ασθενών. Ο γενικός κανονισμός για την προστασία των δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU GDPR) λειτουργεί σε αυτό το πλαίσιο, ψηφίστηκε τον Απρίλιο του 2016 και τέθηκε σε ισχύ τον Μάιο του 2018 σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση [15]. Ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR) που αναγνωρίζει τα δεδομένα που αφορούν την υγεία ως ειδική κατηγορία δεδομένων και παρέχει έναν ορισμό για τα δεδομένα υγείας για τους σκοπούς της προστασίας τους. Αν και οι καινοτόμες αρχές που εισήγαγε ο GDPR παραμένουν σχετικές και ισχύουν και για τα δεδομένα υγείας, ο GDPR διασφαλίζει την προστασία τους. Οι διαδικασίες που ενθαρρύνουν την καινοτομία και την καλύτερη ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης, όπως κλινικές δοκιμές χρειάζονται ισχυρές διασφαλίσεις προστασίας δεδομένων για να διατηρήσουν την εμπιστοσύνη των ατόμων στους κανόνες που έχουν σχεδιαστεί για την προστασία των δεδομένων τους.[16]

2.6 Άλλες εφαρμογές για την παρακολούθηση της διάδοσης ασθενειών

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιαστούν κάποιες υπάρχουσες εφαρμογές, για την διάδοση των ασθενειών, για να σχηματιστεί μια ευρύτερη εικόνα γύρω από αυτόν τον τομέα. Να σημειωθεί πως τα παρακάτω παραδείγματα είναι εφαρμογές ιστού, σε αντίθεση με το Fluspot το οποίο αναπτύχθηκε για συσκευές Android.

2.6.1 Εφαρμογές παρακολούθηση της διάδοσης του Covid19

1. Tracking Coronavirus COVID-19

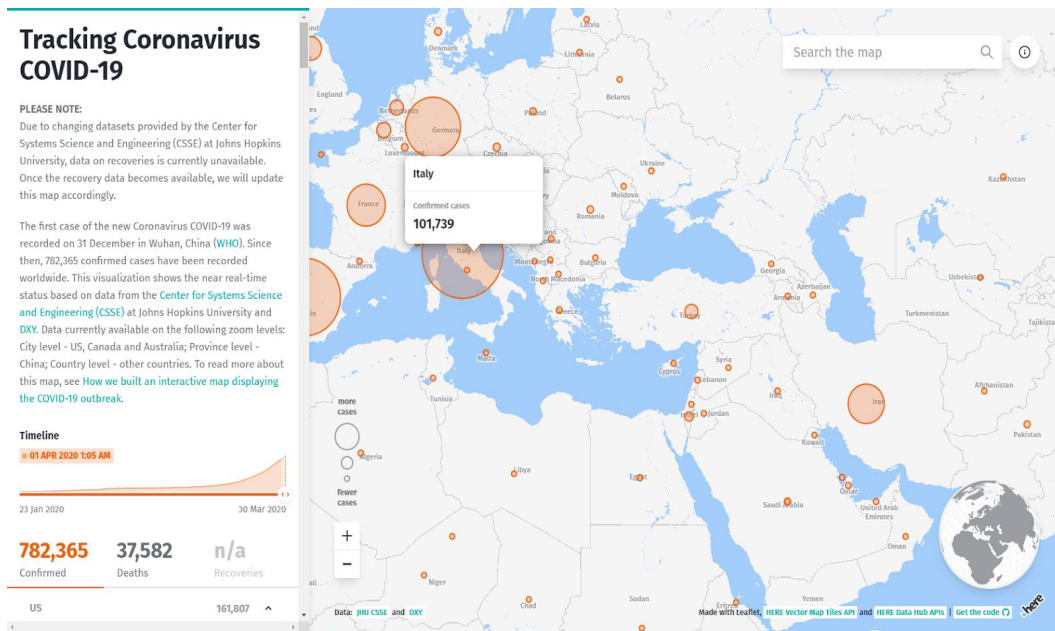
Περιγραφή

Με μια ματιά, ο χάρτης παρέχει μια επισκόπηση της τελευταίας κατάστασης του συνολικού αριθμού των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων, των θανάτων και των ασθενών που έχουν αναρρώσει. Οι αριθμοί αυτοί κατανέμονται ανά χώρα, και στην περίπτωση της Κίνας ανά επαρχία.

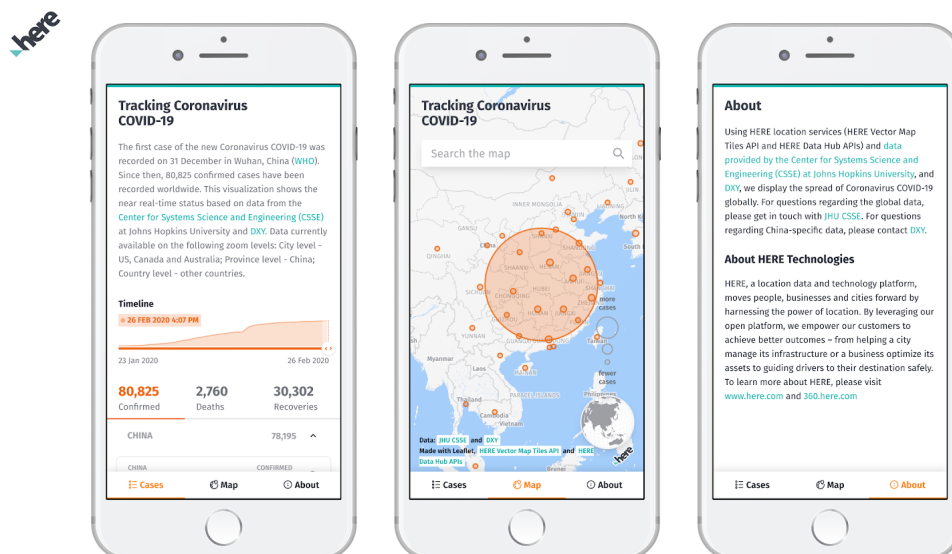
Δεδομένα

Τα δεδομένα προέρχονται από το CSSE στο Πανεπιστήμιο Johns Hopkins (JHU). Για να παρέχονται συχνότερες ενημερώσεις δεδομένων για την κατάσταση στην Κίνα, αντλούνται δεδομένα απευθείας από τον ιστότοπο DXY.

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 4



Εικόνα 5

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων

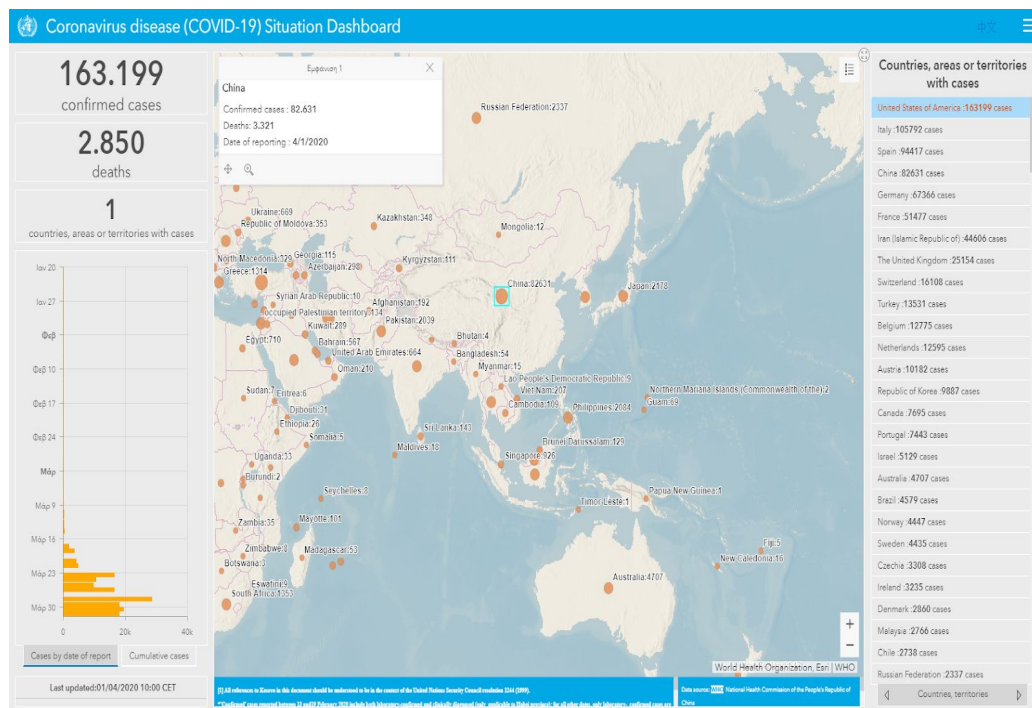
2. Coronavirus disease (COVID-19) Situation Dashboard

Περιγραφή

Ένας απλός χάρτης απεικόνισης του αριθμού των κρουσμάτων του κορονοϊού. Αυτός ο χάρτης παρέχει καθημερινά τους παγκόσμιους αριθμούς κρουσμάτων και τους αριθμούς των κρουσμάτων Covid19 ανά χώρα.

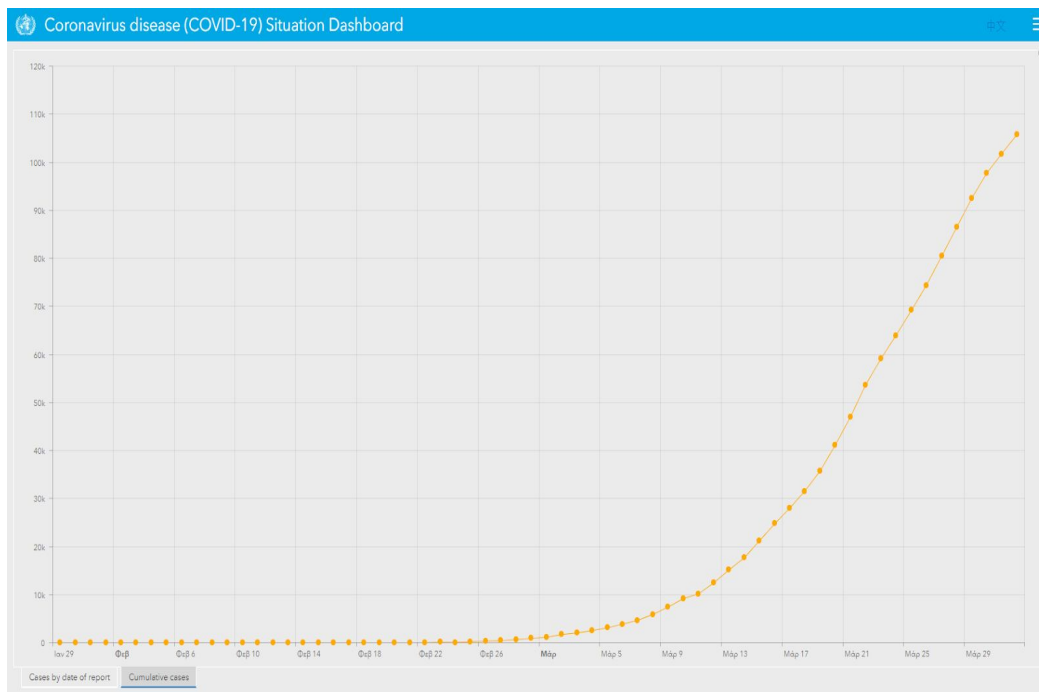
Δεδομένα

Τα δεδομένα προέρχονται από τον WHO και την εθνική Επιτροπή Υγείας της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας



Εικόνα 6

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 7

3. Coronavirus COVID-19 Global Cases by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)

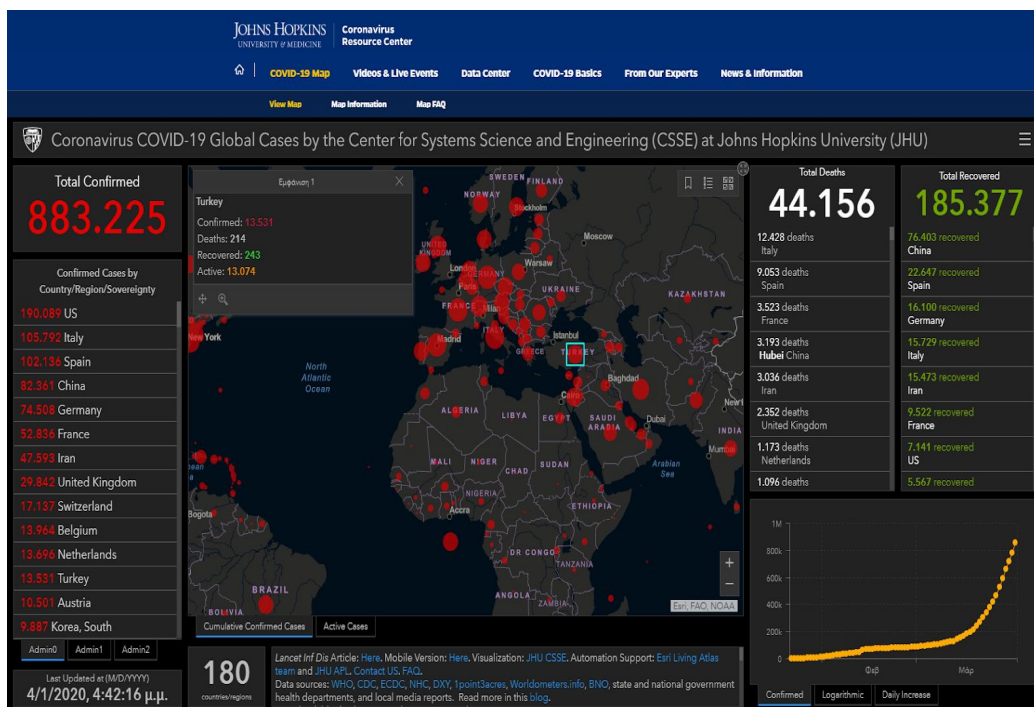
Περιγραφή

Ένας χάρτης με αρκετή πληροφορία και διάφορους τρόπους απεικόνισης των δεδομένων σχετικά με τον κορονοϊό. Η απεικόνιση των δεδομένων γίνεται σε παγκόσμιο χάρτη, στήλες μετρήσεων και διάφορα γραφήματα.

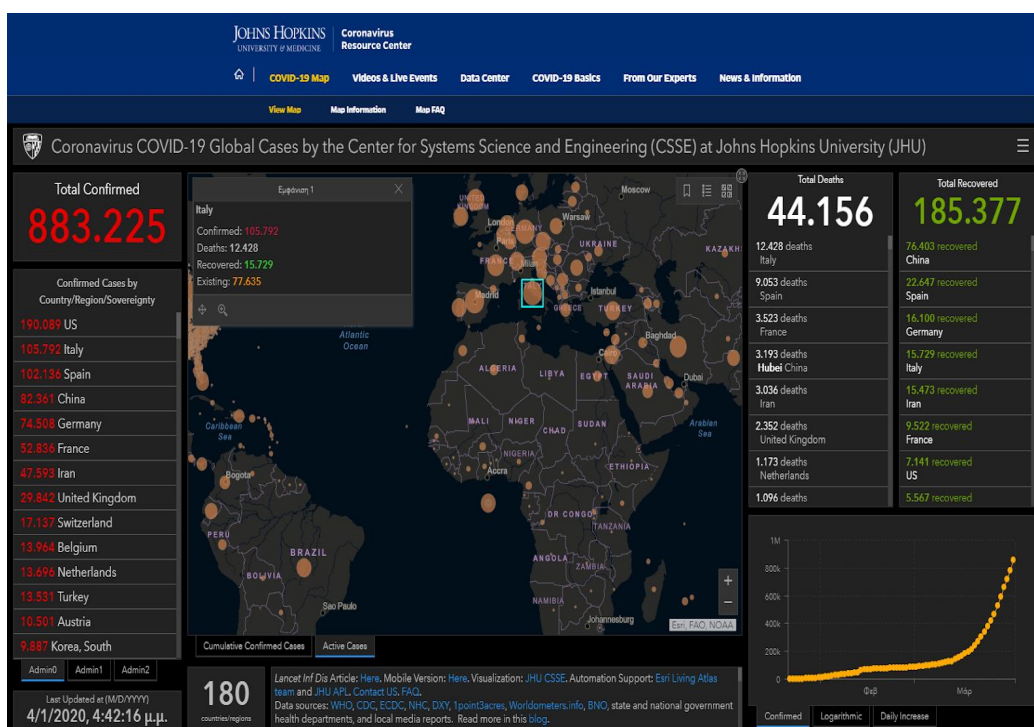
Δεδομένα

Οι πηγές δεδομένων είναι ο WHO, τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων των ΗΠΑ, το Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Ελέγχου Νόσων, η Εθνική Επιτροπή Υγείας της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας, το 1point3acres, το Worldometers.info, BNO, τις τοπικές αναφορές των μέσων ενημέρωσης και το DXY, μία από τις μεγαλύτερες σε απευθείας σύνδεση κοινότητες του κόσμου για τους γιατρούς, τους επαγγελματίες υγείας, και τα φαρμακεία.

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 8



Εικόνα 9

2.6.2 Εφαρμογές παρακολούθησης της διάδοσης του εποχικής γρίπης

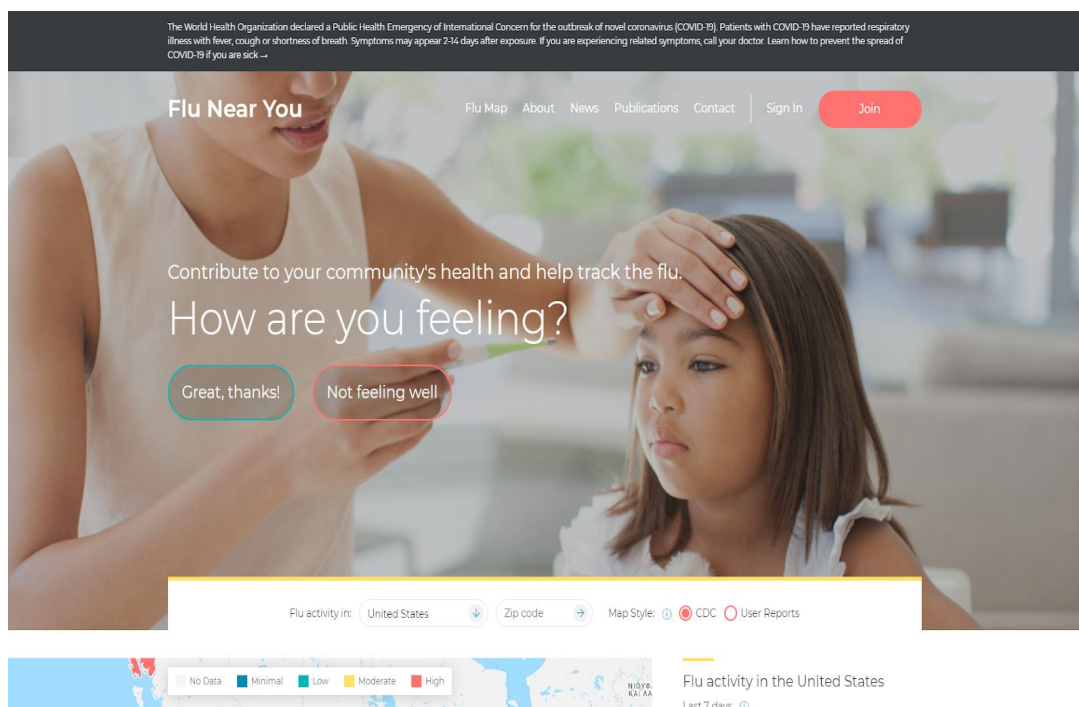
1. Flu Near You

Περιγραφή

Η εφαρμογή αφορά την μετάδοση της γρίπης στις ΗΠΑ. Σου επιτρέπει να παρακολουθήσεις την μετάδοση της γρίπης σε χάρτη αλλά και σε γραφήματα. Ακόμη, έχει αναπτυχθεί λειτουργία που σε βοηθά να βρεις κοντινές περιοχές που θα μπορείτε να κάνετε εμβόλιο.

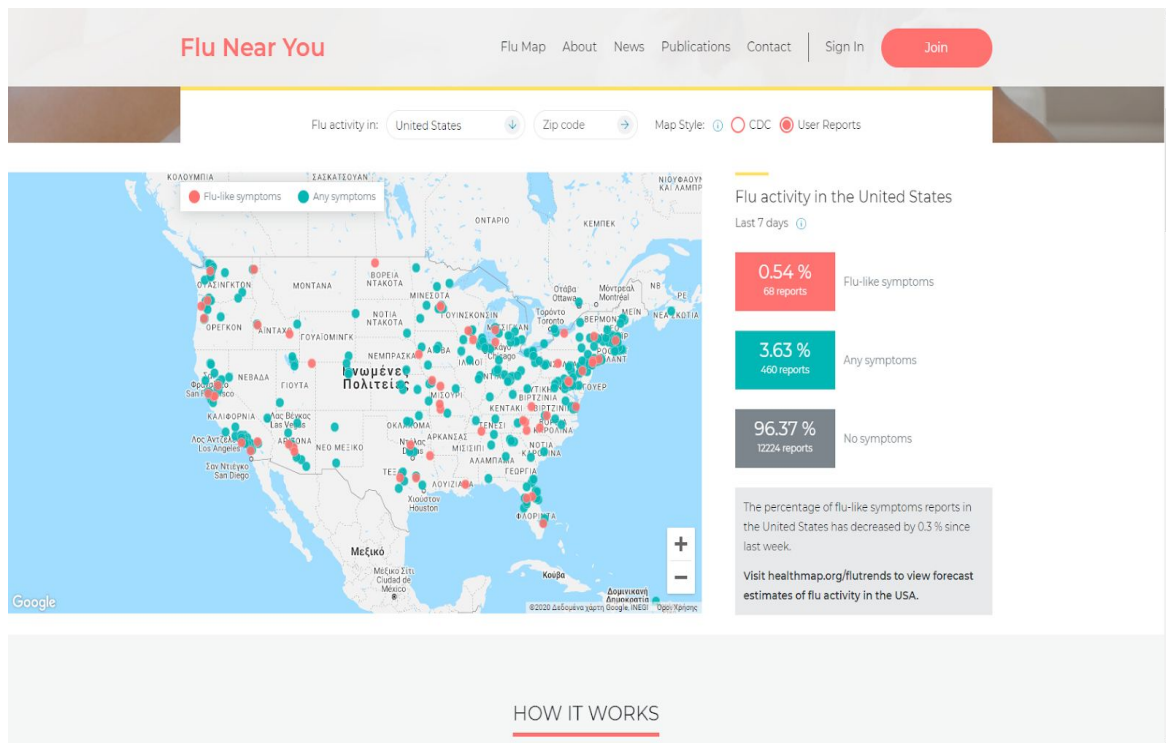
Δεδομένα

Η πηγή δεδομένων της εφαρμογής είναι οι χρήστες της. Η εφαρμογή επιτρέπει να δηλώσεις ότι παρουσίασες συμπτώματα γρίπης και με αυτόν τον τρόπο μπορείς να συνεισφέρεις στην συλλογή δεδομένων.

