



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΤΟ  
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ (ΙΟΤ) ΣΕ ΜΙΑ ΠΙΘΑΝΗ ΕΣΤΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ DRONES**

Διπλωματική Εργασία  
του  
Γερανίδη Θεόδωρου

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2019



**ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΤΟ  
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ (ΙΟΤ) ΣΕ ΜΙΑ ΠΙΘΑΝΗ ΕΣΤΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ DRONES**

Γερανίδης Θεόδωρος

Πτυχιούχος Μηχανικός Βιομηχανικής Πληροφορικής, Τ.Ε.Ι Καβάλας, 2010

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής  
Ψάννης Κωνσταντίνος

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 24/6/2019

Ψάννης Κωνσταντίνος

Ρουmeliώτης Εμμανουήλ

Σουραβλάς Σταύρος

.....

.....

.....

Γερανίδης Θεόδωρος

.....



## Περίληψη

Σε έναν κόσμο όπου ολοένα και αυξάνονται τα συνδεδεμένα αντικείμενα στο διαδίκτυο, στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η πρόληψη και ο εντοπισμός πυρκαγιάς σε περιοχές που είναι δύσκολο να φτάσουν επίγειες δυνάμεις καταστολής.

Ο καλύτερος τρόπος να φτάσουμε σε τέτοιου είδους σημεία, είναι με χρήση των UAVs ή αλλιώς Drones, συνδεδεμένα στο διαδίκτυο και εξοπλισμένα με το κατάλληλο συνδυασμό αντικειμένων όπως GPS, GSM και αισθητήρες καπνού για τον ακριβή εντοπισμό του σημείου της εστίας, τον τρόπο αποστολής των δεδομένων και τον εντοπισμό μονοξειδίου του άνθρακα (CO) αντίστοιχα.

Για την ολοκλήρωση του σκοπού αυτού, χρησιμοποιούμε μία βάση δεδομένων για να συλλέγουμε τις πληροφορίες που μας στέλνει το drone, με σκοπό να απεικονίσουμε τις πληροφορίες αυτές, πάνω σε ένα χάρτη της Google με χρήση των markers και τα κατάλληλα labels, πάνω από τα markers αυτά, ώστε να μας ειδοποιούν αν όντως στο σημείο που απεικονίζετε, υπάρχει ενδείξεις για εστία φωτιάς ή όχι.

Τέλος για την σύνδεση και την λειτουργία του εξοπλισμού που πλαισιώνει το drone χρησιμοποιήθηκε ο microcontroller Arduino UNO.

**Λέξεις Κλειδιά:** Internet of Things (IoT), UAV, Arduino

## **Abstract**

In a world where an increasing number of connected objects on the internet is, the goal of this diplomatic work is to prevent and detect a fire in areas that are hard to reach ground forces of repression.

The best way to get to these points is by using UAVs or Drones connected to the Internet and equipped with the right combination of items such as GPS, GSM and smoke sensors to accurately locate the hotspot, to send the data and detects the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) respectively.

To accomplish this goal, we use a database to collect the information that the drone sends us and display this information on a Google map using markers and appropriate labels above these markers to alert us if you are at the point where you are showing signs of a fire hazard or not.

Finally, the Arduino UNO microcontroller was used to connect and operate the equipment that frames the drone.

**Keywords:** Internet of Things (IoT), UAV, Arduino

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Ψάννη Κωνσταντίνο που μου εμπιστεύτηκε το θέμα αυτό της διπλωματικής μου εργασίας, όσο και την γυναίκα μου που με τόση υπομονή με άφηνε να κάθομαι ατελείωτες ώρες μπροστά σε έναν υπολογιστή και να δουλεύω την εργασία αυτή όσο η ίδια φρόντιζε τα 2 υπέροχα παιδιά μας.

# Περιεχόμενα

1 IOT	1
1.1 Τι είναι το Internet of Things	1
1.2 Εφαρμογές του Internet of Things	2
1.3 Μοντέλα επικοινωνίας	9
1.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας	12
1.5 Πλεονεκτήματα	16
1.6 Μειονεκτήματα	17
2 UAV	19
2.1 Τι είναι τα UAVs	19
2.2 Κατηγορίες των UAVs	20
2.3 UAVs και IOT	24
2.4 Χρήση των Drones	25
2.5 Drones και πυρκαγιές	28
3 Εργαλεία Συστήματος	30
3.1 Arduino Microcontroller	30
3.2 GSM/GPRS	33
3.2.1 Δίκτυο GSM	33
3.2.2 GPRS	38
3.3 GPS	42
3.4 Sensors	46
4 Υλοποίηση Συστήματος	49
4.1 Arduino IDE	49
4.2 XAMPP	52
4.3 Notepad++	54
5 Συμπεράσματα και Προοπτικές	58
5.1 Συμπεράσματα	58
5.2 Προοπτικές	58
6 Βιβλιογραφία	59
7 Παράρτημα	63



## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Εφαρμογές του IoT. ....	2
Εικόνα 2 Έξυπνο σπίτι. ....	3
Εικόνα 3 Έξυπνη πόλη. ....	4
Εικόνα 4 Έξυπνη φάρμα. ....	6
Εικόνα 5 Διαδίκτυο Ιατρικών Πραγμάτων (IoMT).....	8
Εικόνα 6 Μοντέλο επικοινωνίας Device-to-Device.....	9
Εικόνα 7 Μοντέλο επικοινωνίας Device-to-Cloud. ....	10
Εικόνα 8 Μοντέλο επικοινωνίας Device to Gateway. ....	11
Εικόνα 9 Μοντέλο back-End Data-Sharing. ....	12
Εικόνα 10 Πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT . ....	13
Εικόνα 11 Fixed Wing UAV.....	22
Εικόνα 12 Rotary Wing UAV. ....	22
Εικόνα 13 Multicopters με βάση τον αριθμό των ελίκων. ....	23
Εικόνα 14 Πλακέτα Arduino UNO. ....	30
Εικόνα 15 Περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών Arduino. ....	32
Εικόνα 16 Πλακέτες Arduino.....	33
Εικόνα 17 Αρχιτεκτονική δικτύου GSM.....	35
Εικόνα 18 Αρχιτεκτονική GPRS.....	39
Εικόνα 19 GSM SIM900A.....	41
Εικόνα 20 Σύνδεση GSM με Arduino.....	42
Εικόνα 21 Διαδικασία Τριγωνισμού. ....	44
Εικόνα 22 GPS NEO 6M. ....	45
Εικόνα 23 Σύνδεση GPS με Arduino. ....	45
Εικόνα 24 Αισθητήρας MQ-7. ....	47
Εικόνα 25 Χαρακτηριστικά MQ-7. ....	48
Εικόνα 26 Σύνδεση αισθητήρα με Arduino. ....	48
Εικόνα 27 Προγραμματισμός αισθητήρα MQ-7.....	49
Εικόνα 28 Έξοδος τιμών αισθητήρα. ....	50
Εικόνα 29 Προγραμματισμός GPS.....	50
Εικόνα 30 Έξοδος τιμών GPS.....	51

Εικόνα 31 Περιβάλλον προγράμματος XAMPP.....	52
Εικόνα 32 Εκκίνηση Βάσης MySQL και Apache Server .....	52
Εικόνα 33 Περιβάλλον προγράμματος phpmyadmin.....	53
Εικόνα 34 Δημιουργία βάσης δεδομένων. ....	53
Εικόνα 35 Δημιουργία πίνακα δεδομένων. ....	54
Εικόνα 36 Κώδικας εισαγωγής δεδομένων στη βάση.....	55
Εικόνα 37 Κώδικας εξαγωγής δεδομένων από την βάση. ....	55
Εικόνα 38 Κώδικας δημιουργίας τελικού Interface. ....	56
Εικόνα 39 Interface χρήστη.....	57

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1 Πρόγραμμα κωδικοποίησης και Bitrate μεταφοράς δεδομένων.	40
Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά και ιδιότητες αισθητήρων.	47

## Συμβολισμοί

IoT	Internet of Things
RFID	Radio Frequency Identification
IoMT	Internet of Medical Things
IAB	Internet Architecture Board
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
WAN	Wide Area Network
WPAN	Wireless Personal Area Network
UWB	Ultra WideBand
GSM	Global System for Mobile communications
LTE	Long Term Evolution
LoWPAN	Low Power Wireless Area Network
P2P	Peer-to-Peer
M2M	Machine-to-Machine
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
CoAP	Constrained Application Protocol
XMPP	Extensible Messaging and Presence Protocol
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
XML	Extensible Markup Language
UAV	Unnamed Aerial Vehicle
UAS	Unnamed Aerial System
HALE	High Altitude Long Endurance
MALE	Medium Altitude Long Endurance
IDE	Integrated Development Environment
TDMA	Time Division Multiple Access
FDMA	Frequency Division Multiple Access
BSS	Base Station System
NSS	Network Switching Subsystem
MS	Mobile Station
BTS	Base Transceiver Station