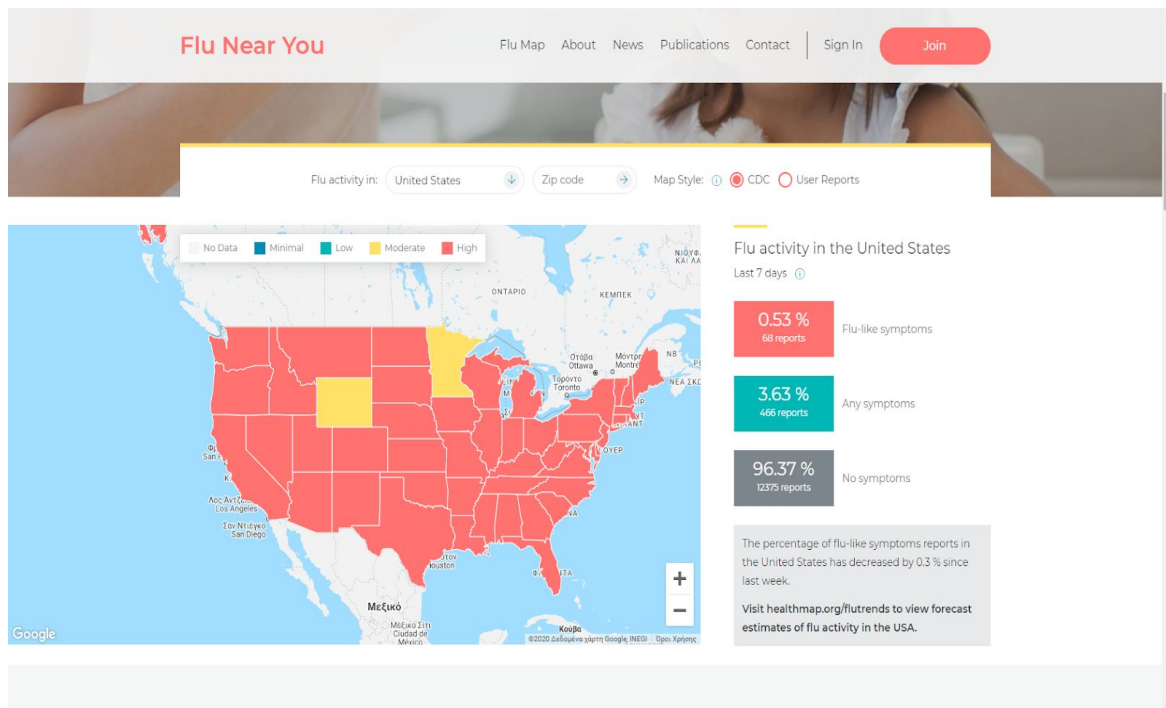


Εικόνα 10

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 11



Εικόνα 12

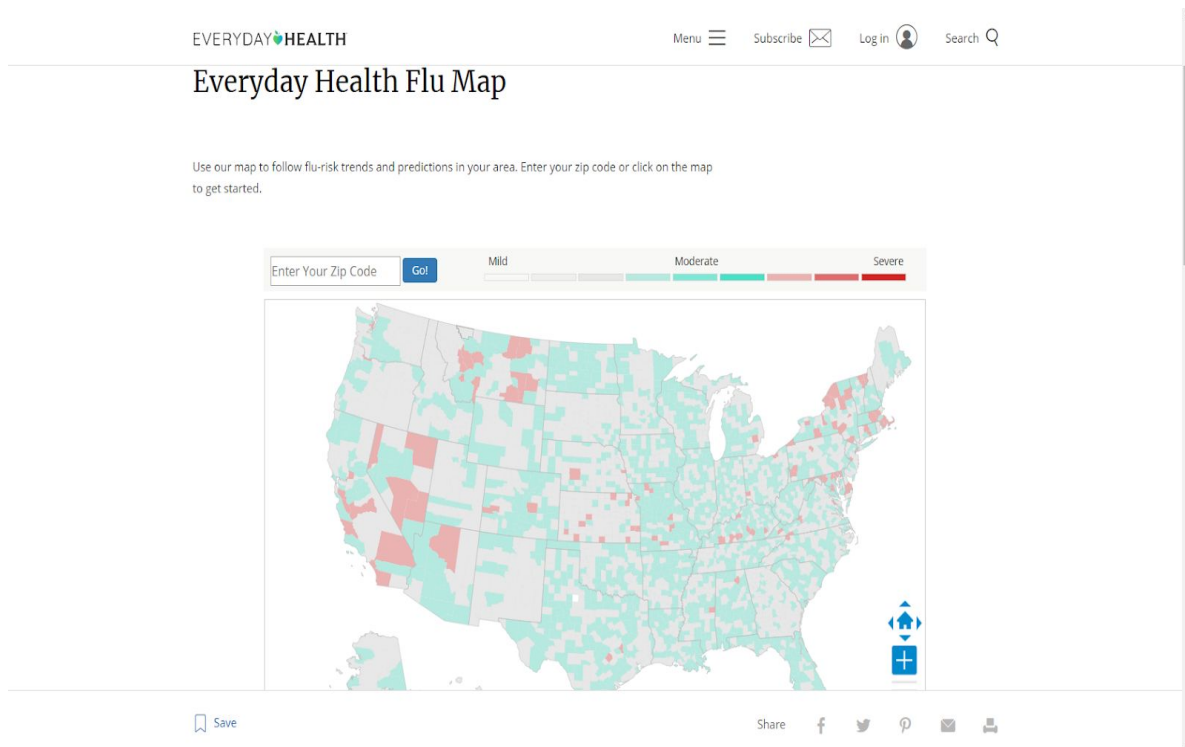
2. Everyday Health Flu Map

Περιγραφή

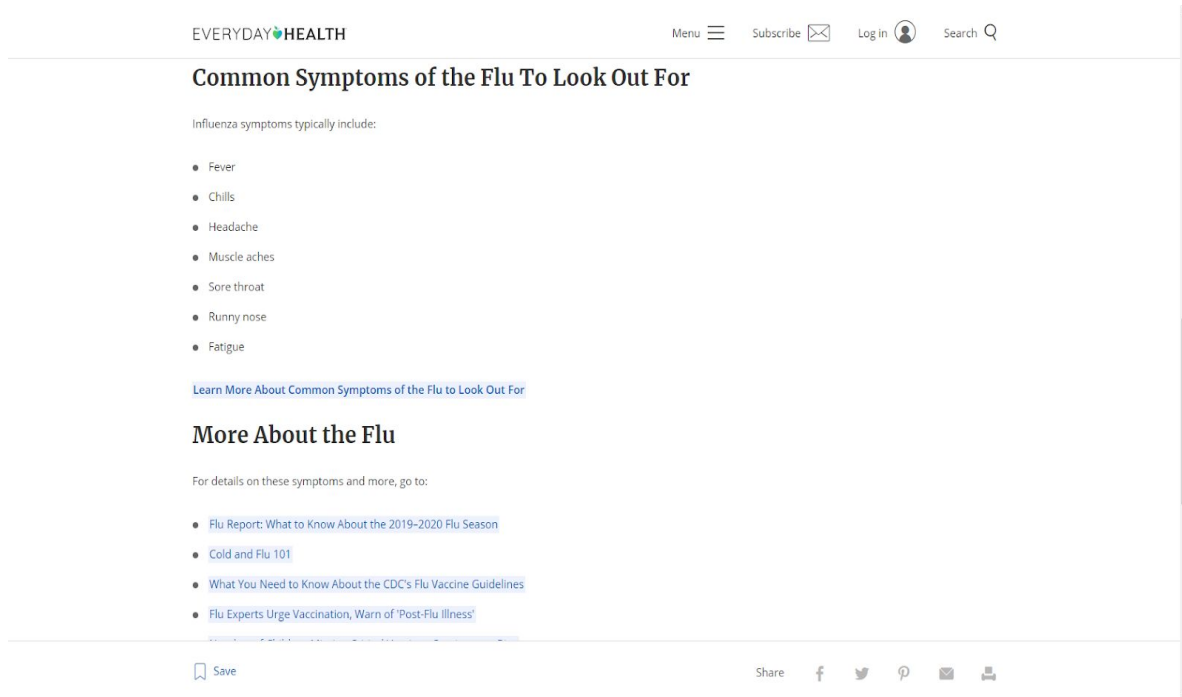
Η εφαρμογή αφορά την μετάδοση της γρίπης στις ΗΠΑ. Σκοπός είναι να προβλέψει την επικινδυνότητα της διάδοσης της γρίπης σε διάφορες περιοχές. Επίσης, προσφέρει γενικότερη ενημέρωση σχετικά με την γρίπη.

Δεδομένα

Η εφαρμογή αντλεί δεδομένα απο το CDC, το Twitter και άλλες πλατφόρμες κοινωνικών μέσων, καθώς και από έρευνες στο διαδίκτυο και στις τοπικές και περιφερειακές πληροφορίες καιρού.



Εικόνα 13



Εικόνα 14

3. Cold & Flu Activity

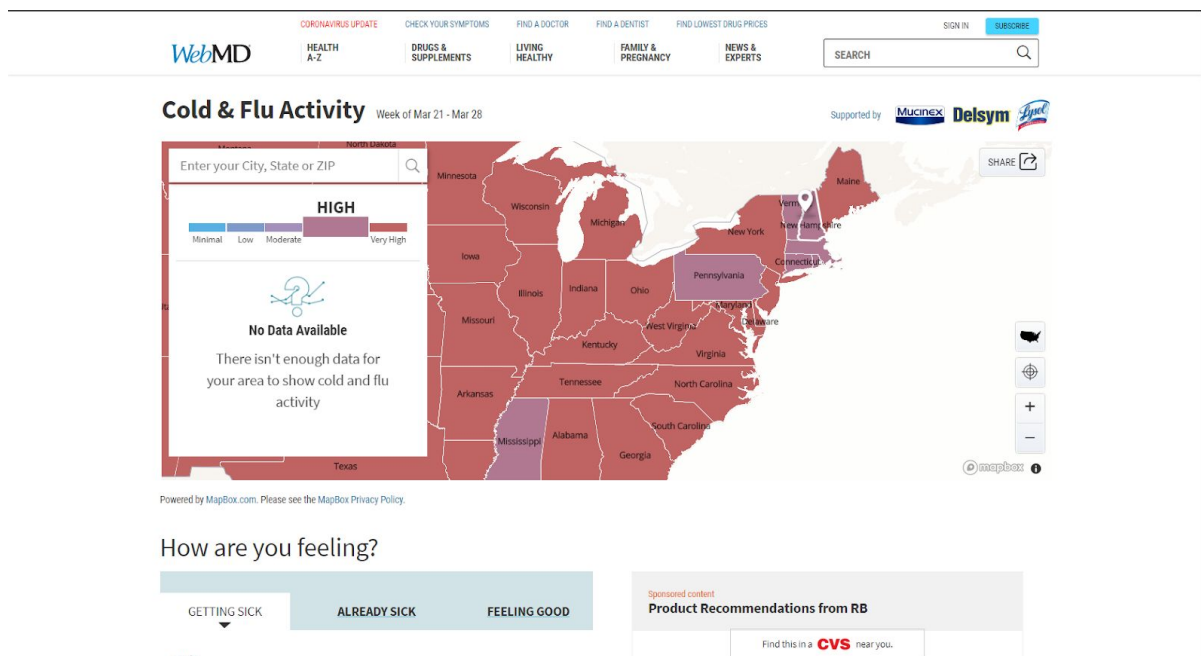
Περιγραφή

Η εφαρμογή αφορά την μετάδοση της γρίπης στις ΗΠΑ. Σκοπός είναι να προβλέψει την επικινδυνότητα της διάδοσης της γρίπης σε διάφορες περιοχές. Επίσης, προσφέρει ενημέρωση σχετικά με διάφορα στάδια της γρίπης.

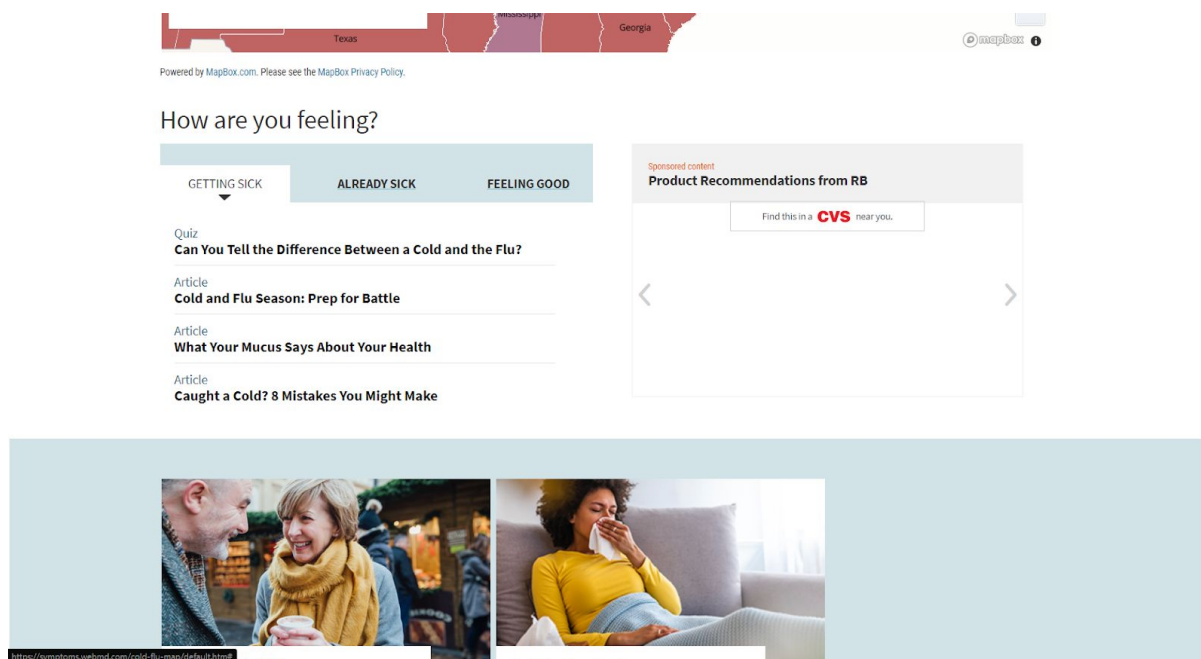
Δεδομένα

Η εφαρμογή αντλεί δεδομένα από το WebMD.

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 15



Εικόνα 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ FLUSPOT

3.1 Ανάλυση λειτουργιών συστήματος

3.1.1 Καταγραφή συμπτωμάτων πυρετού

Η λειτουργία καταγραφής της θερμοκρασία του σώματος χρησιμοποιεί ένα αυτοσχέδιο θερμόμετρο και έχει σκοπό να βοηθήσει τον χρήστη να εντοπίσει πιθανώς συμπτώματα πυρετού που προέρχονται από γρίπη. Αρκετά ενδιαφέρον θα ήταν η χρήση συστημάτων Wireless Body Area Network (WBAN) τα οποία θα επέτρεπαν την συνεχή παρακολούθηση και θα έδινε επιπλέον δυνατότητες στην συλλογή δεδομένων για διαφορετικά συμπτώματα.

3.1.2 Παρακολούθηση της διάδοση της εποχικής γρίπης

Η εφαρμογή δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να αναφέρουν ότι παρουσιάζουν ύποπτα συμπτώματα που είναι πιθανό να σχετίζονται με την εποχική γρίπη. Για την συλλογή αυτών των δεδομένων έχει δημιουργηθεί ένα Rest API που συγκρατεί τα δεδομένα σε μία βάση. Τα δεδομένα αυτά είναι προσβάσιμα στους χρήστες και παρουσιάζονται σε χάρτη για να μπορέσουν να σχηματίζουν μια εικόνα σχετικά με την μετάδοση της γρίπης ανα περιοχή.

3.1.3 Παρακολούθηση διαδοσης του ιού Covid19

Η εφαρμογή προσφέρει λειτουργία που στοχεύει να ενημερώσει τους χρήστες του σχετικά με τη διάδοση του Covid19. Για καλύτερη επίβλεψη, παρουσιάστε αυτά τα δεδομένα σε χάρτη. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί μια εξωτερική πηγή και συγκεκριμένα ένα API. Η επιλογή εξωτερικής πηγής έγινε για λόγους εγκυρότητας των δεδομένων.

3.2 Αρχιτεκτονικής του Fluspot για την λειτουργία της παρακολούθηση της διάδοσης της εποχικής γρίπης

Σχετικά με την παρακολούθηση της διάδοσης της εποχικής γρίπης το σύστημα εκτείνεται από το φορητό τεχνούργημα σε μια εφαρμογή για κινητά με δυνατότητες crowdsourcing που βασίζεται σε σύστημα cloud (API). Για τον Covid19, αντλούνται δεδομένα από εξωτερική πηγή(API). Μια πιο αναλυτική επισκόπηση της αρχιτεκτονικής παρουσιάζεται στην Εικόνα 17 και συζητείται παρακάτω :

3.2.1 Φορητό τεχνούργημα - καταγραφή συμπτωμάτων

Το φορητό πρωτότυπο τεχνούργημα αποτελείται από ένα Arduino που παρακολουθεί συνεχώς τη θερμοκρασία του χρήστη του. Για τους σκοπούς του πρωτότυπου, το αντικείμενο έχει προσαρμοστεί σε ένα περιβραχιόνιο καθιστώντας το αρκετά άνετο να το φοράτε, ενώ εξακολουθεί να είναι σε θέση να εκτελεί τακτικές καθημερινές εργασίες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 27.

Το φορητό χειροποίητο αντικείμενο παρακολουθεί συνεχώς τη θερμοκρασία του σώματος του χρήστη. Όταν συνδυάζεται με μια κινητή συσκευή αυτές οι εγγραφές συγχρονίζονται με αυτήν.

3.2.2 Εφαρμογή κινητού - παρακολούθηση και διαμοιρασμός

Η εφαρμογή εκτελείται σε συσκευές Android. Χρησιμοποιεί Bluetooth για να επιτύχει επικοινωνία με το φορητό αντικείμενο και μια σύνδεση στο Διαδίκτυο για την ανταλλαγή δεδομένων, σχετικά με την εξάπλωση της εποχικής γρίπης με την πλατφόρμα cloud που κατασκευάσαμε (API), και του Covid19 με την χρήση ενός άλλου API (εξωτερικοί πηγή).

Κάθε χρήστης της εφαρμογής, με ή χωρίς τη φορητή συσκευή, μπορεί ανεξάρτητα και ανώνυμα να αναφέρει τυχόν ύποπτα συμπτώματα που μπορεί να σχετίζονται με την εποχική γρίπη στην πλατφόρμα cloud. Για να μοιραστείτε ή να συλλέξετε δεδομένα από την πλατφόρμα cloud αντίστοιχα, δημιουργήθηκε ένα REST API. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί το API για την πρόσβαση στα δεδομένα που προέρχονται από τους χρήστες και την παρουσίασή τους σε ένα χάρτη που επιτρέπει στον χρήστη του να παρακολουθεί και να αξιολογεί τη μετάδοση της γρίπης ανά περιοχή.

Η εφαρμογή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά σε συνδυασμό με το φορητό τεχνούργημα που λειτουργεί ως UI, επιτρέποντας στον χρήστη να ελέγχει απλά τις τιμές των παραμέτρων που παρακολουθούνται. Εναλλακτικά, ο χρήστης θα μπορούσε να επιλέξει να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή για κινητά ως εργαλείο ενημέρωσης σχετικά με τα δεδομένα που προέρχονται από τους χρήστες, χωρίς να υποβάλει ποτέ δεδομένα στην πλατφόρμα. Ουσιαστικά, κάθε χρήστης, με βάση τις προτιμήσεις απορρήτου του, μπορεί να εκμεταλλευτεί το σύστημα με τον πιο κατάλληλο τρόπο.

3.3 Συλλογή δεδομένων

Το απόρρητο και ο σεβασμός για τον χρήστη ήταν ζωτικής σημασίας σε όλη τη διάρκεια του σχεδιασμού του Fluspot. Η εφαρμογή διασφαλίζει την ανωνυμία των χρηστών της, καθώς δεν αποκαλύπτει δεδομένα που μπορούν άμεσα ή έμμεσα να αναγνωρίσουν έναν χρήστη σε κανέναν και δεν αποθηκεύει τέτοιες πληροφορίες στο cloud. Η εφαρμογή επεξεργάζεται δεδομένα σχετικά με την θερμοκρασία του σώματος και δεδομένα τοποθεσίας του χρήστη στην κινητή εφαρμογή του χρήστη και μόνο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τι και πότε θα διαμοιράσει από αυτά τα δεδομένα.

Η εφαρμογή Fluspot για κινητά δεν αποθηκεύει μόνιμα ή για μεγάλο χρονικό διάστημα φυσιολογικά δεδομένα, καθώς στοχεύει μόνο να βοηθήσει τον χρήστη να διαγνώσει έγκαιρα τα συμπτώματα. Επιπλέον, τέτοιες ροές δεδομένων δεν είναι χρήσιμες για την πλατφόρμα cloud, επομένως δεν μεταδίδονται ποτέ από την εφαρμογή σε αυτήν.

Η μόνη πληροφορία που μπορεί να σχετίζεται άμεσα με τον χρήστη, που κοινοποιείται στην κοινότητα των χρηστών της πλατφόρμας, είναι η τοποθεσία. Για να αντιμετωπιστεί αυτό, όταν ένας χρήστης υποβάλλει την τοποθεσία του, αυτές οι πληροφορίες τοποθεσίας αντικαθίστανται από μια τυχαία με ακτίνα 500 μέτρων. Αυτό δεν βλάπτει τη χρησιμότητα του συστήματος καθώς, ενώ η τοποθετησία των αναφερόμενων περιπτώσεων είναι απαραίτητη για τη λειτουργικότητα της εφαρμογής, δεν είναι απαραίτητη η ακριβής τοποθεσία του χρήστη. Έτσι, διατηρείται το απόρρητο της τοποθεσίας χρήστη.