BSC	Base Station Controller
MSC	Mobile Switching Center
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
HLR	Home Location Register
VLR	Visitor Location Register
AuC	Authentication Center
EIR	Equipment Identity Register
ITU	International Telecommunication Union
GPRS	General Packet Radio Service
CSD	Circuit Switched Data
SGSN	Serving GPRS Support Node
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GPS	Global Position System

# 1 IOT

## 1.1 Τι είναι το Internet of Things

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT-Internet of Things) είναι ένα δίκτυο συσκευών που συλλέγουν και αναλύουν διάφορα δεδομένα από το φυσικό περιβάλλον και μέσω ενός δικτύου ή του διαδικτύου αποστέλλουν ή ανταλλάσσουν τα δεδομένα αυτά για να παράγουν μία υπηρεσία.

Το IoT είναι μία ιδέα που έχει σαν βάση την σύνδεση διάφορων αντικειμένων που χρησιμοποιούμε στη ζωή μας κάθε μέρα, είτε αυτές είναι μηχανές στη βιομηχανία ή φορητές συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες, για να συλλέξουν δεδομένα και να υπάρχει διαδραστική επικοινωνία με αυτά, μέσα σε ένα δίκτυο.

Ο όρος διαδίκτυο των πραγμάτων, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Kevin Aston, επιχειρηματία και συνιδρυτή του Auto-ID Center στο MIT, στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Ο ίδιος ανήκε στην ομάδα μέλος που ανακάλυψαν πώς να συνδέουν τα αντικείμενα με το internet με τη χρήση μιας ετικέτας RFID. Ως πρώτη σκέψη όμως στην επιστημονική κοινότητα, αναπτύχθηκε αρχικά περίπου το 1982, όταν μία ομάδα μεταπτυχιακών φοιτητών του τμήματος πληροφορικής στο πανεπιστήμιο Carnegie-Mellon, τροποποιώντας έναν αυτόματο πωλητή αναψυκτικών, συνδέοντας τον στο internet, με σκοπό να ελέγχει το στοκ καθώς και την θερμοκρασία των προϊόντων.

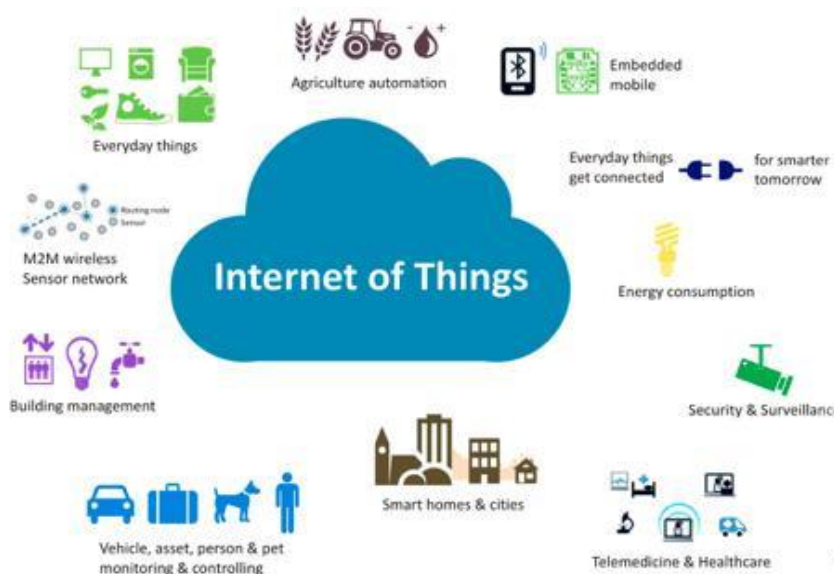
Σήμερα, ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις και άνθρωποι χρησιμοποιούν αντικείμενα συνδεδεμένα στο διαδίκτυο, προκειμένου να κάνουν την καθημερινότητά τους πιο λειτουργική και εύκολη. Η χρήση και η χρησιμότητα των αντικειμένων αυτών, ποικίλη από τομέα σε τομέα, όπως στην υγεία, στην ασφάλεια, στην ψυχαγωγία και σε πολλούς άλλους τομείς, καθιστώντας τα πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής πολλών ανθρώπων και εταιριών.