Η πληροφόρηση σχετικά με το θέμα του κορονοϊού είναι μεγάλη και προέρχεται από διάφορες πηγές, πολλές από τις οποίες δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και προκαλούν προβλήματα στην κοινωνία και στην ψυχολογία των πολιτών. Θεωρήθηκε σημαντικό, λοιπόν, η πηγή δεδομένων να μην είναι οι χρήστες της εφαρμογής αλλά πηγές δεδομένων που αναφέρουν μόνο επιβεβαιωμένα κρούσματα για να αποφευχθεί η παραπληροφόρηση.

Η συλλογή δεδομένων, σχετικά με την μετάδοση του Covid19, γίνεται με την χρήση του Novel COVID API (Εξωτερική πηγή) το οποίο προσφέρεται δωρεάν και αξιοποιεί δεδομένα από το Johns Hopkins University, τους New York Times, τον ιστότοπο του Worldometers και των Apple reports.

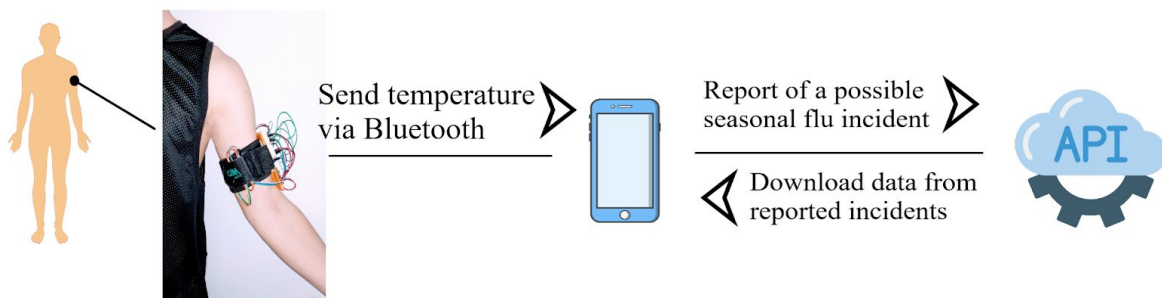
Τα δεδομένα που σχετίζονται με τον πανδημία που οφείλεται στον Covid19 κατηγοριοποιούνται ανα χώρα και είναι τα εξής :

- Σημερινές επιβεβαιωμένες περιπτώσεις προσβολής από τον Covid19
- Συνολικές επιβεβαιωμένες περιπτώσεις προσβολής από τον Covid19

- Σημερινοί καταγεγραμμένοι θάνατοι που οφείλονται στον Covid19
- Συνολικοί καταγεγραμμένοι θάνατοι που οφείλονται στον Covid19
- Συνολικός αριθμός ασθενών οι οποίοι βρίσκονται σε κρίσιμη κατάσταση
- Συνολικός αριθμός ασθενών οι οποίοι έχουν αναρρώσει πλήρως

Να σημειωθεί πως η ανάπτυξη του API βρίσκεται σε εξέλιξη και οι νεότερες εκδόσεις του να προσφέρουν διαφορετικά δεδομένα από διαφορετικές πηγές.

Fluspot Architecture



Εικόνα 17

3.4 Σε ποιους απευθύνεται η εφαρμογή Fluspot

Γενικά, σε αντίθεση με κάποιες παρόμοιες εφαρμογές το fluspot δεν απευθύνεται μόνο σε ανεπτυγμένες χώρες όπως η Αμερική ή η Κίνα αλλά προορίζεται για χρήση σε οποιαδήποτε χώρα.

Σε επίπεδο χρηστών, το τεχνούργημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ανηλίκους ή ηλικιωμένους για τους οποίους είναι υπεύθυνο ένα άτομο, ακόμη δίνει τη δυνατότητα αναφοράς σε μια μονάδα φροντίδας με σκοπό τη βελτίωση του κόστους και της αποτελεσματικότητας των εργαζομένων στον τομέα αυτό.

Η εφαρμογή για κινητά, από την άλλη πλευρά, απευθύνεται σε όλους, από γονείς μικρών παιδιών που προσπαθούν να αποφύγουν τη γρίπη, τους ηλικιωμένους και τα άτομα με χρόνιες ασθένειες όπως το άσθμα που προσπαθούν να διαχειριστούν την έκθεσή τους σε κινδύνους για την υγεία, ακόμη και σε κάποιον που σχεδιάζει ένα επαγγελματικό ταξίδι ή διακοπές.

Οι ίδιοι οι γιατροί μπορούν να επωφεληθούν από το προτεινόμενο σύστημά μας, έχοντας πρόσβαση σε ενημερωμένες πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να συμβουλέψουν καλύτερους ασθενείς.

Τέλος, σχετικά με τον Covid19 η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιείται από όλους για την εύκολη καθημερινή ενημέρωση για την εξάπλωση του ιού σε όλο τον κόσμο. Έτσι θα έχει αρχική εικόνα για τα επίπεδα κινδύνου ανα χώρα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ FLUSPOT

4.1 Τεχνολογίες

4.1.1 Android

Το λειτουργικό σύστημα Android είναι ένα λειτουργικό σύστημα κινητών το οποίο αναπτύχθηκε από την Google και χρησιμοποιείται κυρίως για συσκευές αφής, κινητά τηλέφωνα και tablet. Η Google χρησιμοποιεί επίσης λογισμικό Android σε τηλεοράσεις, αυτοκίνητα και ρολόγια χειρός, το καθένα από τα οποία είναι εξοπλισμένο με ένα μοναδικό περιβάλλον διεπαφής.

4.1.1.1 Η επιλογή του Android;

Είναι αδιαμφισβήτητο ότι η χρήση των κινητών συσκευών έχει γίνει κομμάτι της καθημερινότητά μας. Η επιλογή, για την αξιοποίηση των κινητών συσκευών και πιο συγκεκριμένα των συσκευών που τρέχουν λειτουργικό σύστημα Android, έγινε επειδή τα κινητά τηλέφωνα είναι προσβάσιμα σε οποιοδήποτε σημείο της καθημερινότητάς μας, δηλαδή, η πρόσβαση είναι εύκολη και αυτονόητη για το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού.

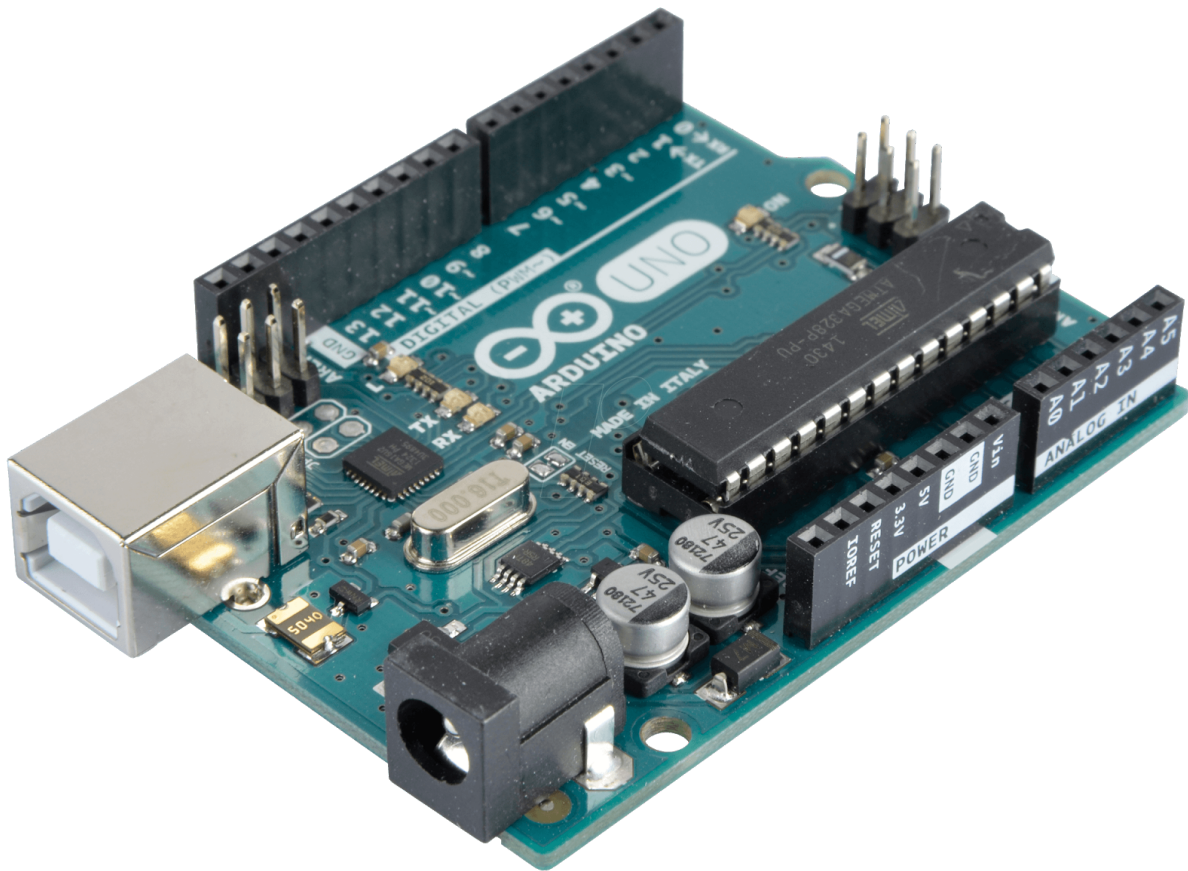
Ωστόσο, υπάρχουν και διαφορετικές επιλογές σε λειτουργικά συστήματα όπως το IOS. Η διαδικασία της ανάπτυξης, με την χρήση του framework React Native, μπορεί να συνδυάσει την ανάπτυξη των εφαρμογών και για τα δύο λειτουργικά που αναφέρθηκαν. Τα παραπάνω, θα ήταν μια πολύ ενδιαφέρουσα κίνηση στο μέλλον, εάν η εφαρμογή γινόταν διαθέσιμη στο κοινό.

4.1.2 Arduino

Το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής που μπορεί να συνδεθεί με έναν ή περισσότερους αισθητήρες και να σας βοηθήσει να καταγράψετε δεδομένα ή πληροφορίες και στη συνέχεια να τα μεταφέρετε στον επεξεργαστή. Το όλο σύστημα θα συνδεθεί μέσω ασύρματων τρόπων επικοινωνίας όπως Bluetooth, WiFi ή cellular data. Με την διαρκή εξέλιξη του Internet of Things συνεχώς

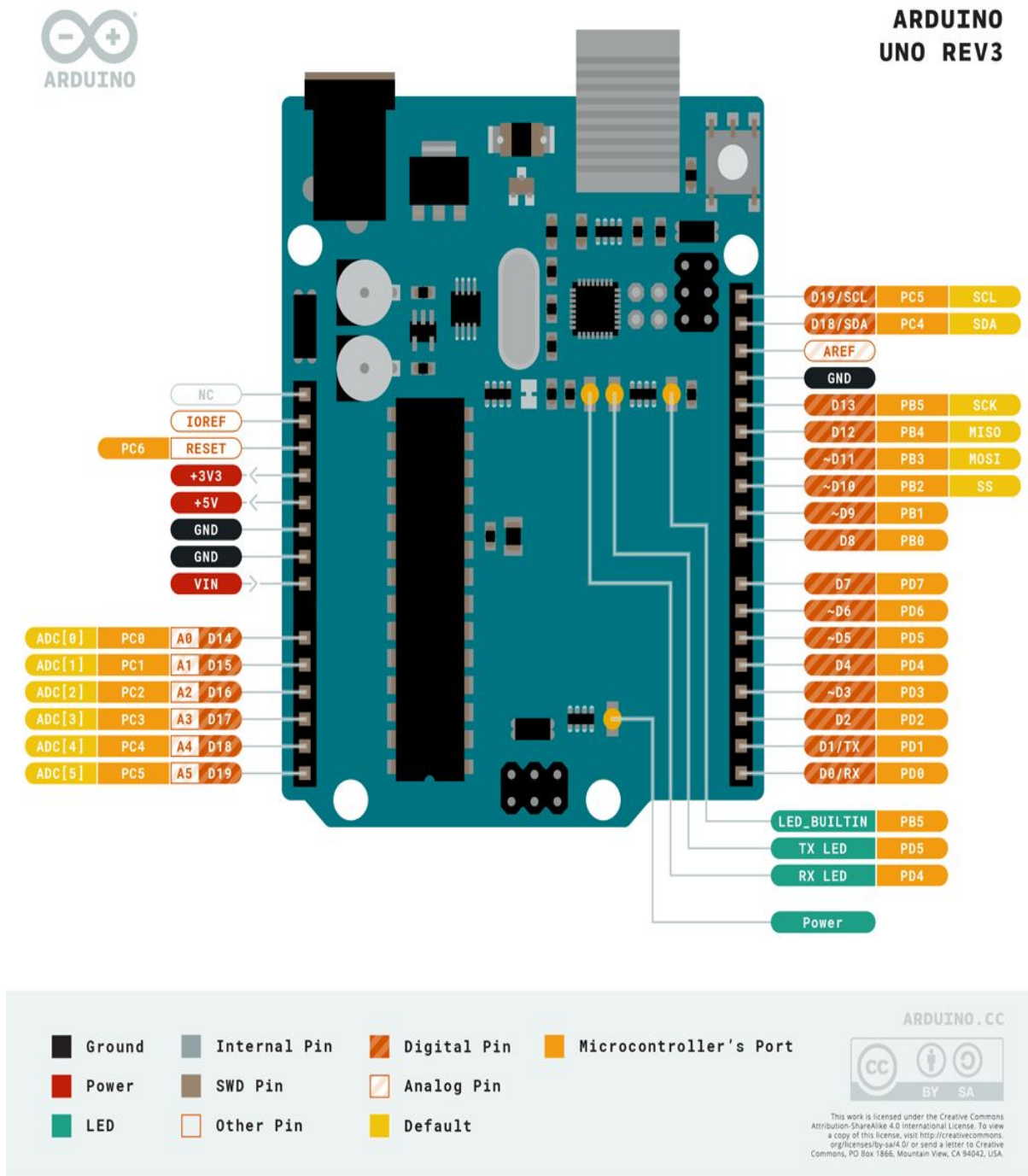
Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων

προκύπτουν νέες, βελτιωμένες επιλογές στον τομέα του hardware. Σε αυτήν την περίπτωση επιλέχθηκε το Arduino UNO.



Εικόνα 18

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 19

4.1.2.1 Η επιλογή του Arduino;

Υπάρχουν πολλοί άλλοι μικροελεγκτές και πλατφόρμες μικροελεγκτών. Το Parallax Basic Stamp, το BX-24 της Netmedia, τα Phidgets, το Handyboard του MIT και πολλά άλλα προσφέρουν παρόμοια λειτουργικότητα. Όλα αυτά τα εργαλεία όμως είναι δύσκολα σε σχέση με τα συστήματα arduino.

Το Arduino χάρη στο απλό user interface, έχει χρησιμοποιηθεί σε χιλιάδες διαφορετικά έργα και εφαρμογές, πολλά από τα οποία βρίσκονται ελεύθερα στο διαδίκτυο. Το λογισμικό Arduino είναι εύκολο στη χρήση για αρχάριους, αλλά αρκετά ευέλικτο για τους προχωρημένους χρήστες. Εκτελείται σε Mac, Windows και Linux. Επίσης, προσφέρεται online IDE και κάνει την εγκατάσταση προγραμμάτων προαιρετική. Αυτά σε συνδυασμό με το χαμηλό του κόστος το καθιστούν συχνή επιλογή στον εκπαιδευτικό τομέα. Έτσι, έγινε η επιλογή της χρήσης μια μονάδας Arduino UNO για να κατασκευαστεί το σύστημα καταγραφής της θερμοκρασίας του σώματος.

4.1.3 Βάση Δεδομένων

Για την αποθήκευση των δεδομένων, σχετικά με την διάδοση της εποχικής γρίπης, που αναρτούν οι χρήστες της εφαρμογής στο σύστημα χρησιμοποιείται μια βάση δεδομένων.

Μια βάση δεδομένων είναι μια οργανωμένη συλλογή δομημένων πληροφοριών ή δεδομένων, που συνήθως αποθηκεύονται ηλεκτρονικά σε ένα σύστημα υπολογιστή. Μια βάση δεδομένων συνήθως ελέγχεται από ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Τα δεδομένα, το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων και οι εφαρμογές που σχετίζονται με αυτά, αναφέρονται ως σύστημα βάσεων δεδομένων, συχνά συντομευμένο σε βάση δεδομένων.

Τα δεδομένα των πιο συνηθισμένων τύπων βάσεων δεδομένων που λειτουργούν σήμερα τυπικά διαμορφώνονται σε σειρές και στήλες σε μια σειρά πινάκων για την αποτελεσματική διεξαγωγή ερωτήσεων στη βάση (π.χ αναζήτηση). Τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να είναι εύκολα προσβάσιμα, να διαχειρίζονται, να τροποποιούνται, να ενημερώνονται, να ελέγχονται και να οργανώνονται. Οι περισσότερες βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούν δομημένη γλώσσα επερώτησης (SQL) για την εγγραφή και την αναζήτηση δεδομένων.

4.1.3.1 SQL

Η SQL είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται από σχεδόν όλες τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων για την αναζήτηση, τον χειρισμό και τον ορισμό δεδομένων και την παροχή ελέγχου πρόσβασης. Η SQL αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην IBM τη δεκαετία του '70 με την Oracle ως τον κύριο συντελεστή, ο οποίος οδήγησε στην εφαρμογή του προτύπου SQL ANSI, η SQL έχει ωθήσει πολλές επεκτάσεις από εταιρείες όπως η IBM, η Oracle και η Microsoft. Παρόλο που η

SQL εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα, αρχίζουν να εμφανίζονται νέες γλώσσες προγραμματισμού.

4.1.4 Rest API

Το RESTful API είναι ένα Application Program Interface (API) που χρησιμοποιεί αιτήματα HTTP για GET, PUT, POST και DELETE δεδομένων. Ένα API για έναν ιστότοπο είναι κωδικός που επιτρέπει σε δύο προγράμματα λογισμικού να επικοινωνούν μεταξύ τους.. Ένα RESTful API αναφέρεται επίσης ως υπηρεσία διαδικτύου RESTful ή REST API βασίζεται σε REpresentational State Transfer (REST), μία αρχιτεκτονική τεχνική και μια προσέγγιση επικοινωνίας που χρησιμοποιείται συχνά στην ανάπτυξη υπηρεσιών Ιστού.

Το Rest API παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον Roy Fielding το 2000 στη διάσημη διατριβή του. Όπως κάθε άλλο αρχιτεκτονικό στυλ, το REST έχει επίσης 6 δικούς του περιορισμούς που πρέπει να ικανοποιηθούν εάν μια διεπαφή πρέπει να αναφέρεται ως RESTful. Αυτές οι αρχές παρατίθενται παρακάτω.

Κατευθυντήριες Αρχές της REST [9]:

Use of a uniform interface (UI)

Οι πόροι πρέπει να είναι μοναδικά αναγνωρίσιμοι μέσω μίας μόνο διεύθυνσης URL και μόνο με τη χρήση των υποκείμενων μεθόδων του πρωτοκόλλου δικτύου, όπως GET, PUT, POST και DELETE με HTTP, θα πρέπει να είναι δυνατή η χειραγώγηση ενός πόρου.

Client-server based

Πρέπει να υπάρχει σαφής οριοθέτηση μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή. Αυτή η χαλαρή σύζευξη του πελάτη και του διακομιστή επιτρέπει στον καθένα να αναπτυχθεί και να ενισχυθεί ανεξάρτητα από τον άλλο.

Stateless

Κάθε αίτημα από πελάτη σε διακομιστή πρέπει να περιέχει όλες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την κατανόηση του αιτήματος και δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί οποιοδήποτε

αποθηκευμένο περιβάλλον στο διακομιστή. Συνεπώς, η κατάσταση της περιόδου σύνδεσης διατηρείται εξ ολοκλήρου στον πελάτη.

Cacheable

Όλοι οι πόροι θα πρέπει να επιτρέπουν την προσωρινή αποθήκευση εκτός και αν αναφέρεται ρητά ότι δεν είναι δυνατή η προσωρινή αποθήκευση.

Layered system

Το REST επιτρέπει μια αρχιτεκτονική που αποτελείται από πολλαπλά επίπεδα διακομιστών.

Code on demand (προαιρετικό)

Τις περισσότερες φορές, ένας διακομιστής θα στέλνει πίσω στατικές αναπαραστάσεις πόρων με τη μορφή XML ή JSON. Ωστόσο, όταν είναι απαραίτητο, οι διακομιστές μπορούν να στείλουν εκτελέσιμο κώδικα στον πελάτη. Η λειτουργία REST επιτρέπει την επέκταση της λειτουργικότητας του πελάτη με τη λήψη και την εκτέλεση κώδικα με τη μορφή μικροεφαρμογών ή σεναρίων. Αυτό απλοποιεί τους πελάτες μειώνοντας τον αριθμό των λειτουργιών που απαιτούνται για την προετοιμασία τους.

4.2 Εργαλεία ανάπτυξης της εφαρμογής

4.2.1 Android Studio

Το Android Studio είναι το λογισμικό που κατασκευάστηκε από την Google για να χρησιμοποιηθεί για το Android Development. Ως εκ τούτου, είναι βέβαιο ότι η υποστήριξη για αυτό δεν θα σταματήσει ποτέ όσο οι εφαρμογές Android αναπτύσσονται ακόμα. Το Studio είναι επίσης το IDE (Integrated Development Environment) που παίρνει πρώτα τις ενημερώσεις που σχετίζονται με το Android. Επειδή κατασκευάστηκε από την Google, είναι πολύ εύκολο να προσθέσει μεγάλη υποστήριξη για τις υπηρεσίες της στο IDE (Integrated Development Environment) και να διευκολύνει την ενσωμάτωση των Google Services σε εφαρμογές που έχουν κατασκευαστεί με το αυτό.

Το Android Studio είναι χτισμένο πάνω από το Java IDE (Integrated Development Environment) του Flagship της JetBrains, το οποίο προσφέρει πολλές δυνατότητες. Είναι επίσης ανοικτού κώδικα (κοινοτική έκδοση μόνο) και υποστηρίζει τα λειτουργικά συστήματα Linux, Windows και Mac.

Για την εκτέλεση των εφαρμογών προσφέρει το Android emulator. Το pushing στον Android emulator μπορεί να είναι έως και 10 φορές πιο γρήγορο από το αντιστοιχεί σε μια φυσική συσκευή.

Το Android Studio χρησιμοποιεί το Gradle ως το επίσημο build tool για τα projects, αντικαθιστώντας τον πλέον ξεπερασμένο Apache Ant.

4.2.1.1 Gradle

Το Gradle είναι ένα εργαλείο αυτοματισμού που χρησιμοποιείται συχνά για γλώσσες JVM όπως Java, Groovy ή Scala. Το Gradle μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να εκτελεί εργασίες που εκτελούν πράγματα όπως η μεταγλώττιση των jar αρχείων, η εκτέλεση δοκιμών, η δημιουργία τεκμηρίωσης και πολλά άλλα.

Το Gradle είναι ένα ισχυρό build tool, ειδικά για την Android development, με το οποίο είναι πολύ εύκολο να κάνεις πράγματα που άλλως είναι αδύνατο ή πολύ δύσκολο να κάνεις σε άλλα build tools, όπως να αναβάθμισεις το build system χωρίς να καταστραφεί το project ή να ορίσεις ξεχωριστά τις εκδόσεις ανάπτυξης και παραγωγής.

4.2.2 Arduino Web Editor

Αυτό το IDE (Integrated Development Environment) αποτελεί μέρος του Arduino Create, μιας online πλατφόρμας που επιτρέπει στους προγραμματιστές να γράφουν κώδικα, να αποκτούν πρόσβαση σε tutorials και να μοιράζονται έργα. Σχεδιασμένο για να παρέχει στους χρήστες μια συνεχή ροή εργασίας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται κάθε πτυχή των project από ένα μόνο dashboard.

Το Arduino Web Editor φιλοξενείται στο cloud, επομένως θα είναι πάντοτε ενημερωμένο με τις τελευταίες δυνατότητες και υποστήριξη για νέες κάρτες. Επίσης επιτρέπει την συγγραφή κώδικα και την αποθήκευση του στο cloud, καθιστώντας τον προσβάσιμο από οποιαδήποτε συσκευή. Αναγνωρίζει αυτόματα κάθε πλακέτα Arduino και Genuino συνδεδεμένη στον υπολογιστή σας και προσαρμόζεται ανάλογα.

4.2.3 Github

Ο κώδικας της εφαρμογής του Android φιλοξενήθηκε στο Github. Το Github προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στην ανάπτυξη εφαρμογών. Η πλατφόρμα του Github δίνει την δυνατότητα πρόσβασης του κώδικα από διαφορετικά σημεία καθώς και διατηρεί προηγούμενες εκδόσεις της εφαρμογής. Σε περιπτώσεις που μια νέα έκδοση αντιμετωπίζει κάποιο πρόβλημα δίνεται η δυνατότητα επιστροφής σε προηγούμενη έκδοση. Έτσι, το Github διατηρεί τον κώδικα ασφαλή και διευκολύνει τις διαδικασίες της ανάπτυξης και της συντήρησης.

4.2.4 PhpStorm

Το PhpStorm προσφέρεται δωρεάν στην φοιτητική κοινότητα από την JetBrains και είναι ένα από τα καλύτερα περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών σε PHP. Το PhpStorm έρχεται με πλήρη υποστήριξη για την PHP και βάσεων δεδομένων / SQL. Επίσης δημιουργεί αυτόματα έναν webserver για να τρέξεις τις εφαρμογές σου χωρίς επιπλέον configuration.

4.2.5 Postman

Το Postman είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο και χρησιμοποιήθηκε για την δοκιμή του RESTful API που δημιουργήθηκε. Προσφέρει μια κομψή διεπαφή χρήστη με την οποία μπορούν να γίνουν αιτήματα HTML, χωρίς να γραφτεί επιπλέον κώδικας μόνο για τον έλεγχο της λειτουργικότητας ενός API.

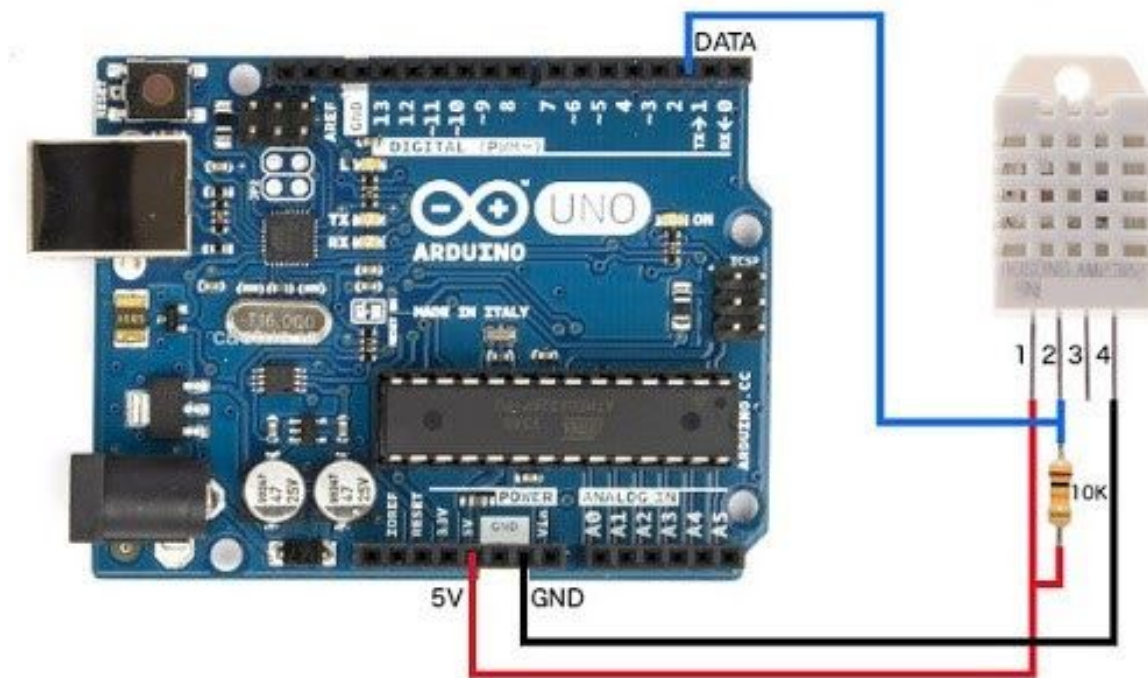
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

5.1 Καταγραφή συμπτωμάτων πυρετού

5.1.1 Arduino setup

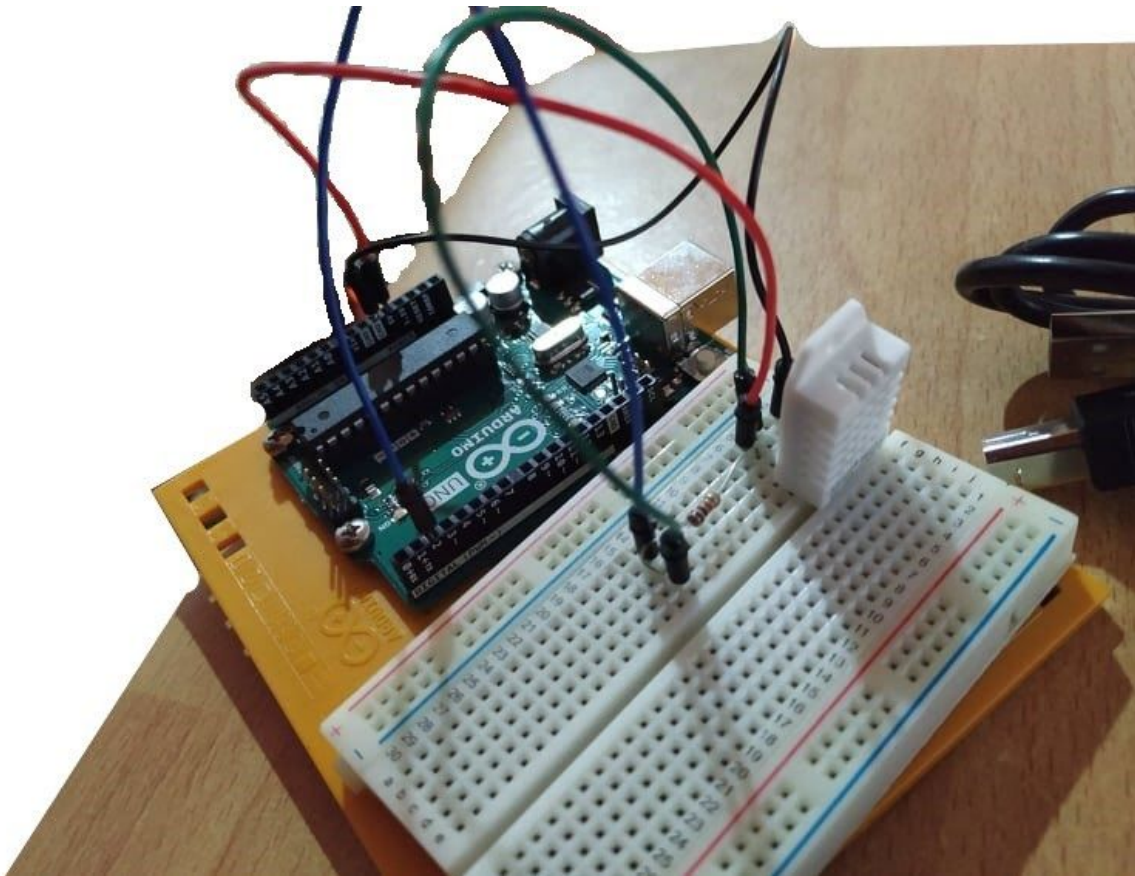
Για την κατασκευή του τεχνουργήματος καταγραφής θερμοκρασίας το Arduino έπρεπε να εξοπλιστεί με δύο συσκευές, μία για να επιτευχθεί η επικοινωνία με την εφαρμογή του Android και μία για την καταγραφή της θερμοκρασίας του σώματος. Για την συνδεσμολογία, χρησιμοποιήθηκε ένα Arduino breadboard το οποίο προσφέρει επιπλέον δυνατότητες στην συνδεσμολογία.

Αρχικά, συνδέθηκε το θερμόμετρο (αισθητήρας τύπου dht22). Στις παρακάτω εικόνες, βλέπουμε το σχήμα της συνδεσμολογίας και την υλοποίησή του.



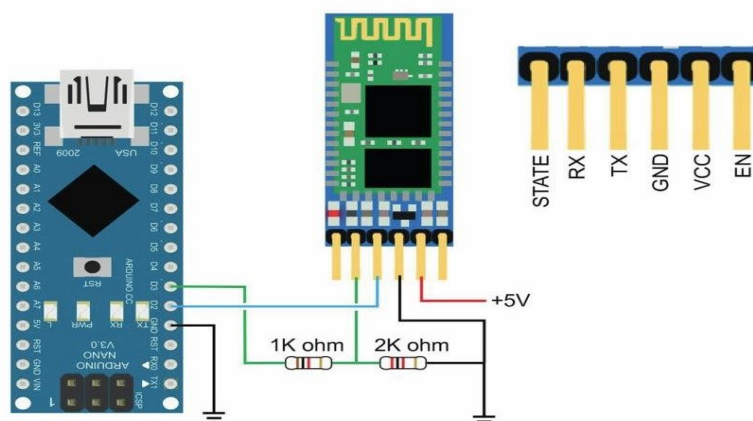
Εικόνα 20

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



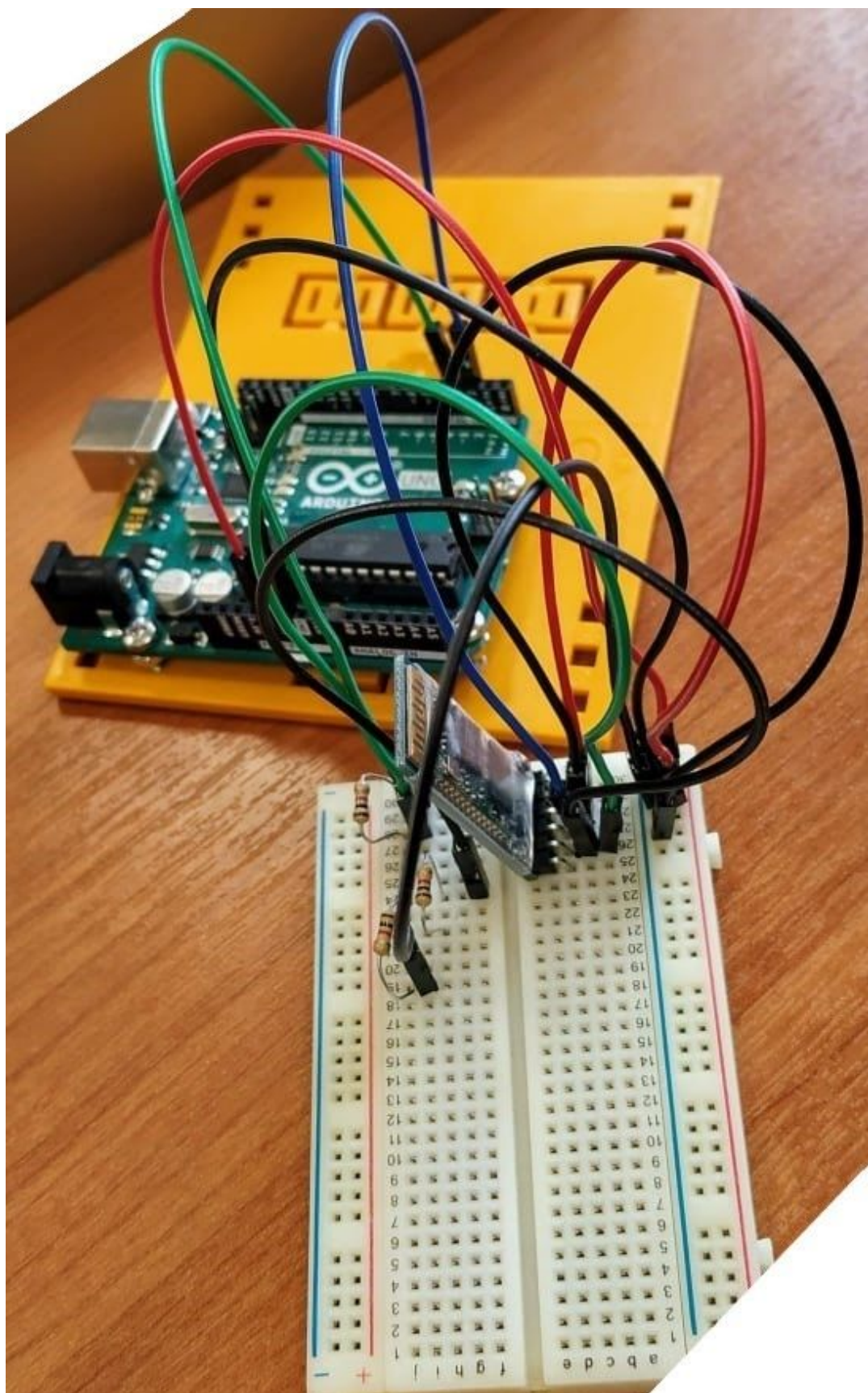
Εικόνα 21

Στην συνέχεια, συνδέθηκε ένας προσαρμογέα bluetooth (HC-05 6 pin wireless bluetooth), με τον οποίο επιτυγχάνεται η επικοινωνία του Arduino και της εφαρμογής Android. Στις παρακάτω εικόνες, βλέπουμε το σχήμα της συνδεσμολογίας και την υλοποίηση του.



Εικόνα 22

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων

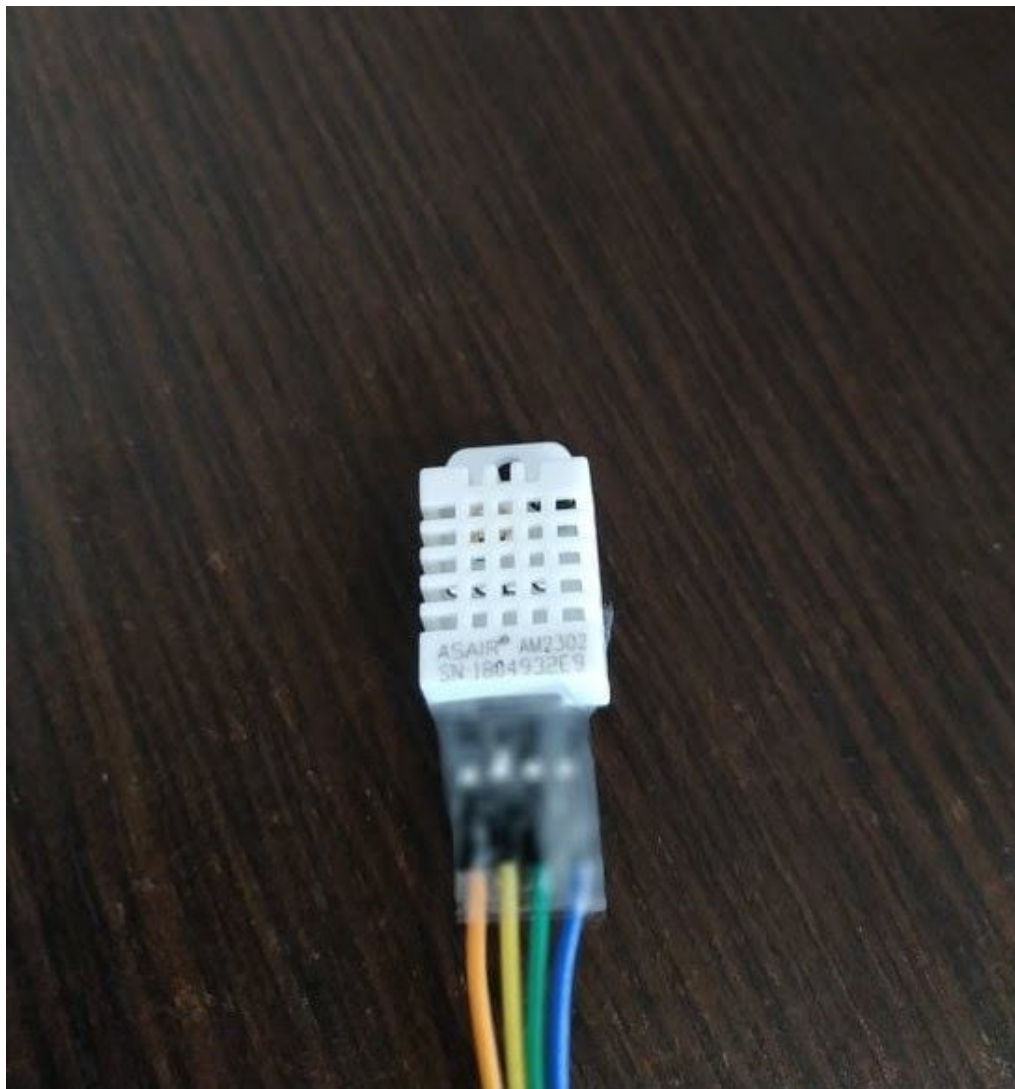


Εικόνα 23

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων

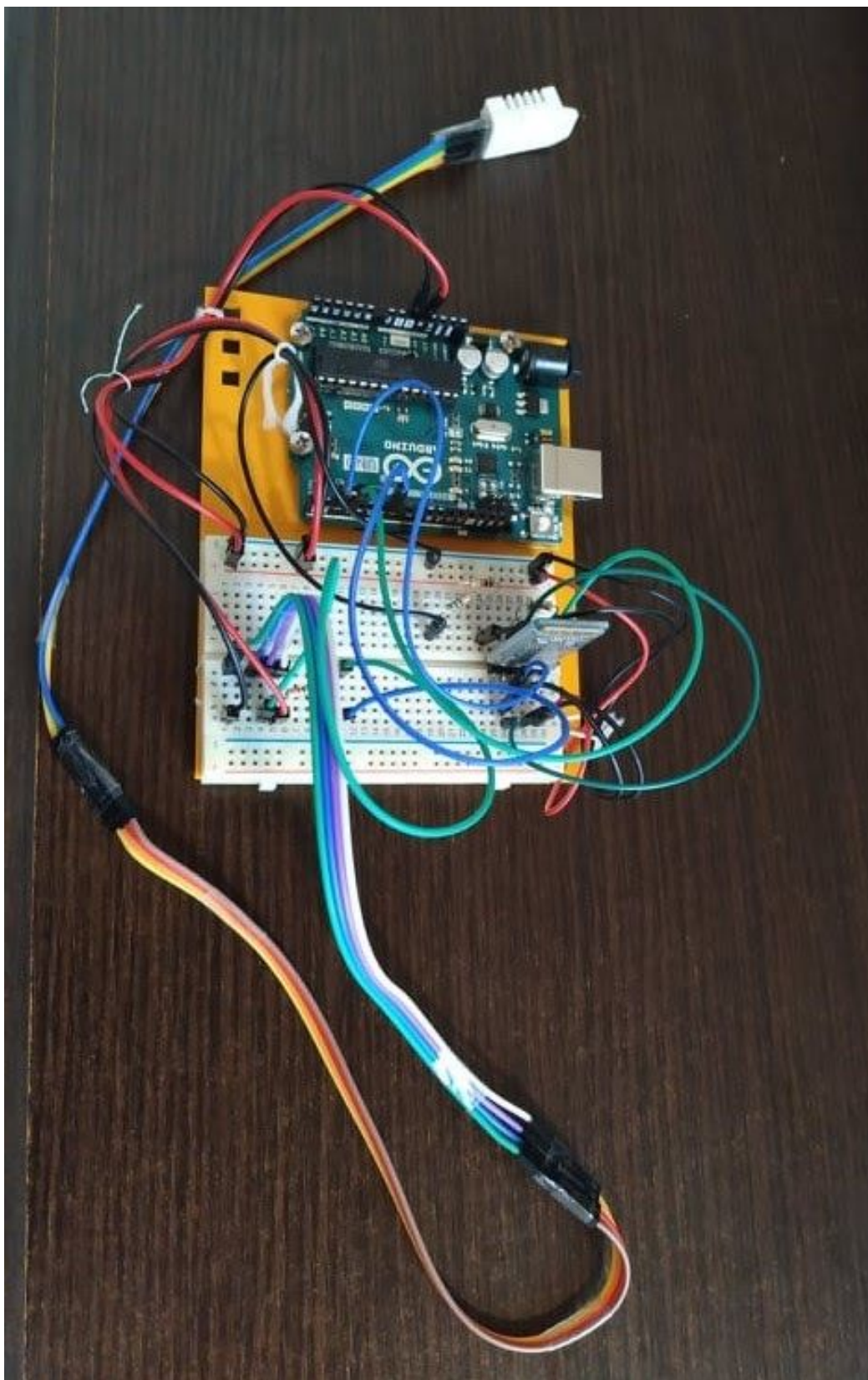
Το επόμενο βήμα, ήταν ο συνδυασμός των συνδέσεων των δύο συσκευών. Αλλα, ένα βασικό πρόβλημα στην καταγραφή της θερμοκρασίας είναι ότι το θερμόμετρο είναι προσκολλημένο στο breadboard του arduino. Για αυτό τον λόγο χρησιμοποιήθηκαν καλώδια επέκτασης τα οποία επιτρέπουν την χρήση του αισθητήρα θερμοκρασίας στο ανθρώπινο σώμα.