Για να καταλάβουμε τα οικονομικά οφέλη από την χρήση του IoT όπως επίσης και το μέγεθος της χρησιμότητάς του, θα αναφέρουμε ενδεικτικά μερικά παραδείγματα εκτιμήσεων κάποιων εταιριών. Σύμφωνα με εκτίμηση της εταιρίας CISCO, μέχρι το 2019 θα υπάρχουν τουλάχιστον 24 δις. από διάφορες συσκευές που θα συνδέονται στο διαδίκτυο, και η πρόβλεψη της Morgan Stanley για το 2020 ανέρχεται σε 75 δις. Σύμφωνα με την πρόβλεψη του ινστιτούτου McKinsey, το 2025 τα κέρδη της χρήσης του IoT θα είναι μεταξύ των 3.9 με 11 τρις. δολαρίων για κάθε έτος.

Ο απώτερος στόχος του IoT είναι να επιτρέπει σε οποιαδήποτε συσκευή, οποιαδήποτε στιγμή, από οποιονδήποτε, από οπουδήποτε, με οποιαδήποτε υπηρεσία και με οποιοδήποτε δίκτυο να αλληλεπιδρούν.

## 1.2 Εφαρμογές του Internet of Things

Οι εφαρμογές του IoT ποικίλουν και ολοένα και αυξάνονται όσο αυξάνονται και οι ανάγκες των χρηστών, των επιχειρήσεων και όσο εξελίσσεται η τεχνολογία. Βάση των προοπτικών ανάπτυξης των υπολογιστικών συστημάτων, υπάρχουν πάρα πολλές εφαρμογές του IoT στην ζωή μας, για τον μέσο καταναλωτή ή μια επιχείρηση, έως την βιομηχανία και την καθημερινότητα της χρήσης του, όμως στην πραγματικότητα οι δυνατότητες που προσφέρει είναι αμέτρητες. Στην ενότητα αυτή θα αναλύσουμε μερικές από τις εφαρμογές του IoT σε διάφορους τομείς καθώς είναι αδύνατο να τις προβλέψει κανείς όλες. Στην παρακάτω εικόνα 1 βλέπουμε μερικές από αυτές τις εφαρμογές.



**Εικόνα 1** Εφαρμογές του IoT.

### 1. Έξυπνα σπίτια

Τα τελευταία χρόνια, μία νέα τάση έχει ξεκινήσει στην τεχνολογία και στο IoT, μετατρέποντας πολλά σπίτια σε «έξυπνα» (smart home), χρησιμοποιώντας συσκευές

αυτής της κατηγορίας. Πολλές εταιρείες, εργάζονται για να εξοπλίσουν τα σπίτια αυτά, με τεχνολογία που μας επιτρέπει με τη χρήση μίας μόνο συσκευής να ελέγχουμε όλες τις ηλεκτρονικές μας συσκευές και εξ αποστάσεως. Οι τεχνολογίες αυτές, εστιάζουν κυρίως στο να παρακολουθούν και αν χρειαστεί να μεταβάλλουν τη θερμοκρασία στο σπίτι μας, να μετρούν και να διαχειρίζονται την ενέργεια και να διαχειρίζονται την κατανάλωση της, στην ασφάλεια μέσω της έγκυρης και άμεσης ειδοποίησης και στην χρήση οικιακών συσκευών εξ αποστάσεως όπως φαίνεται και στην εικόνα 2 παρακάτω.



**Εικόνα 2** Έξυπνο σπίτι.

Οι IoT εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στα έξυπνα σπίτια, βασίζονται σε ανοιχτές πλατφόρμες, χρησιμοποιούν ένα δίκτυο έξυπνων αισθητήρων και συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την θερμοκρασία, την ηλεκτρική κατανάλωση, τον κλιματισμό, τον φωτισμό και δεδομένα γύρω από την ασφάλεια ενός σπιτιού. Όλα τα δεδομένα συλλέγονται, αναλύονται και διατίθενται στον τελικό χρήστη μέσω διαδικτύου και μιας σειράς από εφαρμογές και τερματικές συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, tablets και υπολογιστές. Με λίγα λόγια, με τη χρήση ενός κινητού, θα μπορούμε να έχουμε τον πλήρη έλεγχο ενός έξυπνου σπιτιού. Έρευνες αναφέρουν πως μέχρι το 2020, αυτές τις έξυπνες συσκευές θα χρησιμοποιούνται από το 15% των νοικοκυριών, με σκοπό ο τρόπος που ζουν οι άνθρωποι να γίνει πιο άνετος και αποτελεσματικός.