Στις παρακάτω εικόνες, φαίνεται η σύνδεση του θερμομέτρου με τα καλώδια επέκτασης και το συνολικό αποτέλεσμα της κατασκευής του τεχνουργήματος.



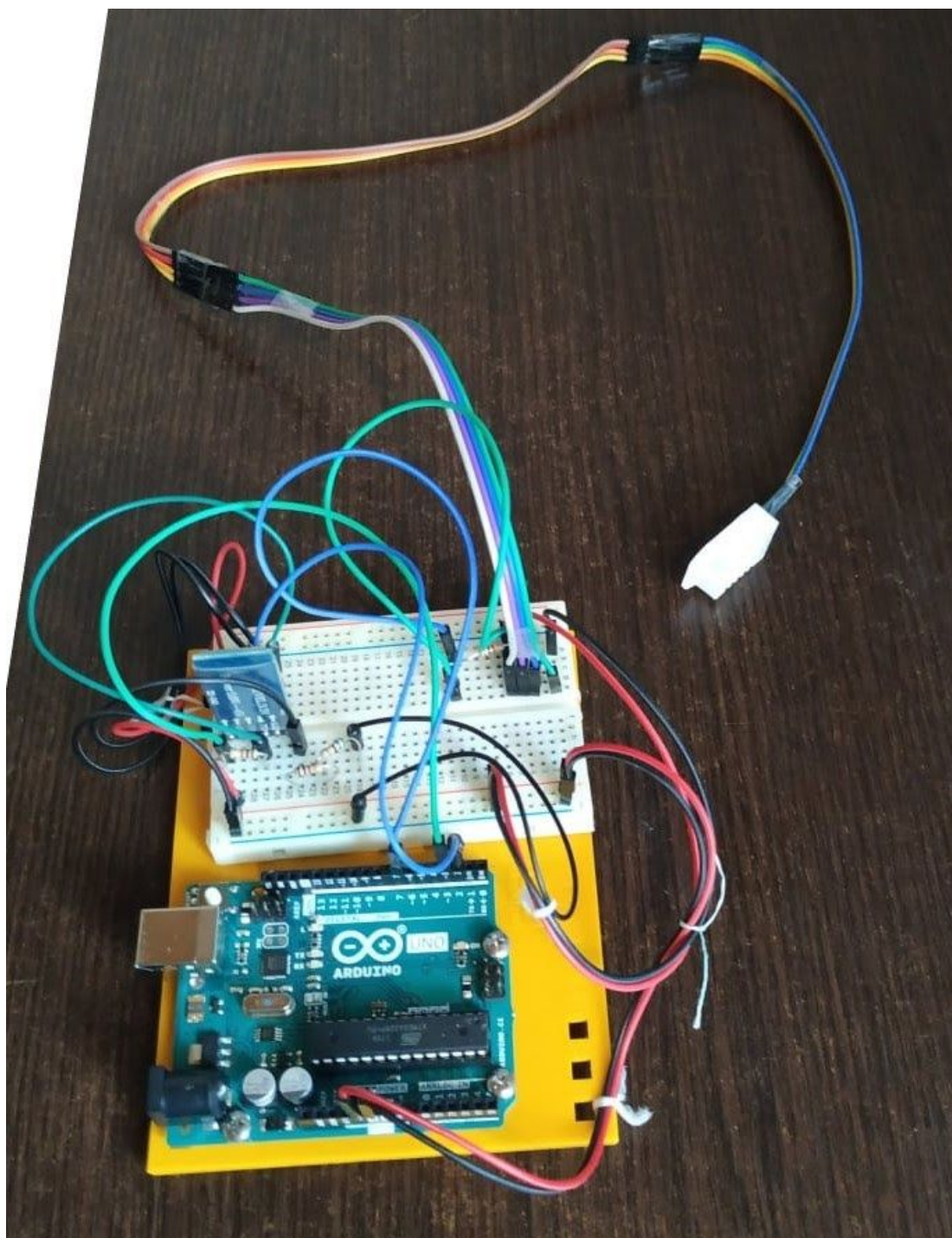
Εικόνα 24

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 25

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 26

5.1.2 Προγραμματισμός του Arduino

Για τον προγραμματισμό του Arduino χρησιμοποιείται η γλώσσα προγραμματισμού C. Η πορεία του προγράμματος έχει ως εξής:

Αρχικά, δηλώνονται οι βιβλιοθήκες, κάποιες απαραίτητες παράμετροι του προγράμματός μας και κάποιες μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια. Η συνάρτηση setup, αρχικοποιεί την λειτουργία του τεχνουργήματος. Για την καλύτερη οργάνωση του κώδικα δημιουργήθηκαν δύο συναρτήσεις για τις δύο βασικές λειτουργίες του προγράμματος, την καταγραφή της θερμοκρασίας (readSensor) και την αποστολή των τιμών με την χρήση του bluetooth (bluetoothSendTemperature). Οι συναρτήσεις αυτές, καλούνται στην συνάρτηση loop την οποία θα τρέχει κατ' επανάληψη το Arduino για όσο βρίσκεται σε λειτουργία.

```
#include "DHT.h"
#include <stdint.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BTserial(2, 3);

#define DHTPIN 7    // what pin we're connected to

#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)

// Initialize DHT sensor for normal 16mhz Arduino
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
char c = " ";
float t;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  BTserial.begin(9600);
}

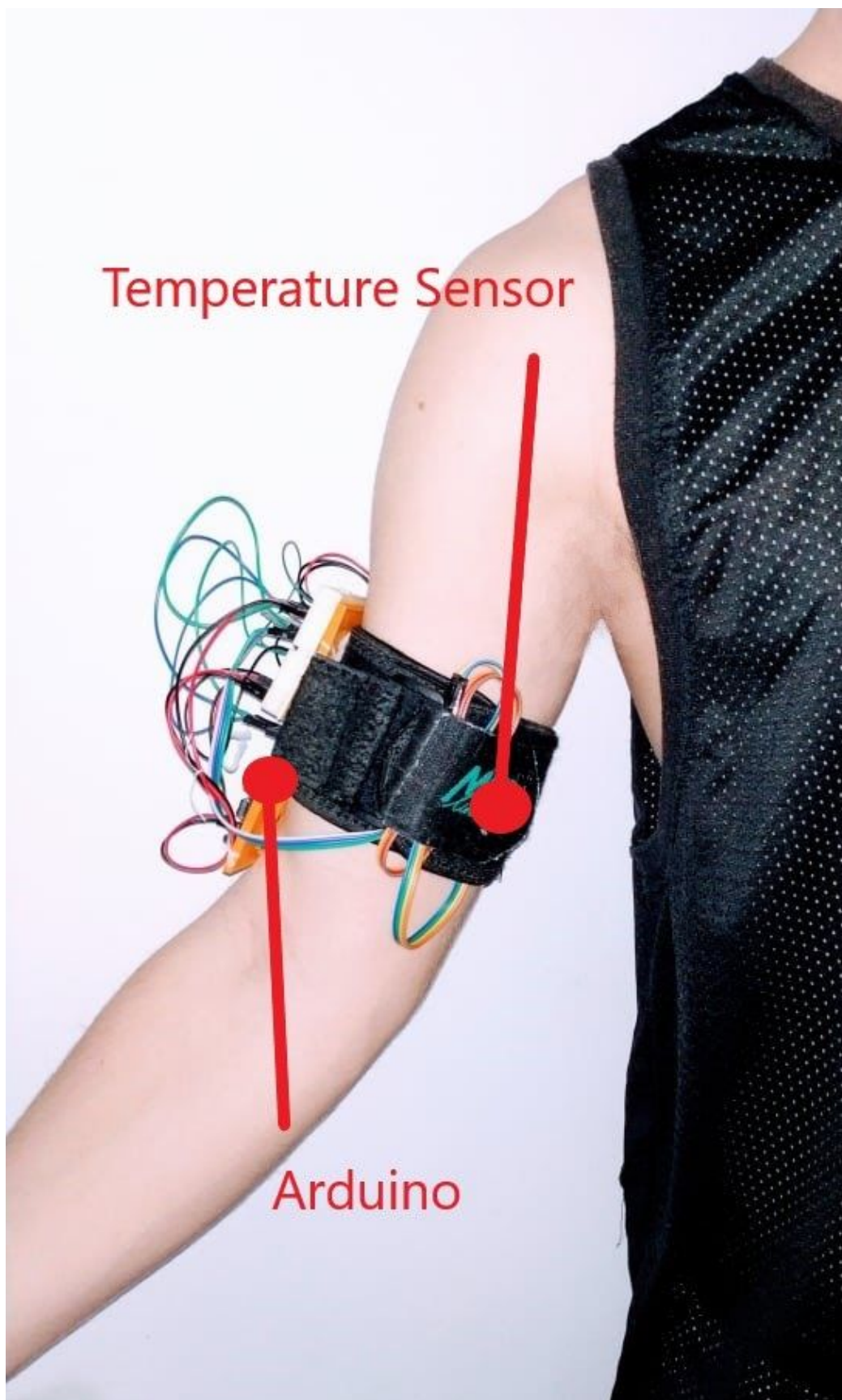
void loop() {
  // Wait a few seconds between measurements.
  delay(1000);
  readSensor();
  bluetoothSendTemperature();
}
```

```
void bluetoothSendTemperature(){  
  
    // Keep reading from HC-05 and send to Arduino Serial Monitor  
    if (BTserial.available())  
    {  
        c = BTserial.read();  
        Serial.write(c);  
    }  
  
    // Keep reading from Arduino Serial Monitor and send to HC-05  
    if (Serial.available())  
    {  
        c = Serial.read();  
        BTserial.write(c);  
    }  
  
    BTserial.println(t);  
}  
  
void readSensor()  
{  
    float h = dht.readHumidity();  
  
    t = dht.readTemperature();  
  
    if (isnan(h) || isnan(t))  
    {  
        Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");  
        return;  
    }  
  
    float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);  
  
    Serial.println();  
    Serial.print("Temperature: ");  
    Serial.print(t);  
    Serial.print(" *C \n");  
}
```

5.1.3 Μετατροπή του τεχνουργήματος σε wearable device

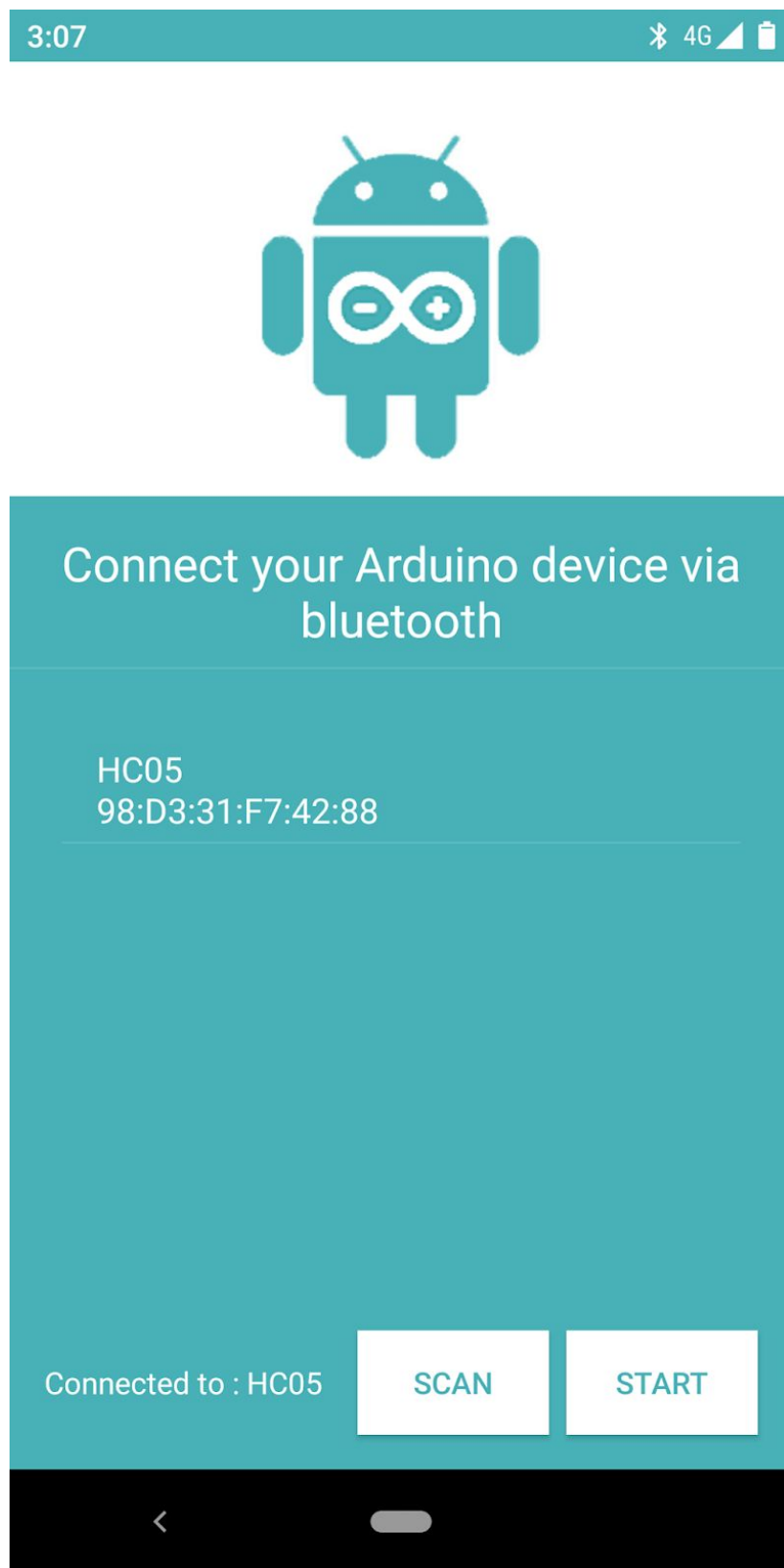
Το σύστημα προσαρμόστηκε εύκολα σε ένα απλό περιβραχιόνιο. Η μόνη μετατροπή που είναι αναγκαία για να λειτουργήσει το σύστημα ανεξάρτητα, χωρίς να είναι συνδεδεμένο με κάποιο καλώδιο στον υπολογιστή, είναι η τροφοδοσία από μία μπαταρία που μπορεί εύκολα να προστεθεί στο setup του Arduino.

Το σύστημα πρέπει να είναι ανθεκτικό κατασκευαστικά αλλά και η πρακτικότητα του φορετού αντικειμένου είναι υψίστης σημασίας εάν πρόκειται να υιοθετηθεί για συνεχή χρήση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση δημιουργήθηκε ένα πρωτότυπο το οποίο θα έπρεπε να βελτιωθεί αρκετά σε διαφορους τομείς, που αναφέρθηκαν παραπάνω, για να χρησιμοποιηθεί από το κοινό.



Εικόνα 27

5.1.4 Ενδεικτικά στιγμιότυπα οθόνης



Εικόνα 28



Εικόνα 29

5.2 Παρακολούθηση της διάδοσης της εποχικής γρίπης

5.2.1 Γενική περιγραφή της διαδικασίας

Στην διαδικασία κατασκευής ενός API υπάρχουν διάφορες απαραίτητες κοστολογήσιμες υπηρεσίες που πρέπει να χρησιμοποιήσεις όπως ένας server και ένα domain. Ετσι, χρησιμοποιούμε εργαλεία όπως το Phpstorm για να προσομοιάσουμε αυτές τις υπηρεσίες τοπικά και να δημιουργήσουμε μια έκδοση του API που τρέχει τοπικά αλλά είναι εύκολα προσαρμόσιμη για χρήση σε server συνδεδεμένο με το διαδίκτυο.

Το API επικοινωνεί με τους “πελάτες” με ανταλλαγή δεδομένων σε μορφή JSON χρησιμοποιώντας αιτήματα τύπου ‘GET’ και ‘POST’.

5.2.2 Η δημιουργία της βάσης δεδομένων

Αφού εγκαταστάθηκε η Mysql τοπικά έτρεξα τις παρακάτω εντολές για να δημιουργήσουμε την βάση που θα συγκρατεί της αναφορές των χρηστών για πιθανά περιστατικά εποχικής γρίπης. Παρακάτω οι εντολές :

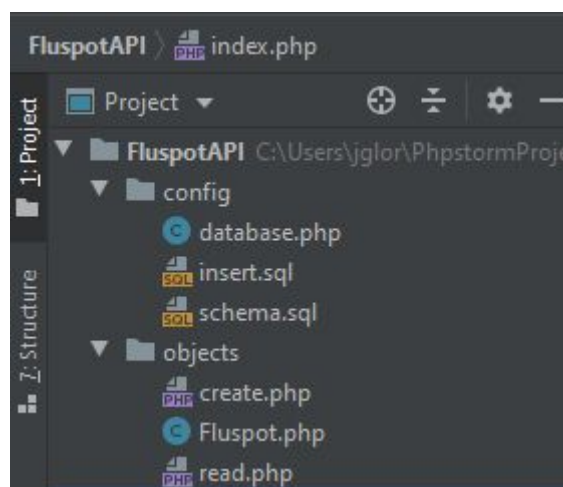
```
CREATE DATABASE Reports;  
  
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `Fluspot`  
( `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `title` varchar(256) NOT NULL,  
  `description` text NOT NULL,  
  `lat` FLOAT( 10, 6 ) NOT NULL,  
  `lng` FLOAT( 10, 6 ) NOT NULL,  
  `stamp` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,  
  PRIMARY KEY (`id`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 AUTO_INCREMENT=19 ;
```

Έχοντας δημιουργήσει την βάση χρησιμοποιήσαμε κάποιες εντολές εισαγωγής για να προσθέσουμε δεδομένα ώστε να τρέξουμε αργότερα τις δοκιμές. Παρακάτω οι εντολές :

```
INSERT INTO `Fluspot` (`id`, `title`, `description`, `lat`, `lng`, `stamp`) VALUES  
(1, 'I have a fever of 37.5 fever degrees', 'Maybe I got seasonal flu',  
'39.640223','22.415407', '2020-06-22 10:34:33'),  
(2, 'I have a fever of 38.2 degrees', 'I also feel dizzy', '39.633936','22.405986',  
'2020-06-22 10:34:33'),  
(3, 'I have a cough and fever', 'The symptoms started yesterday',  
'39.629391','22.422761', '2020-06-25 17:52:33');
```

5.2.3 Η κατασκευή του Rest API

Για να δημιουργήσουμε μια εικόνα που θα βοηθήσει στο να ακολουθηθεί η πορεία της κατασκευής του API, παρουσιάζεται η τελική διάταξη των αρχείων του API (Τα αρχεία *.sql αφορούν την βάση και μπορούν να αγνοηθούν) :



Εικόνα 30

Αρχικά, δημιουργήστε μια κλάση η οποία είναι υπεύθυνη για την διαχείριση της σύνδεσης με την mysql. Παρακάτω η κλάση :

```
<?php
class Database{

    // specify your own database credentials
    private $host = "localhost";
    private $db_name = "Reports";
    private $username = "root";
    private $password = "...";
    public $conn;

    // get the database connection
    public function getConnection(){

        $this->conn = null;

        try{
            $this->conn = new PDO("mysql:host=" . $this->host . ";dbname=" .
            $this->db_name, $this->username, $this->password);
            $this->conn->exec("set names utf8");
        }catch(PDOException $exception){
            echo "Connection error: " . $exception->getMessage();
        }

        return $this->conn;
    }
}
?>
```

Ο παρακάτω κώδικας δείχνει μια κλάση με το όνομα Fluspot, με πολλές από τις ιδιότητές της όπως η συντεταγμένες (lat, lng), η οποία αντιπροσωπεύει τις αναφορές των πιθανών κρουσμάτων εποχικής γρίπης από τους χρήστες. Δείχνει επίσης μια μέθοδο κατασκευής που θα αποδεχτεί τη σύνδεση βάσης δεδομένων.

```
<?php
class Fluspot{

    // database connection and table name
    private $conn;
    private $table_name = "fluspot";
```

```
// object properties
public $id;
public $title;
public $description;
public $lat;
public $lng;
public $stamp;

// constructor with $db as database connection
public function __construct($db){
    $this->conn = $db;
}

// read fluspot
function read(){

    // select all query
    $query = "SELECT * FROM fluspot;";

    // prepare query statement
    $stmt = $this->conn->prepare($query);

    // execute query
    $stmt->execute();

    return $stmt;
}

// create product
function create(){

    // query to insert record
    $query = "INSERT INTO
        " . $this->table_name . "
        SET
        id=:id, title=:title, description=:description, lat=:lat, lng=:lng,
stamp=:stamp";

    // prepare query
    $stmt = $this->conn->prepare($query);

    // sanitize
    $this->id=htmlspecialchars(strip_tags($this->id));
    $this->title=htmlspecialchars(strip_tags($this->title));
    $this->description=htmlspecialchars(strip_tags($this->description));
    $this->lat=htmlspecialchars(strip_tags($this->lat));
    $this->lng=htmlspecialchars(strip_tags($this->lng));
```

```
$this->stamp=htmlspecialchars(strip_tags($this->stamp));

// bind values
$stmt->bindParam(":id", $this->id);
$stmt->bindParam(":title", $this->title);
$stmt->bindParam(":description", $this->description);
$stmt->bindParam(":lat", $this->lat);
$stmt->bindParam(":lng", $this->lng);
$stmt->bindParam(":stamp", $this->stamp);

// execute query
if($stmt->execute()){
    return true;
}

return false;

}

?>
```

Παρακάτω ο κώδικας που είναι υπεύθυνος για την διανομή των δεδομένων. Παρατηρούμε ότι χρησιμοποιείται η συνάρτηση read() της κλάσης Fluspot στην οποία εκτελείται ένα query στην βάση το : "SELECT * FROM fluspot;" το οποίο συλλέγει τα δεδομένα του πίνακα fluspot της βάσης.

```
<?php
// required headers
header("Access-Control-Allow-Origin: *");
header("Content-Type: application/json; charset=UTF-8");
// include database and object files
include_once '../config/database.php';
include_once '../objects/fluspot.php';

// instantiate database and product object
$database = new Database();
$db = $database->getConnection();

// initialize object
$fluspot = new Fluspot($db);

// read fluspots will be here
// query fluspots
```

```
$stmt = $fluspots->read();
$num = $stmt->rowCount();

// check if more than 0 record found
if($num>0){

    // fluspots array
    $fluspots_arr=array();
    $fluspots_arr["records"]=array();

    // retrieve our table contents
    // fetch() is faster than fetchAll()
    //
    http://stackoverflow.com/questions/2770630/pdofetchall-vs-pdofetch-in-a-loop
    while ($row = $stmt->fetch(PDO::FETCH_ASSOC)){
        // extract row
        // this will make $row['name'] to
        // just $name only
        extract($row);

        $fluspot_item=array(
            "id" => $id,
            "title" => $title,
            "description" => $description,
            "lat" => $lat,
            "lng" => $lng,
            "stamp" => $stamp
        );

        array_push($fluspots_arr["records"], $fluspot_item);
    }

    // set response code - 200 OK
    http_response_code(200);

    // show products data in json format
    echo json_encode($fluspots_arr);
}

// no products found will be here
else{

    // set response code - 404 Not found
    http_response_code(404);

    // tell the user no products found
```

```
echo json_encode(
    array("message" => "No fluspots found.")
);
}
?>
```

Τέλος, παρατίθεται η κλάση που είναι υπεύθυνη για να δεχτεί ένα JSON αρχείο, αναφοράς πιθανού κρούσματος εποχικής γρίπης, και να το τοποθετήσει εάν είναι κατάλληλο στην βάση δεδομένων.

```
<?php
// required headers
header("Access-Control-Allow-Origin: *");
header("Content-Type: application/json; charset=UTF-8");
header("Access-Control-Allow-Methods: POST");
header("Access-Control-Max-Age: 3600");
header("Access-Control-Allow-Headers: Content-Type,
Access-Control-Allow-Headers, Authorization, X-Requested-With");

// get database connection
include_once '../config/database.php';

// instantiate product object
include_once '../objects/fluspot.php';

$db = new Database();
$db = $db->getConnection();

$fluspot = new Fluspot($db);

// get posted data
$data = json_decode(file_get_contents("php://input"));

// make sure data is not empty
if(
    !empty($data->id) &&
    !empty($data->title) &&
    !empty($data->description) &&
    !empty($data->lat) &&
    !empty($data->lng) &&
    !empty($data->stamp)
){
```

```
// set fluspot property values
$fluspot->id = $data->id;
$fluspot->title = $data->title;
$fluspot->description = $data->description;
$fluspot->lat = $data->lat;
$fluspot->lng = $data->lng;
$fluspot->stamp = date('Y-m-d H:i:s');

// create the product
if($fluspot->create()){

    // set response code - 201 created
    http_response_code(201);

    // tell the user
    echo json_encode(array("message" => "Fluspot was created."));
}

// if unable to create the product, tell the user
else{

    // set response code - 503 service unavailable
    http_response_code(503);

    // tell the user
    echo json_encode(array("message" => "Unable to create fluspot."));
}

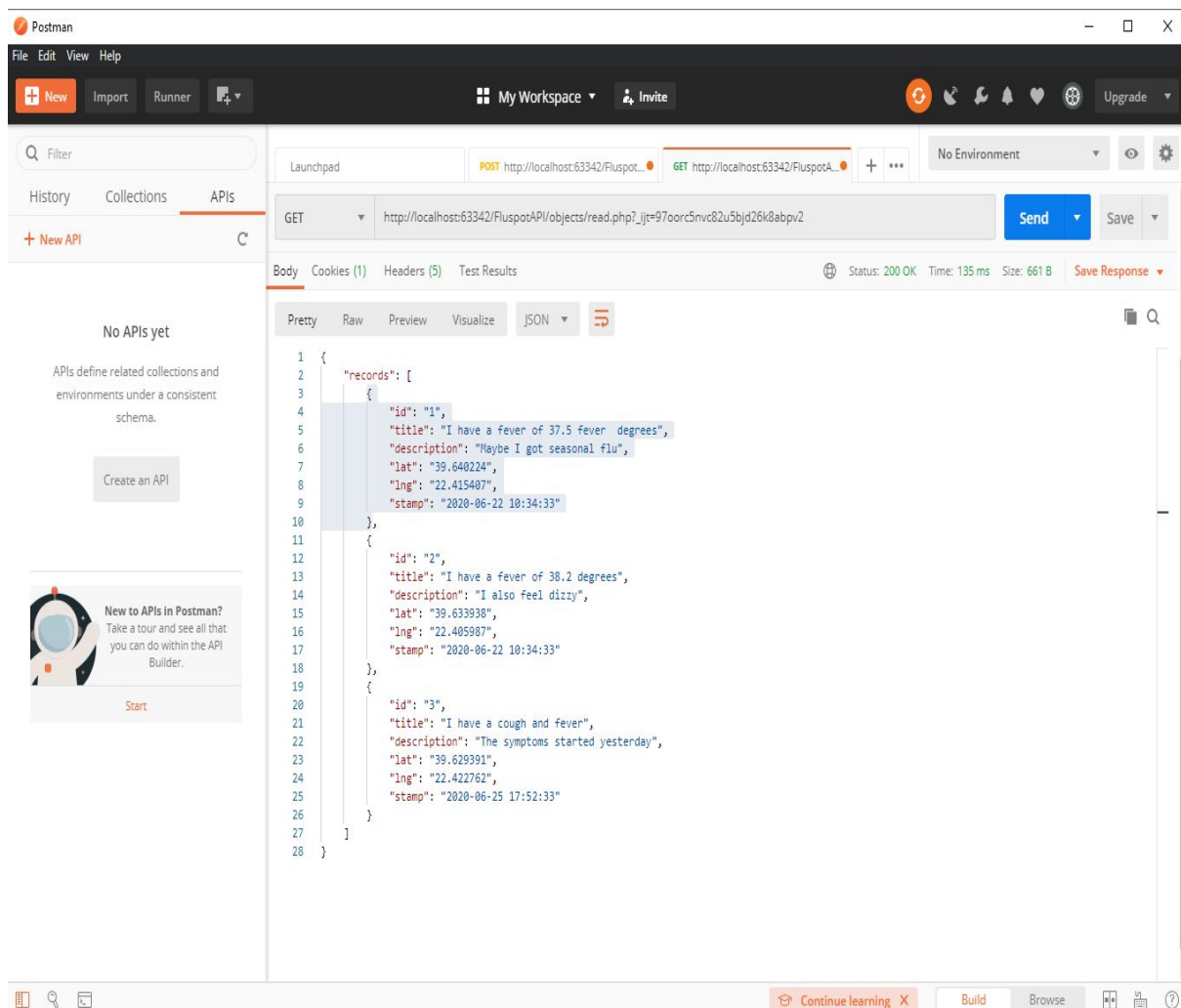
// tell the user data is incomplete
else{

    // set response code - 400 bad request
    http_response_code(400);

    // tell the user
    echo json_encode(array("message" => "Unable to create fluspot. Data is
incomplete."));
}
?>
```

5.2.4 Δοκιμές λειτουργικότητας με την χρήση του προγράμματος Postman

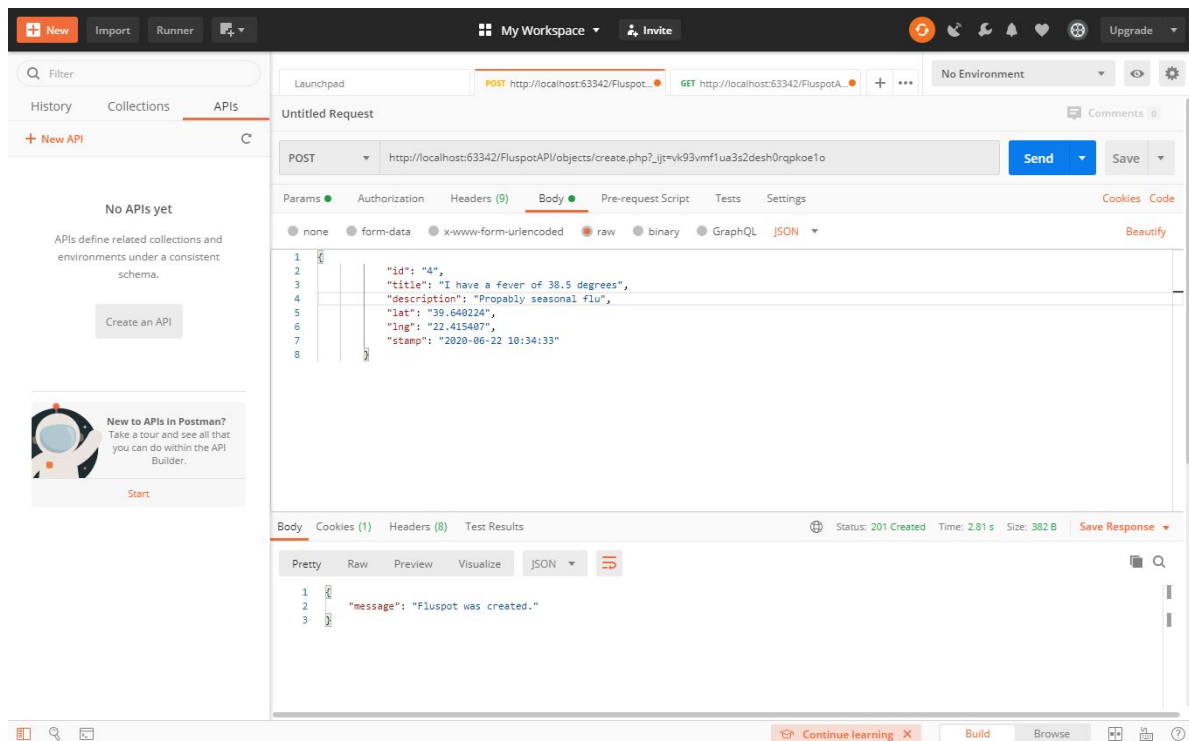
Στο πρώτο στιγμιότυπο οθόνης έχει γίνει ένα αίτημα τύπο ‘GET’ στον τοπικό σύνδεσμο του API (κεντρικό πάνω μέρος) και φαίνεται η απάντηση που πήραμε (το JSON) με τα δεδομένα που είχε η βάση.



Εικόνα 31

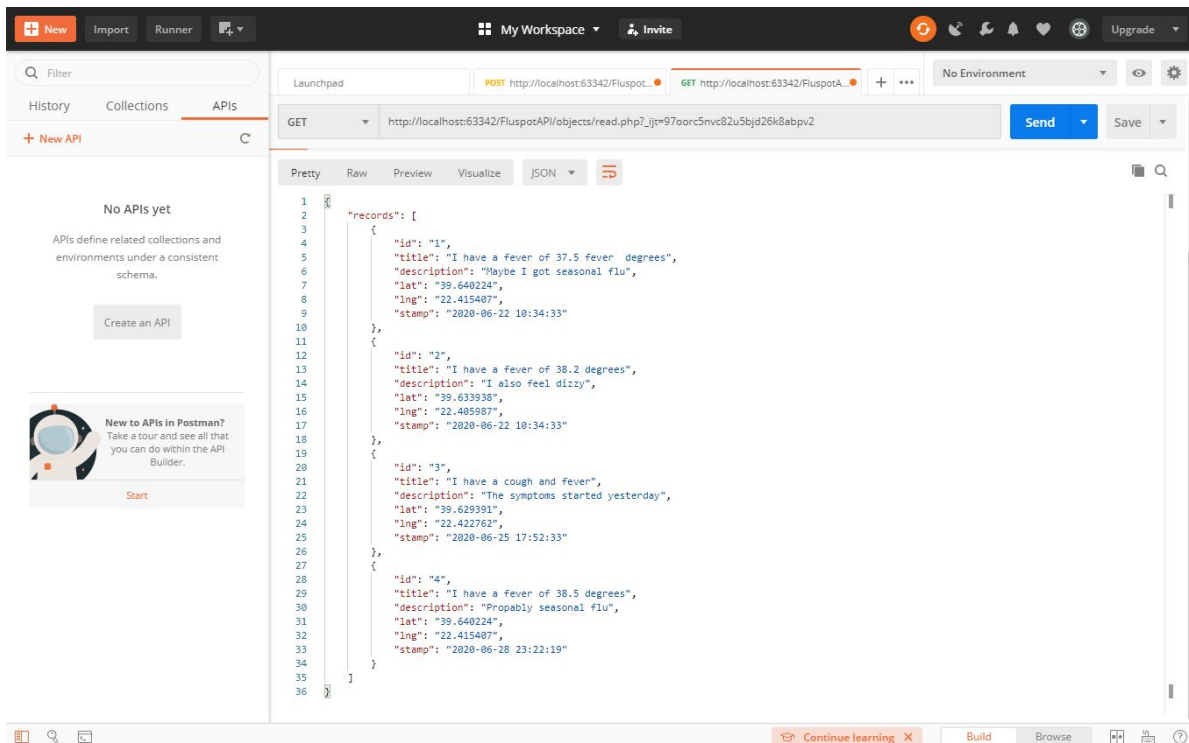
Στο επόμενο στιγμιότυπο φαίνεται ένα αίτημα τύπου ‘POST’ συνοδευόμενο από ένα JSON με δεδομένα μιας αναφοράς ενός πιθανού κρούσματος. Στο κάτω μέρος φαίνεται το η απάντηση (σε JSON) που δεχτήκαμε απο το API που αντιστοιχεί σε επιτυχημένη προσθήκη δεδομένων στην βάση.

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 32

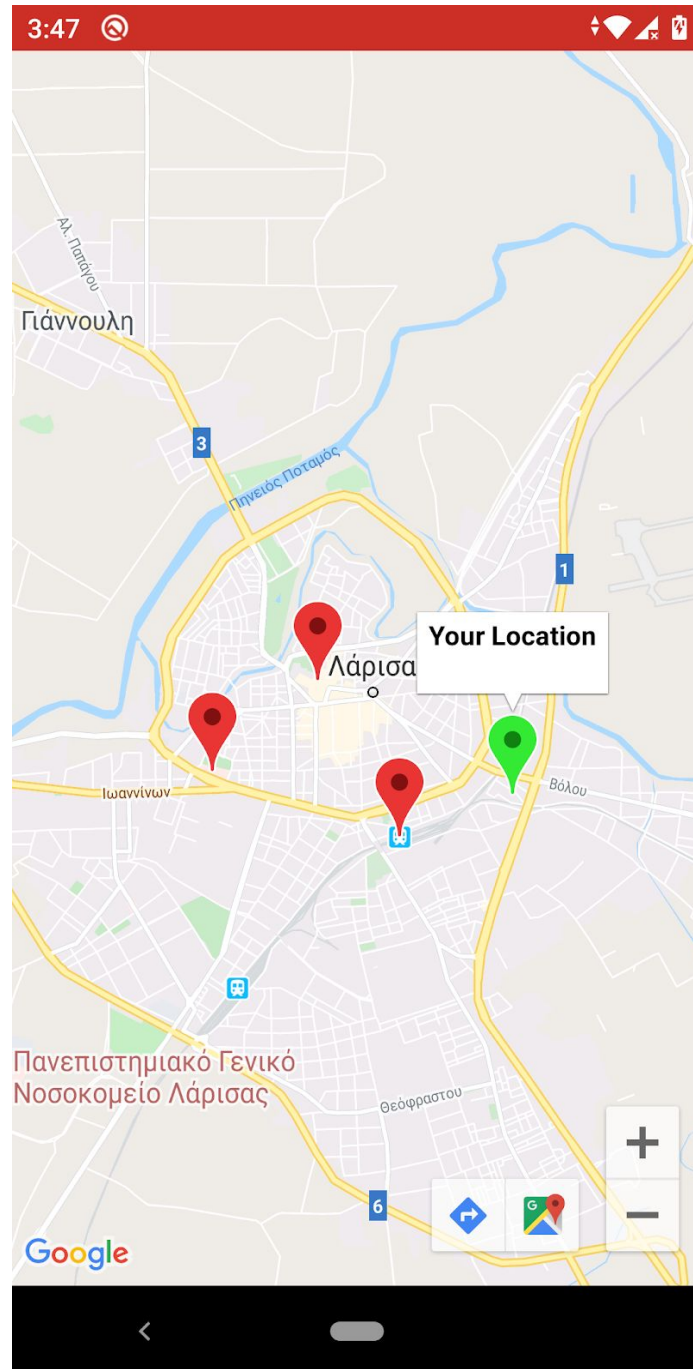
Τέλος ξανα γίνεται αίτημα τύπου ‘GET’ για να επιβεβαιώσουμε την προσθήκη δεδομένων. Όπως φαίνεται, παρακάτω, οι αναφορές είναι πλέον 4 αντι για 3 που ήταν στην αρχή άρα το API είναι πλήρως λειτουργικό.



Εικόνα 33

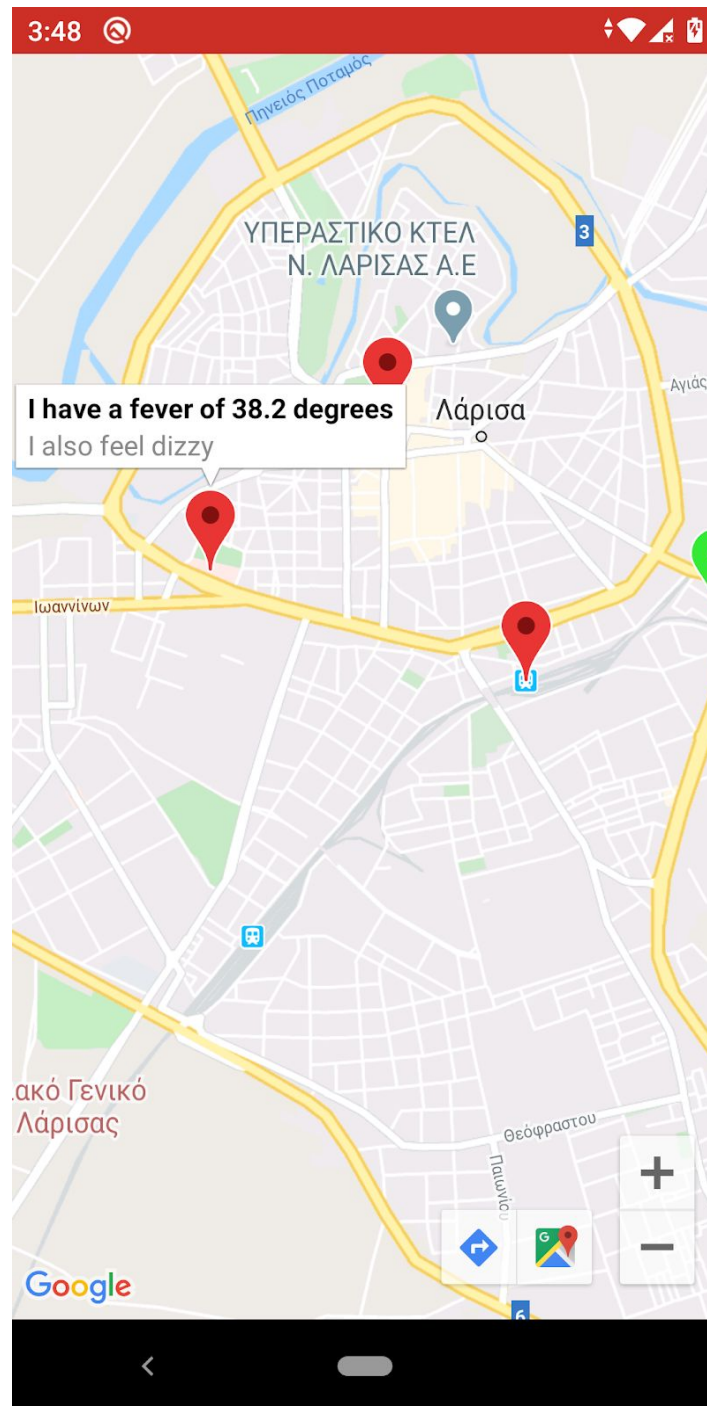
5.2.5 Εφαρμογή Android

Όπως αναφέραμε παραπάνω το API τρέχει τοπικά και δεν είναι προσβάσιμο στο διαδίκτυο. Γι' αυτό δόθηκαν τα δεδομένα των αναφορών τοπικά στην εφαρμογή ώστε να ελέγξουμε την τελική εμφάνιση της εφαρμογής. Παρακάτω τα στιγμιότυπα οθόνης:



Εικόνα 34

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 35

5.3 Συλλογή και διάθεση δεδομένων σχετικά με την διάδοση του ιού covid19

5.3.1 Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα του API προσφέρονται σε JSON μορφή. Για την αξιοποίηση του JSON χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη gson και παρακάτω παρατίθενται η μορφή του JSON, οι κλάσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την μετατροπή των δεδομένων του JSON σε αντικείμενα καθώς και ο κώδικας μετατροπής.