## **2. Έξυπνη πόλη**

Η ιδέα της έξυπνης πόλης δεν είναι καινούργια και μπορεί να διαφέρει σε πόλεις ή σε χώρες, ανάλογα με το επίπεδο ανάπτυξης, τον πολιτισμό και την κουλτούρα τους.



Μία έξυπνη πόλη χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των πολιτών.

Τα Ηνωμένα Έθνη, εκτιμούν ότι μέχρι το 2050, το 70% του παγκόσμιου πληθυσμού θα κατοικεί σε έξυπνες πόλεις και στα αστικά κέντρα, κάτι που θα φέρει στα παρόντα κοινωνικά και δημογραφικά φαινόμενα εκτεταμένες οικονομικές, πολιτικές και περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις, έτσι ώστε η έννοια της έξυπνης πόλης να γίνεται ολοένα και πιο σημαντική.

Ο κύριος σκοπός μίας έξυπνης πόλης, είναι να δημιουργήσει μία κοινωνία που να μπορεί να κάνει χρήση αποτελεσματικότερα των υποδομών της μέσω της τεχνολογίας. Επικεντρώνεται στη βελτιστοποίηση των λειτουργιών της πόλης και στην τόνωση της οικονομικής ανάπτυξης, βελτιώνοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής των πολιτών σε διάφορους τομείς όπως υποδομές, μεταφορές, υγεία, εκπαίδευση, ενέργεια και δημόσια ασφάλεια χρησιμοποιώντας έξυπνη τεχνολογία και ανάλυση δεδομένων όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.



**Εικόνα 3** Έξυπνη πόλη.

Οι πόλεις όλο και περισσότερο γίνονται πιο «έξυπνες», καθώς κυβερνήσεις και επιχειρήσεις αλλά και οι ίδιοι οι πολίτες βασίζονται ολοένα και πιο πολύ στην τεχνολογία του IoT προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις προκλήσεις της ταχείας αστικοποίησης. Οποιαδήποτε πόλη μπορεί να μετατραπεί σε έξυπνη καθώς η πρόσβαση στο διαδίκτυο αυξάνεται, το κόστος σύνδεσης μειώνεται ενώ οι νέες συσκευές έχουν

ενσωματωμένες δυνατότητες ασύρματης σύνδεσης, εξελιγμένους αισθητήρες είναι μικρότερης μορφής και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια.

Με την εισαγωγή του IoT μία πόλη θα ενεργεί περισσότερο σαν ένας ζωντανός οργανισμός που θα μπορεί να ανταποκριθεί σε πραγματικό χρόνο, στις ανάγκες των πολιτών και να παρέχει τις λύσεις στα ποικίλα προβλήματα που παρουσιάζονται, θεωρώντας την ίδια την πόλη ως ένα ενιαίο σύνολο.