JSON

```
[
  {
    "country": "string",
    "countryInfo": {
      ...
    },
    "cases": 0,
    "todayCases": 0,
    "deaths": 0,
    "todayDeaths": 0,
    "recovered": 0,
    "critical": 0
  }
]
```

Κλάσεις

1. Country

```
package ...;

import com.google.gson.annotations.Expose;
import com.google.gson.annotations.SerializedName;

class Country {
```

```
@SerializedName("country")
@Expose
private String country;

@SerializedName("cases")
@Expose
private Integer cases;

@SerializedName("todayCases")
@Expose
private Integer todayCases;

@SerializedName("deaths")
@Expose
private Integer deaths;

@SerializedName("todayDeaths")
@Expose
private Integer todayDeaths;

@SerializedName("recovered")
@Expose
private Integer recovered;

@SerializedName("critical")
@Expose
private Integer critical;

void setCountry(String country) {
    this.country = country;
}

String getCountry() {
    return country;
}

Integer getCases() {
    return cases;
}

Integer getTodayCases() {
    return todayCases;
}

Integer getDeaths() {
    return deaths;
}
```

```
}

Integer getTodayDeaths() {
    return todayDeaths;
}

Integer getRecovered() {
    return recovered;
}

Integer getCritical() {
    return critical;
}
}
```

2. Countries

```
package ...;

import java.util.ArrayList;

class Countries {

    private ArrayList<Country> countries = new ArrayList<>();

    ArrayList<Country> getCountries() {
        return countries;
    }

}
```

Κώδικας

```
public void getData() {
    try {
        Gson gson = new Gson();

        String sJson = String.valueOf(getResultsRequest((HttpURLConnection)
            new URL(CODV19_API_ENDPONT).openConnection()));
    }
}
```

```
//read each object of array with Json library
JSONArray jsonArray = new JSONArray(sJson);

for (int i = 0; i < jsonArray.length(); i++) {
    //get the object
    JSONObject jsonObject = jsonArray.getJSONObject(i);

    System.out.println();

    ... // some more code
}

dataDownloaded();

} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
    dataError(getString(R.string.dataNotNow));
}
}

private StringBuffer getResultsRequest(HttpURLConnection con) {
    try {
        con.setRequestMethod("GET");

        BufferedReader in = new BufferedReader(new
            InputStreamReader(con.getInputStream()));

        String inputLine;

        StringBuffer content = new StringBuffer();

        while ((inputLine = in.readLine()) != null)
            content.append(inputLine);

        in.close();

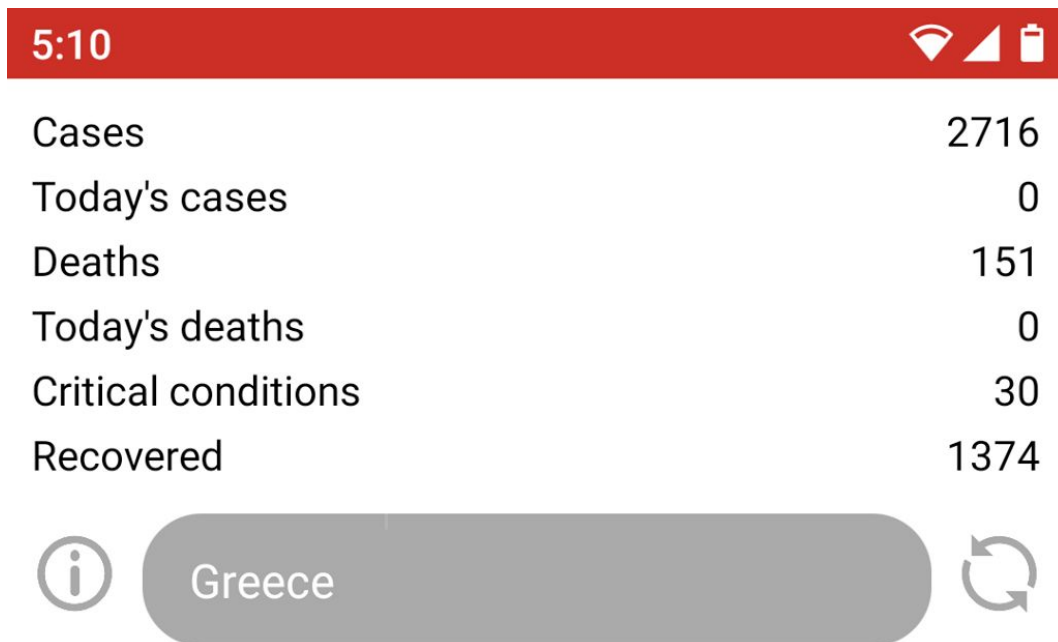
        return content;

    } catch (Exception e) {
        dataError(getString(R.string.dataNotNow));
    }

    return null;
}
```

5.3.2 Αξιοποίηση και οπτικοποίηση δεδομένων

Τα δεδομένα αρχικά, αναπαρίσταται σε στήλες με την εξής μορφή :



Cases	2716
Today's cases	0
Deaths	151
Today's deaths	0
Critical conditions	30
Recovered	1374

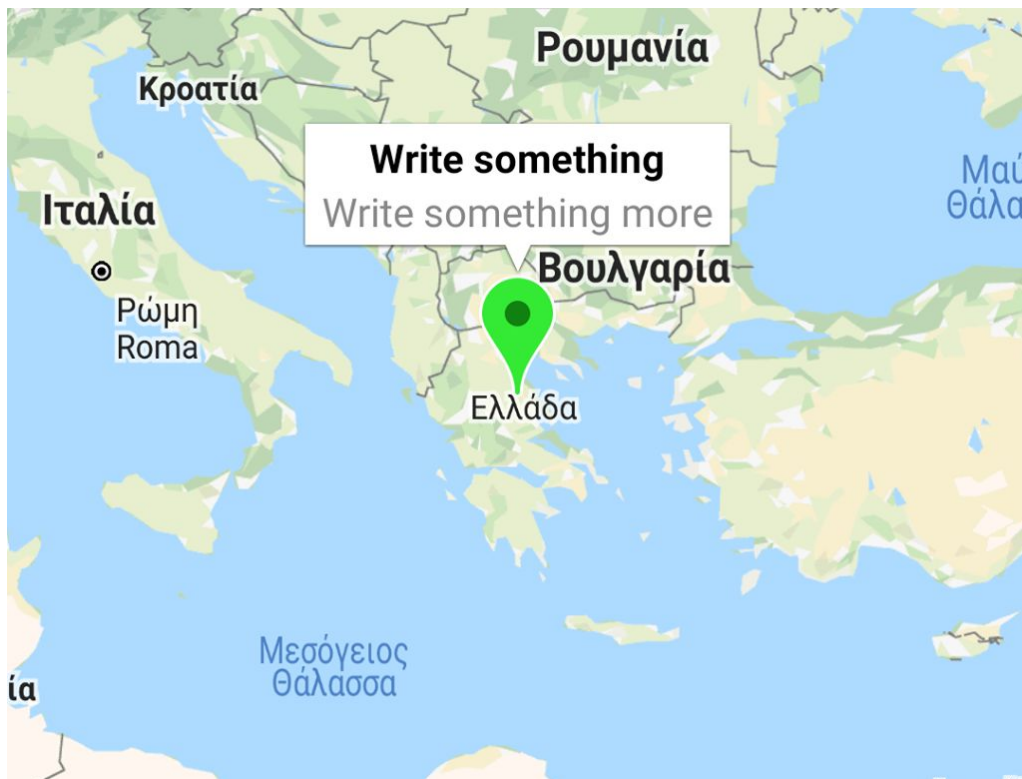
 Greece 

Εικόνα 36

Ωστόσο για την καλύτερη εποπτεία, γίνεται και οπτικοποίηση τους σε χάρτη με την χρήση της πλατφόρμας του Google Map. Για την αναπαράσταση των δεδομένων στο χάρτη διερευνήθηκαν τρεις τεχνικές οπτικοποίησης και επιλέχθηκε η τρίτη. Παρακάτω, θα παρουσιαστούν η τεχνικές και οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή αυτή :

1. Προεπιλεγμένοι δείκτες Google Maps

Παρατηρούμε παρακάτω, ότι μόλις ένας δείκτης καλύπτει μεγάλο μέρος του χάρτη, αυτό σε περίπτωση που υπάρχουν πολύ δείκτες δημιουργεί μια ασαφή, εκ πρώτης όψεως, εικόνα.

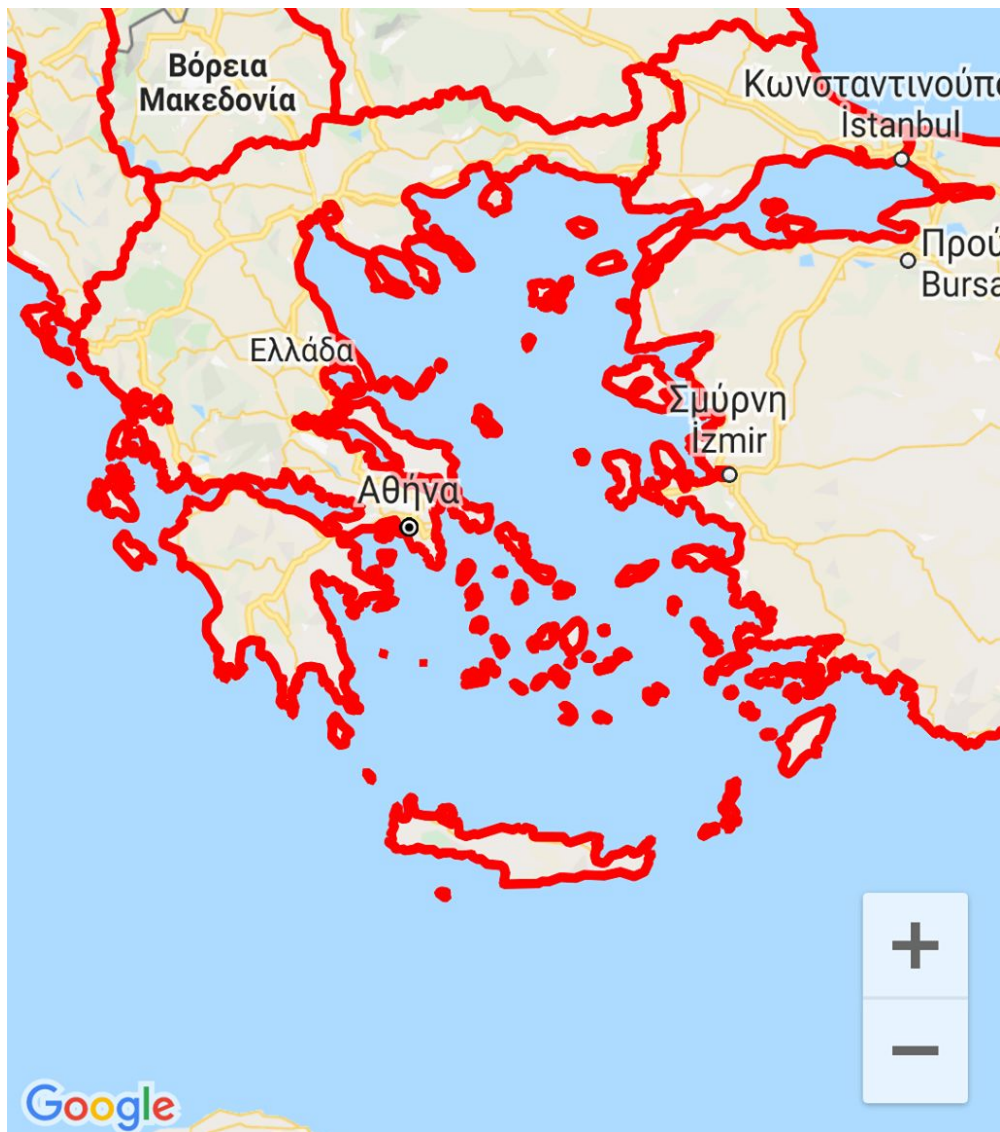


Εικόνα 37

2. Συνοριακές γραμμές των χωρών

Η Google δεν προσφέρει δική της λειτουργία επισήμανσης χωρών, ωστόσο δίνει την δυνατότητα δημιουργίας περίπλοκων πολυγώνων που δύναται να συμπίπτουν με τις συνοριακές γραμμές των χωρών. Η παρακάτω τεχνική απεικόνισης χρησιμοποιεί τέτοιου είδους πολύγωνα για να προσομοιώσει τα σύνορα κάθε χώρας, για την οποία υπάρχουν δεδομένα σχετικά με τον ιό Covid19. Για την δημιουργία τους χρησιμοποιήθηκε αρχείο δεδομένων με σημεία συντεταγμένων των πολυγώνων κάθε χώρας.

Το βασικότερο πρόβλημα αυτής της τεχνικής οπτικοποίησης είναι ότι μία χώρα, που σε όλο το μήκος της των συνόρων της βρίσκονται χώρες οι οποίες είναι επισημασμένες, παρουσιάζεται και αυτή ως επισημασμένη.

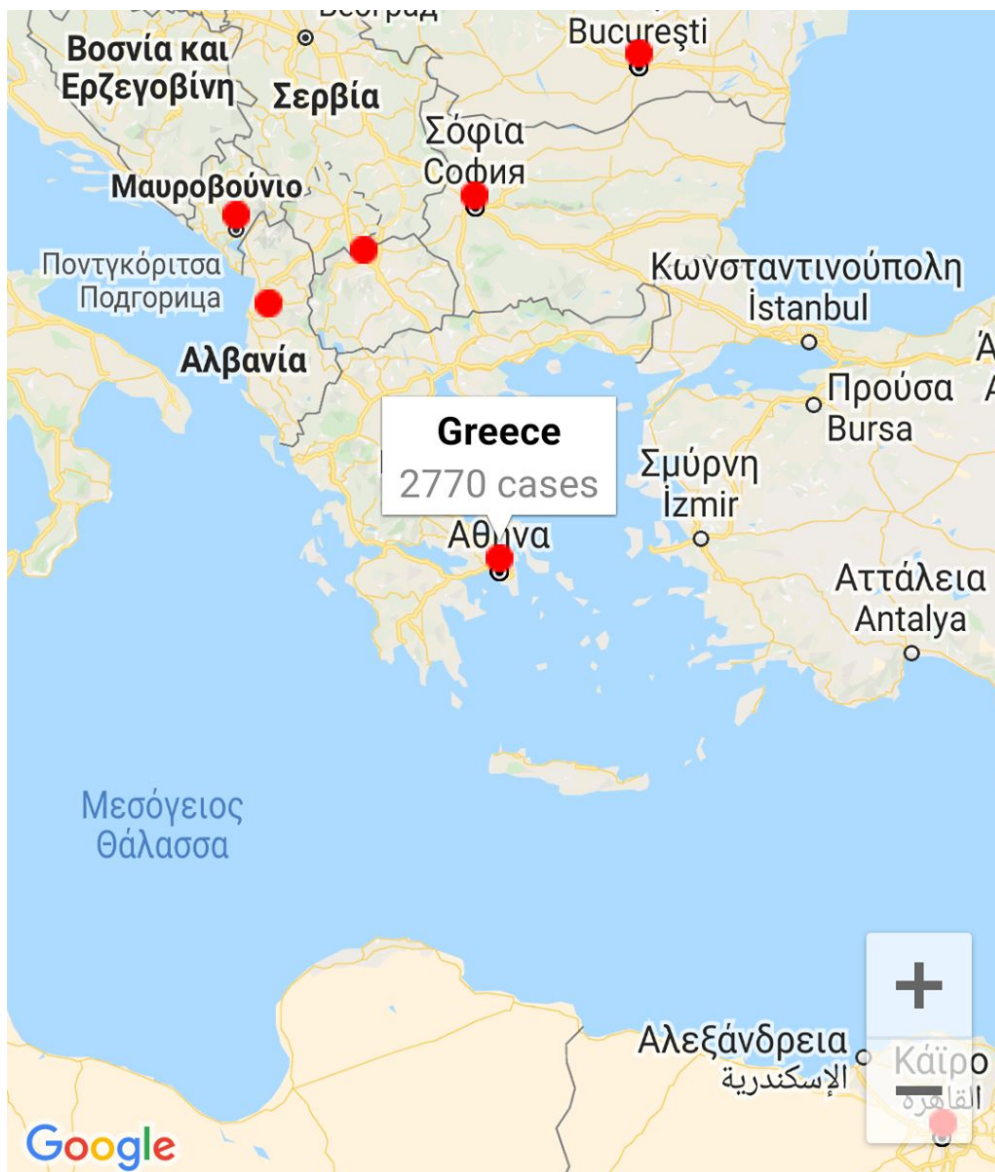


Εικόνα 38

3. Κουκίδες στις πρωτεύουσες των χωρών

Η συγκεκριμένη τεχνική είναι η πιο αποτελεσματική εκ των τριών καθώς ελαχιστοποιεί τον χώρο που καλύπτει ο δείκτης και προσφέρει την καλύτερη δυνατή εποπτεία σε όλα τα επίπεδα εστίασης του χάρτη.

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 39

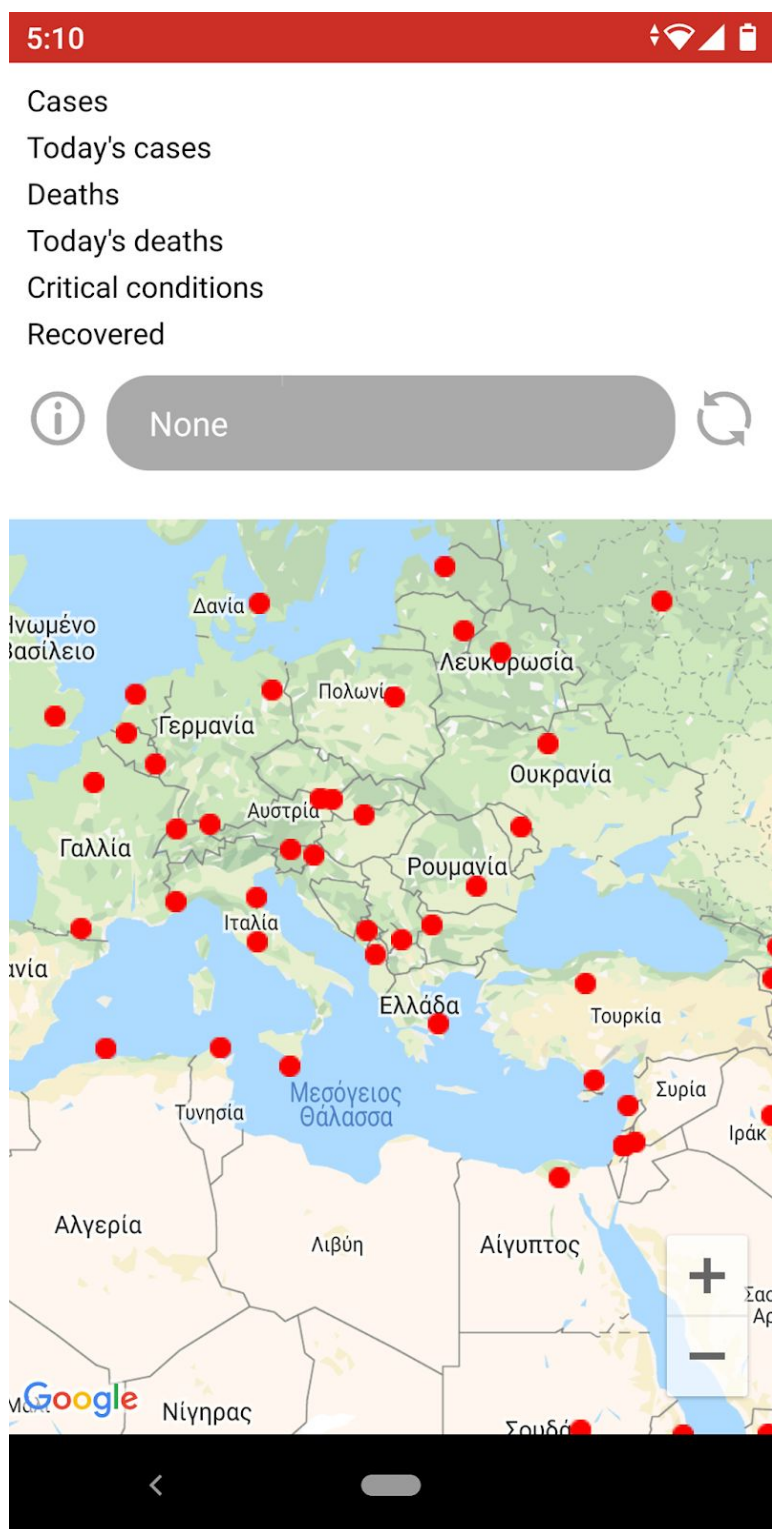


Εικόνα 40

5.3.3 Προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισης

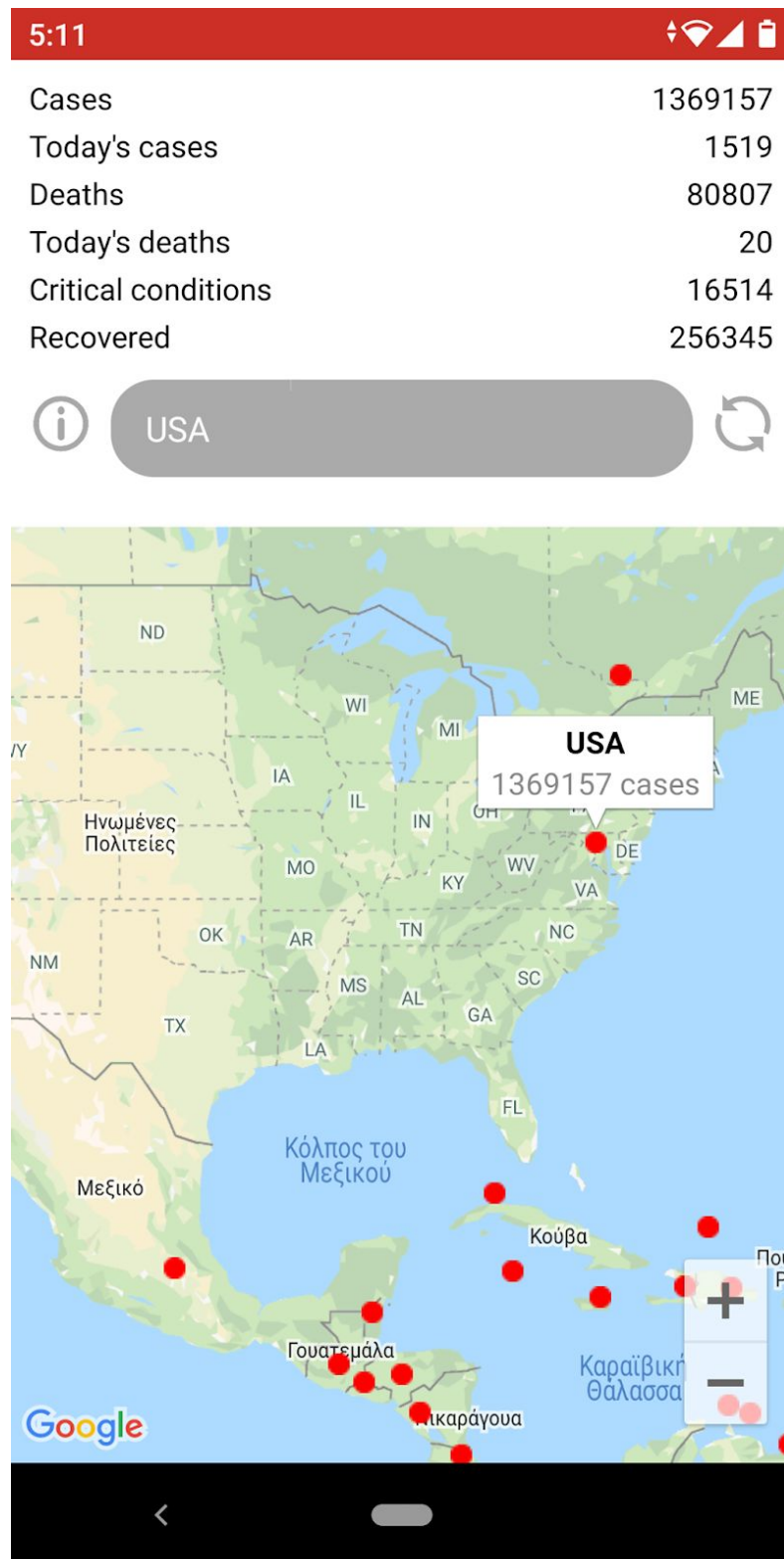
Ένα ήταν το βασικό πρόβλημα, που αντιμετωπίστηκε πριν τις βελτιώσεις του API. Αυτό το πρόβλημα ήταν ότι η Google δεν προσφέρει έτοιμη λειτουργία συσχετισμού του ονόματος μιας χώρας με γεωγραφικά δεδομένα όπως οι συντεταγμένες των πρωτευουσών. Τα δεδομένα του API κατηγοριοποιούνται ανα χώρα και το αναγνωριστικό κάθε χώρας ήταν το όνομά της. Για την επίλυση του προβλήματος, αξιοποιήθηκε αρχείο δεδομένων, με τις συντεταγμένες των πρωτευουσών των χωρών. Τα δεδομένα του API, δηλαδή, συνδυάστηκαν με το αρχείο δεδομένων, χρησιμοποιώντας το όνομα των χωρών, ώστε να γίνει η οπτικοποίηση τους στον χάρτη. Να σημειωθεί ότι το API, στις νεότερες εκδόσεις του, προσφέρει και συντεταγμένες των χωρών για τις οποίες παρέχει δεδομένα.