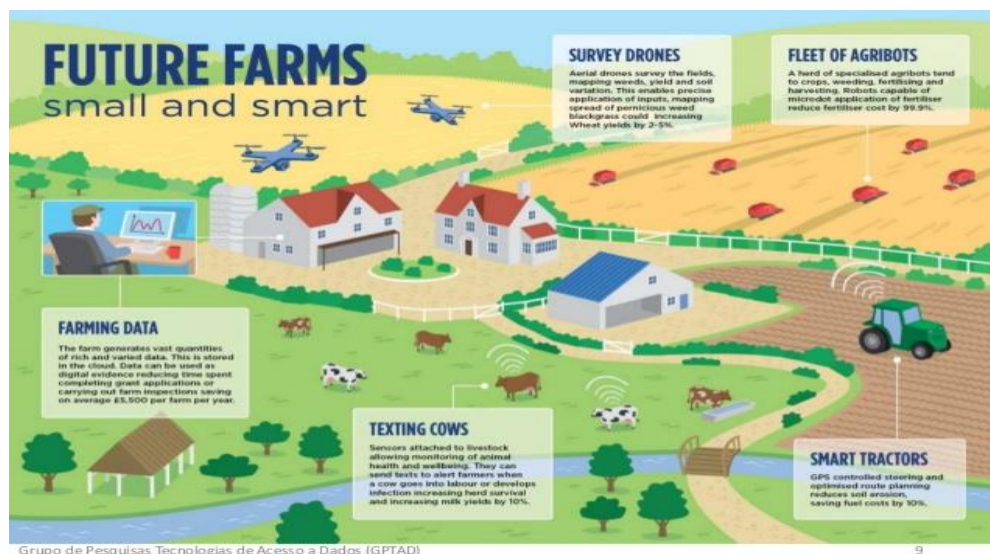
Η Ελλάδα, με πρώτη την πόλη των Τρικάλων συναγωνίζεται επάξια τις ευρωπαϊκές χώρες καθώς και η ίδια διαθέτει έξυπνες πόλεις. Τα Τρίκαλα, μία αγροτική πόλη, είναι στις μέρες μας η πρώτη «έξυπνη» πόλη της Ελλάδας και οι εφαρμοσμένες καινοτομίες έχουν επιφέρει εν μέσω της οικονομικής κρίσης την οποία διέπουμε, βελτίωση στην ποιότητα ζωής των πολιτών. Το «Smart Trikala» είναι ένα πρόγραμμα που περιλαμβάνει ένα μεγάλο πλήθος από λειτουργικές εφαρμογές, από τον έξυπνο φωτισμό των δρόμων, τον έλεγχο των διαδρομών των απορριμματοφόρων, το σύστημα στάθμευσης που παρακολουθείται με αισθητήρες, το πρόγραμμα open mall, την παρακολούθηση του κυκλοφοριακού σε πραγματικό χρόνο και η τηλεπρόνοια είναι μόνο κάποιες από τις εφαρμογές IoT τεχνολογίας που κάνουν την καθημερινότητα των πολιτών ευκολότερη.

Μια ακόμη «έξυπνη» πόλη είναι η πόλη της Χαλκίδας, στην οποία πιλοτικά, μία ενιαία πλατφόρμα υποστηρίζει τα συστήματα «έξυπνης» στάθμευσης και «έξυπνου» φωτισμού. Οι δύο αυτές εφαρμογές, συμβάλουν η μεν στην διευκόλυνση εύρεσης θέσης στάθμευσης και στην αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας και η δε στην μείωση κατανάλωσης ενέργειας.

Μία τρίτη και τελευταία έξυπνη πόλη, είναι η πόλη της Ξάνθης στην οποία από το Μάρτιο του 2018 υλοποιείται πιλοτικά το Smart University Campus ή αλλιώς η έξυπνη πανεπιστημιούπολη. Η εταιρία COSMOTE, συνεργαζόμενη με το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, υλοποίησαν τέσσερεις εφαρμογές όπως παρακολούθηση της ποιότητας του νερού, έλεγχος των δεξαμενών καυσίμων, μέτρηση την ποιότητας του αέρα και έξυπνο φωτισμό αναπτύσσοντάς αυτές τις εφαρμογές στο χώρο του πανεπιστημίου και αξιοποιώντας το δίκτυο NB-IoT της COSMOTE για την μεταφορά των δεδομένων που παράγαν οι εφαρμογές αυτές.

### 3. Έξυπνη γεωργία και κτηνοτροφία

Ένας από τους πρώτους τομείς που έχουν αλλάξει ριζικά από τη συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας, είναι η γεωργία και η κτηνοτροφία,. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και καινοτομιών που συνδέονται με τον πρωτογενή τομέα, είναι αλματώδης και όπως όλα δείχνουν θα συνεχίσει να καλύπτει ολοένα και μεγαλύτερο τμήμα των αναγκών όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.



Εικόνα 4 Έξυπνη φάρμα.

Τα Ηνωμένα Έθνη υποστηρίζουν ότι μέχρι το 2050 ο πληθυσμός της Γης θα ανέρχεται στα 9,7 δισεκατομμύρια. Θα εμφανιστούν πολλές προκλήσεις, καθώς κατά τις επόμενες δεκαετίες θα πρέπει να ενισχυθεί η παγκόσμια παραγωγή σε τρόφιμα σε ποσοστό 70%, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της ανθρωπότητας. Το διαδίκτυο των πραγμάτων, έχει ήδη επιφέρει μια ψηφιακή επανάσταση βοηθώντας σε διάφορους τομείς, φορείς και επιχειρήσεις να βελτιώσουν σημαντικά τη λειτουργία τους. αποτελεί ίσως το μεγαλύτερο τεχνολογικό επίτευγμα της εποχής μας. Όταν αυτή η τεχνολογία, που στην εποχή που ζούμε θεωρείται ίσως το μεγαλύτερο επίτευγμα της τεχνολογίας, εφαρμόζεται στον κλάδο της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, ο αγροτικός τομέας αναβαθμίζει την αύξηση της παραγωγικότητάς και κατά έναν τρόπο, μπορεί να επιτευχθεί αυτή η αλματώδης αύξηση της παραγωγής που αναζητά ο πλανήτης.

Ο γεωργοκτηνοτροφικός τομέας, έχει απόλυτη ανάγκη των τεχνολογιών και των καινοτόμων ιδεών και τεχνολογίες για την αύξηση της παραγωγής και τον καλύτερο καταμερισμό των εργασιών. Οι τεχνολογίες IoT, ανοίγοντας τον δρόμο για την χαμηλού

κόστους «έξυπνη» διαχείριση των αγροτικών επιχειρήσεων, προσφέρουν τις λύσεις που θα μπορούν να εφαρμοστούν σχεδόν σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας.

Πιο συγκεκριμένα, οι IoT τεχνολογίες, που σχετίζονται με την έξυπνη γεωργία και κτηνοτροφία, επικεντρώνονται κυρίως στο να βοηθήσουν τον παραγωγό να αυξήσει τα κέρδη του, μειώνοντας τα κόστη της παραγωγής. Συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των κινδύνων, που απειλούν την παραγωγή λόγω έγκαιρης προειδοποίησης, στη μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου, με ορθολογική χρήση αρδευτικού νερού, λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Έτσι βελτιώνεται και η ποιότητα του προϊόντος, αλλά αυξάνεται και η παραγωγή, λόγω της πιο αποτελεσματικής και με ακρίβεια αντιμετώπισης των αναγκών των αγροτικών καλλιεργειών σε άρδευση, λίπανση και φυτοπροστασία.

#### **4. «Έξυπνη» υγεία**

Ο τομέας της υγείας, που θεωρείται ο πιο σημαντικός παράγοντας της ζωής, δεν μένει ποτέ πίσω στη χρήση των νέων τεχνολογιών. Οι υπηρεσίες περίθαλψης ειδικά, λόγω της εξέλιξης στην τεχνολογία αλλά και τις συνεχόμενα αυξανόμενες ανάγκες που προκύπτουν, περνούν σε μια άλλη, νέα εποχή.

Οι πιέσεις στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης δεν ήταν ποτέ μεγαλύτερες με παράγοντες όπως η αυξανόμενη γήρανση του πληθυσμού και αύξηση στο προσδόκιμο ζωής, και ιδιαίτερα στις αναδυόμενες οικονομίες, οι συνδυασμένες προκλήσεις των μολυσματικών ασθενειών και η αύξηση της συχνότητας των χρόνιων ασθενειών. Οι ψηφιακές λύσεις υγείας, παρέχουν την ευκαιρία να βοηθήσουν τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, να παράσχουν καλύτερη, πιο συνεπή και αποτελεσματικότερη υγειονομική περίθαλψη, να αυξήσουν την πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας και να δώσουν στους πολίτες, τη δυνατότητα να διαχειριστούν καλύτερα την υγεία τους.

Σε αυτές τις προκλήσεις, έρχεται να δώσει απαντήσεις το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων (IoMT), προς μία πιο ολοκληρωμένη και ώριμη πραγματικότητα, στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας και στα πλαίσια της συνολικής εικόνας της υγειονομικής περίθαλψης επιδιώκει πιο ολοκληρωμένες προσεγγίσεις και οφέλη για το πολίτη όπως φαίνεται και στην εικόνα 5 που ακολουθεί.



**Εικόνα 5** Διαδίκτυο Ιατρικών Πραγμάτων (IoMT)

Ως αποτέλεσμα της υιοθέτησης αυτής της τεχνολογίας, το 40% που σχετίζεται με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα κινείται γύρω από την σφαίρα της υγείας περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη κατηγορία και θα συνιστάται σε μία αγορά 117 δισεκατομμυρίων δολαρίων μέχρι το 2020.