5.3.4 Ενδεικτικά στιγμιότυπα οθόνης

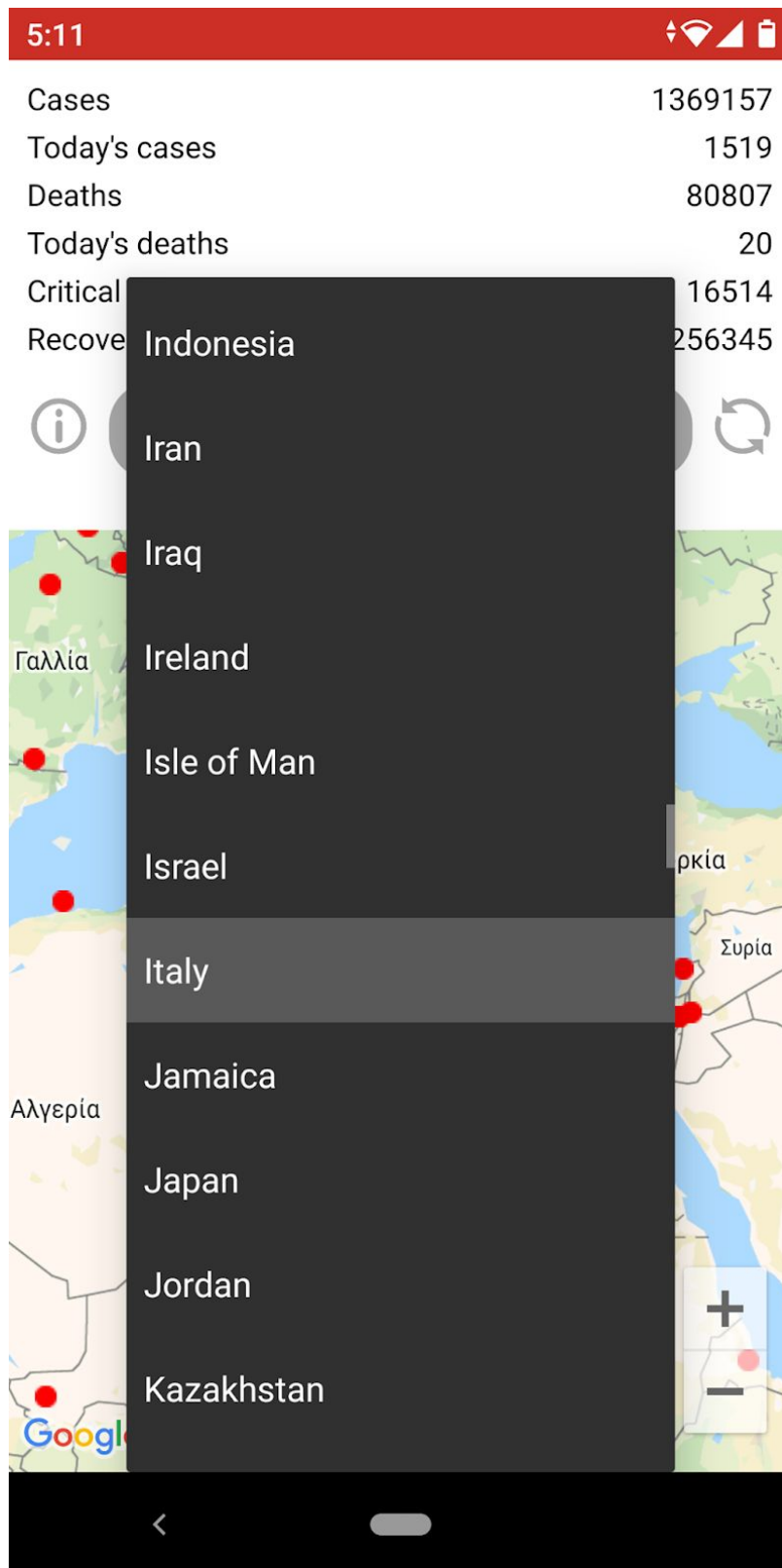


Εικόνα 41

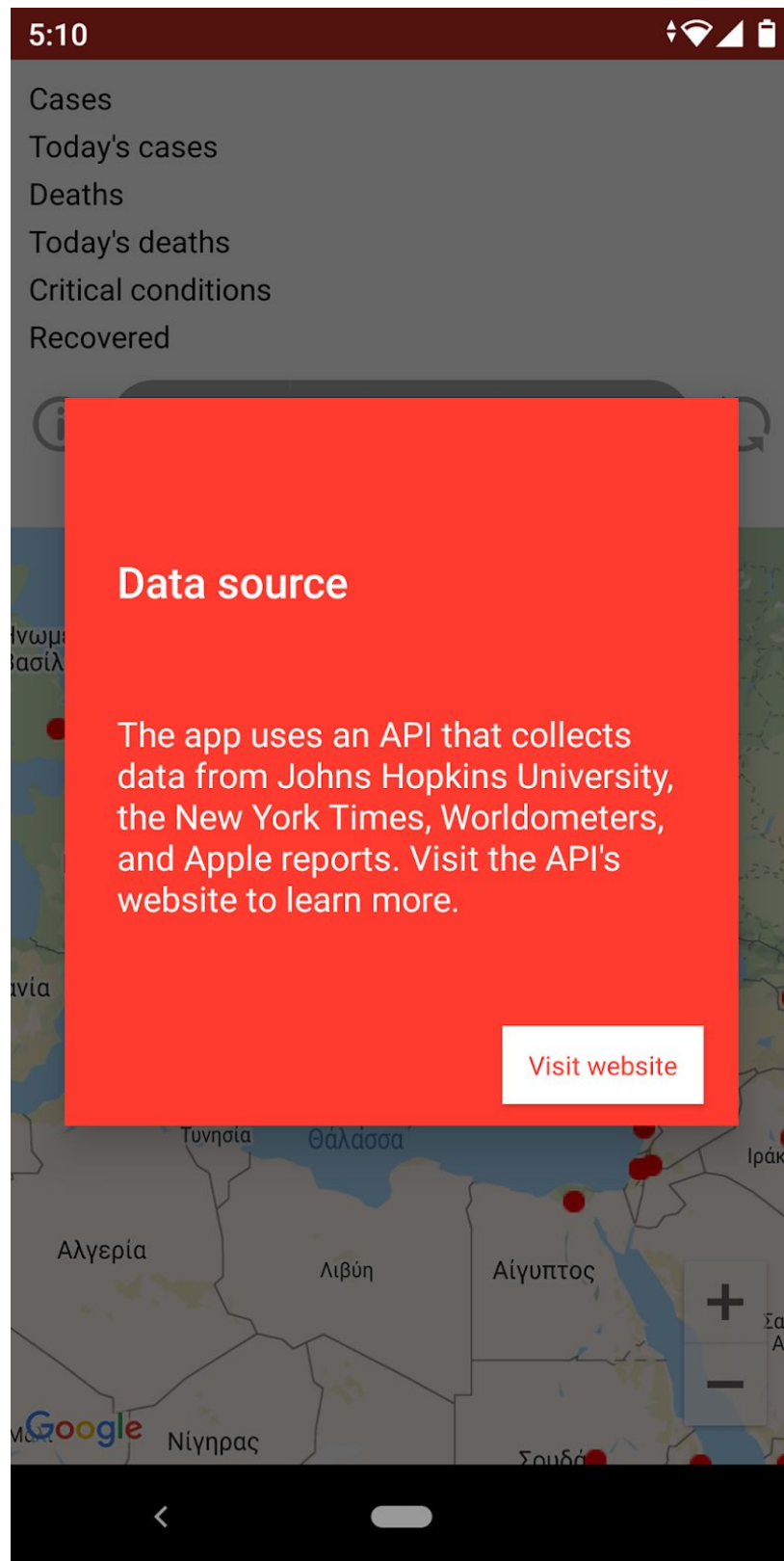
Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων



Εικόνα 42



Εικόνα 43



Εικόνα 44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Αξιολόγηση

Η έρευνα διεξήχθη κατά την περίοδο που εξαπλώθηκε το Covid19. Αν και αυτό υπογράμμισε πιο έντονα την αξία ενός τέτοιου συστήματος, έκανε επίσης πολύ δύσκολη τη δοκιμή του πρωτοτύπου από πιθανούς εθελοντές. Αντί για αυτό, παρουσιάστηκε το σύστημα στο διαδίκτυο και προσκαλέστηκε μια ομάδα υποψηφίων χρηστών να απαντήσει σε ένα ερωτηματολόγιο που καταρτίστηκε ειδικά για τους σκοπούς της αξιολόγησης του συστήματος.

Η έρευνα διεξήχθη στην Ελλάδα και έχει συγκεντρώσει 66 συμμετοχές από άτομα όλων των ηλικιών άνω των 15 ετών. Αναλυτικά, συμμετείχαν 53 άτομα ηλικίας 15 έως 30 ετών, 11 άτομα ηλικίας 30-50 και 2 άτομα ηλικίας 50 ετών και άνω. Μεταξύ των ερωτηθέντων, το 10,6% από αυτούς ανέφεραν ότι έχουν αυξημένο κίνδυνο για την υγεία.

Η συντριπτική πλειονότητα των ερωτηθέντων 93,5% ανέφεραν ότι θεωρούν χρήσιμη ή πολύ χρήσιμη την ικανότητα παρακολούθησης μιας ασθένειας που εξαπλώνεται μέσω του συστήματός μας. Φυσικά, κάποιος θα μπορούσε να αποδώσει μέρος αυτού του αποτελέσματος στο γενικό πλαίσιο εντός του οποίου εισήχθη το σύστημα. Ωστόσο, αυτό είναι ένα ενθαρρυντικό αποτέλεσμα.

Σχεδόν δύο στα τρία, το 60,6%, πιστεύουν ότι τέτοια συστήματα θα πρέπει να γίνουν μέρος του τομέα της υγείας, αλλά το υπόλοιπο 31,8% έχει αρκετές επιφυλάξεις και το 7,6% απάντησε αρνητικά. Τα περισσότερα σχόλια των χρηστών σχετικά με αυτό θα αποκαλύψουν τον λόγο πίσω από αυτές τις επιφυλάξεις και ίσως μας κατευθύνουν προς ένα σχεδιασμό συστήματος που θα κερδίσει περισσότερη αποδοχή.

Ένα παρόμοιο μοτίβο εμφανίζεται στις απαντήσεις στο κατά πόσο οι άνθρωποι θα ήταν πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν το φορετό αντικείμενο για την παρακολούθηση των συμπτωμάτων. Το 58,6% θα το χρησιμοποιούσε, ενώ το 27,4% δεν ήταν σίγουρο και το 14,5% απλώς δεν θα το χρησιμοποιούσε. Η εικόνα αλλάζει ακόμα όταν ρωτάμε αν θα ήταν πρόθυμοι να τη χρησιμοποιήσουν καθ' όλη τη διάρκεια της καθημερινής τους ζωής. Στην περίπτωση αυτή το 61,8% θα το φορούσε μόνο αν ήταν πρακτικό, ενώ ένα αυξημένο 24,2% δεν θα το φορούσε καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Δεδομένου του γεγονότος ότι το φορητό σύστημα εξακολουθεί να βρίσκεται σε πολύ πρώιμο επίπεδο πρωτοτύπου έτσι θεωρούμε ότι αυτά είναι πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Φυσικά, το βασικό συστατικό για μια ευρεία υιοθέτηση θα ήταν η πρακτικότητα. Αυτό περιλαμβάνει έναν αριθμό παραμέτρων, όπως το μέγεθος, η ευκολία στη χρήση, οι πιο αξιόπιστες μετρήσεις, η ομοιομορφία και το στυλ.

Ελήφθησαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην ερώτησή σχετικά με το εάν εμπιστεύονται ένα τέτοιο σύστημα. περισσότερο από δύο στα τρία, το 69,3%, απάντησε θετικά, αν και είχε κάποιες επιφυλάξεις.

Μια μέτρηση που θεωρήθηκε ενθαρρυντική είναι ότι το 87,1% θα πρότεινε το σύστημα σε συγγενείς με αυξημένο κίνδυνο για την υγεία.

6.2 Συμπεράσματα

Οι εφαρμογές και τα συστήματα IoT έχουν τεράστιες δυνατότητες στον τομέα της υγείας που ασχολείται με την πρόληψη της μετάδοσης ασθενειών. Η ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων και εφαρμογών έχει μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες, επομένως αξίζει να εφαρμοστεί η έρευνα σε αυτά, ιδίως επειδή έχει τη δυνατότητα να αυξήσει περαιτέρω τα ποσοστά αποδοχής των χρηστών.

Βασικοί παράγοντες αποδοχής είναι η επίλυση ζητημάτων απορρήτου και ασφάλειας, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να εμπιστεύονται και να δέχονται αυτά τα συστήματα. Ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας είναι ότι η πρακτικότητα του φορητού αντικειμένου παρακολούθησης συμπτωμάτων είναι εξαιρετικά σημαντική για τους χρήστες όταν πρόκειται για χρήση σε όλη την καθημερινή τους ζωή.

Ορισμένα σημεία στα οποία σκοπεύω να εργαστώ στο μέλλον είναι :

1. Επικύρωση δεδομένων που προέρχονται από τους χρήστες

Ένα ζήτημα που πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω είναι η εγγύηση της εγκυρότητας των αναφερόμενων περιπτώσεων μέσω της εφαρμογής. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί σε συνεργασία με εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ).

2. Παρακολούθηση συμπτωμάτων

Υπάρχουν πολλές βελτιώσεις που μπορούν να αυξήσουν την αποδοχή τέτοιων συσκευών. Τα πιο σημαντικά είναι φυσικά τα θέματα ασφάλειας και απορρήτου. Το αντικείμενο πρέπει να πιστοποιηθεί ως ασφαλές, με ανθεκτική κατασκευή και ανθεκτικότητα σε σφάλματα. Αλλά και η πρακτικότητα του φορητού αντικειμένου είναι υψίστης σημασίας εάν πρόκειται να υιοθετηθεί για συνεχή χρήση. Η υιοθέτηση πιο κατάλληλων εμπορικών εξαρτημάτων μπορεί να μειώσει το μέγεθος της συσκευής σε 3 x 3 cm, ή ακόμα λιγότερο, κάτι που θα το έκανε πολύ πιο άνετο, ενώ η

Η ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της διάδοσης ασθενειών και αξιοποίηση συστημάτων IoT για την καταγραφή συμπτωμάτων

εκμετάλλευση εξειδικευμένων μικρο-αισθητήρων θα εξαλείψει τα τρέχοντα υψηλά περιθώρια σφάλματος του αισθητήρα.

Επιπλέον, περισσότερες παράμετροι φυσιολογίας μπορούν να παρακολουθούνται με την προσθήκη περισσότερων αισθητήρων.

6.3 Δημοσίευση

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής συντάχθηκε ένα επιστημονικό άρθρο το οποίο δημοσιεύθηκε στο συνέδριο SEEDA CECNSM 2020 που υποστηρίζεται τεχνικά από την IEEE Computational Intelligence Society (CIS).

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

- [1] Fell M. , Melin H. (2014). Roadmap for The Emerging “Internet of Things”. Carré & Strauss.
- [2] Rose K. , Eldridge S. , Chapin L. (2015).The Internet of Things: An Overview. Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World.
- [3] International Business Publications (2016). Taiwan Information Strategy, Internet and E-commerce Development Handbook - Strategic Information, Regulations, Contacts
- [4] Dheeraj Rathee & Savita & S. K. Chakarvarti &V. R. Singh (2014). "Recent trends in Wireless Body Area Network (WBAN) research and cognition-based adaptive WBAN architecture for healthcare" Health Technol.
- [5] Chen Chen, Alois Knoll, H.-Erich Wichmann, Alexander Horsch (2013). "A Review of Three-Layer Wireless Body Sensor Network Systems in Healthcare for Continuous Monitoring" Journal of Modern Internet of Things"
- [6] United States Department of Human Services "SUMMARY OF THE HIPAA PRIVACY RULE".
Εγινε πρόσβαση στο :
<https://www.hhs.gov/sites/default/files/ocr/privacy/hipaa/understanding/summary/privacysummary.pdf> ,
στις 13 Φεβρουαρίου, 2020.
- [7] U.S. Department of Health & Human Services "Summary of the HIPAA Privacy Rule"
Εγινε πρόσβαση στο :
<https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/privacy/laws-regulations/index.html> , στις 2 Φεβρουαρίου, 2020.
- [8] Jones, E. (2009). "HIPAA 'Protected Health Information': What Does PHI Include?"
- [9] Roy Thomas Fielding (2000). "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures".
- [10] Pang Zhibo, [Published in: Kista Sweden: KTH Royal Institute of Technology (2013)], "Technologies and Architectures of the Internet-of-Things (IoT) for Health and Wellbeing".

- [11] Diana P. Tobón INRS, Tiago H. Falk, Martin Maier [Published in IEEE Wireless Communications (Volume: 20, Issue: 4, August 2013), “Context awareness in WBANs: a survey on medical and non-medical applications”].
- [12] Javadi S.S., Razzaque M.A. (2013), Security and Privacy in Wireless Body Area Networks for Health Care Applications. In: Khan S., Khan Pathan AS. (eds) Wireless Networks and Security. Signals and Communication Technology. Springer, Berlin, Heidelberg
- [13] Anurag Tewari, Prabhat Verma (2016), “Security and Privacy in E-Healthcare Monitoring with WBAN: A Critical Review”.
- [14] S. Pinto, J. Cabral, T. Gomes [Published in 2017 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)], “We-care: An IoT-based health care system for elderly people”.
- [15] Anca Parmena Olimid, Liliana Marcela Rogozea, Daniel Alin Olimid (2018), “Ethical approach to the genetic, biometric and health data protection and processing in the new EU General Data Protection Regulation (2018)”.
- [16] Mulder, Trix, Health Apps, their Privacy Policies and the GDPR (June 3, 2019). European Journal of Law and Technology, 2019, University of Groningen Faculty of Law Research Paper No.15/2020.
- [17] S. M. Riazul Islam, Daehan Kwak, MD. Humaun Kabir, Mahmud Hossain, Kyung-Sup Kwak, “The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey“.
- [18] Μπούντρης Λεωνίδας (2017), “Internet of Things: Υλοποίηση κόμβων με την χρήση του Alljoyn Framework”.
- [19] Mendiola MF, Kalnicki M, Lindenauer S, “Valuable Features in Mobile Health Apps for Patients and Consumers: Content Analysis of Apps and User Ratings”.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΕ ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1 : Εγινε πρόσβαση στο :

<https://www.mdpi.com/1424-8220/16/6/831/htm>

“A Survey on Wireless Body Area Networks for eHealthcare Systems in Residential Environments”,
Mohammad Ghamari, Balazs Janko, R. Simon Sherratt, William Harwin, Robert Piechockic and Cinna
Soltanpur, 2016

Εικόνα 2 : Εγινε πρόσβαση στο :

<https://www.mdpi.com/1424-8220/16/6/831/htm>

“A Survey on Wireless Body Area Networks for eHealthcare Systems in Residential Environments”,
Mohammad Ghamari, Balazs Janko, R. Simon Sherratt, William Harwin, Robert Piechockic and Cinna
Soltanpur, 2016

Εικόνα 3 : Εγινε πρόσβαση στο :

<https://www.innovativeideas.com/2017/02/secured-smart-healthcare-monitoring.html>

Secured Smart Healthcare Monitoring System Based on Iot, February 05, 2017

Εικόνα 18 : Εγινε πρόσβαση στο :

<https://www.reichelt.com/de/en/arduino-uno-rev-3-dil-version-atmega328-usb-arduino-uno-dip-p154902.html>

Εικόνα 19 : Εγινε πρόσβαση στο :

<https://www.elektor.com/arduino-uno-r3>

Εικόνα 20, 22 : Περιλαμβάνονται στο συνοδευτικό υλικό από την αγοράς του bluetooth adapter

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

1. NovelCOVID API : αποτελέσαι την εξωτερική πηγή δεδομένων σχετικά με την διάδοση του ιού Covid19. Ο σύνδεσμος : <https://disease.sh/> , τελευταία πρόσβαση στις 16 Μαΐου, 2020
2. Country polygons as GeoJSON : αποτελέσαι την εξωτερική πηγή δεδομένων που αξιοποιήθηκαν στην προσομοίωση των συνόριον γραμμών των χωρών σε μία από τις τεχνικές απεικόνισης δεδομένων (βλ. Ενότητα 3.4.3.2)
Έγινε πρόσβαση στο : <https://github.com/datasets/geo-countries/blob/master/data/countries.geojson>, τελευταία πρόσβαση στις 16 Ιουνίου, 2020