Μερικά μόνο παραδείγματα από την χρήση συσκευών IoMT στο χώρο της υγείας είναι η εξ αποστάσεως παρακολούθηση των ασθενών με χρονιές ή μακροπρόθεσμες ασθένειες, η παρακολούθηση των παραγγελιών για φαρμακευτική αγωγή ασθενών, η θέση των ασθενών που έχουν εισαχθεί σε ένα νοσοκομείο και η αποστολή του ιατρικού ιστορικού ενός ασθενή σε ιατρούς και νοσηλευτές με σκοπό την εγκυρότερη και γρηγορότερη εκτίμηση της υγείας του.

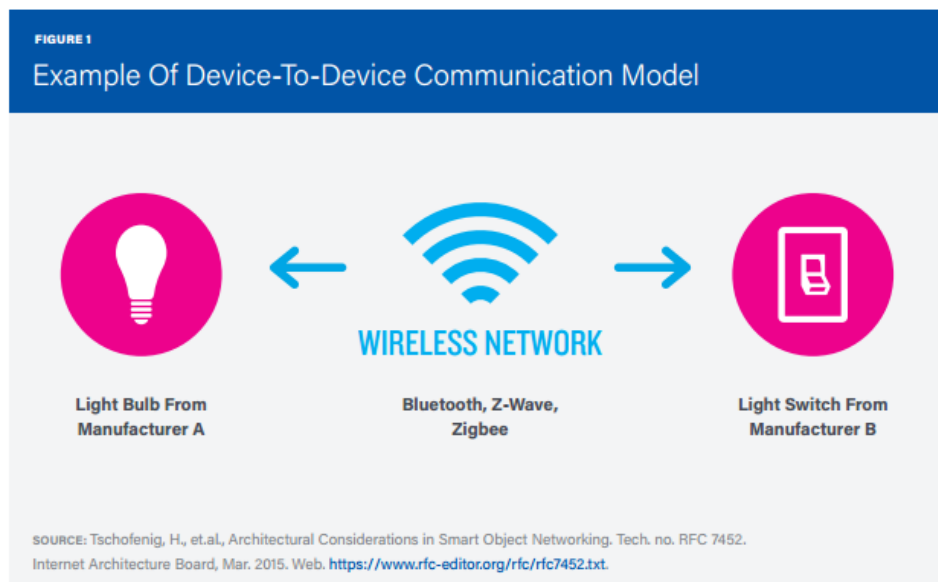
Τα παραπάνω παραδείγματα, υποδηλώνουν ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, στον τομέα της ιατρικής/υγειονομικής περίθαλψης, μειώνει το κόστος και βελτιώνει την εμπειρία των ιατρών και των ασθενών. Όχι μόνο διατηρεί τον ασθενή ασφαλέστερο και φροντίζει καλύτερα για αυτόν, αλλά επιτρέπει επίσης στους επαγγελματίες της υγειονομικής περίθαλψης να παρακολουθούν συνεχώς την κατάσταση του ασθενούς χωρίς να βρίσκονται στον ίδιο χώρο.

### 1.3 Μοντέλα επικοινωνίας

Τα μοντέλα επικοινωνίας των συσκευών που είναι διασυνδεδεμένα με το διαδίκτυο, όπως αυτά έχουν οριστεί από το Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου (IAB - Internet Architecture Board ) τον Μάρτιο του 2015, χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες με βάση τον τρόπο που συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους. Παρακάτω αναφέρονται αυτά τα μοντέλα και αναλύονται εν συντομία τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

#### Μοντέλο Device-to-Device

Το μοντέλο Device-to-Device, είναι ένα μοντέλο επικοινωνίας δύο ή και περισσότερων συσκευών, που συνδέονται μεταξύ τους απευθείας, χωρίς να μεσολαβεί κάποιος server όπως φαίνεται και στην Εικόνα 6. Για την επικοινωνία των συσκευών αυτών, μερικά από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν είναι: το Bluetooth, Zigbee ή το Z-Wave και ο τύπος των δικτύων ποικίλη συμπεριλαμβανομένου αυτά των IP ή του Internet. Το μοντέλο αυτό επικοινωνίας συσκευών, χρησιμοποιείται ευρέως σε μία σειρά από συστήματα αυτοματισμού, τα οποία χρησιμοποιούν μικρά πακέτα δεδομένων πληροφοριών για την μεταξύ τους επικοινωνία με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων αυτών.

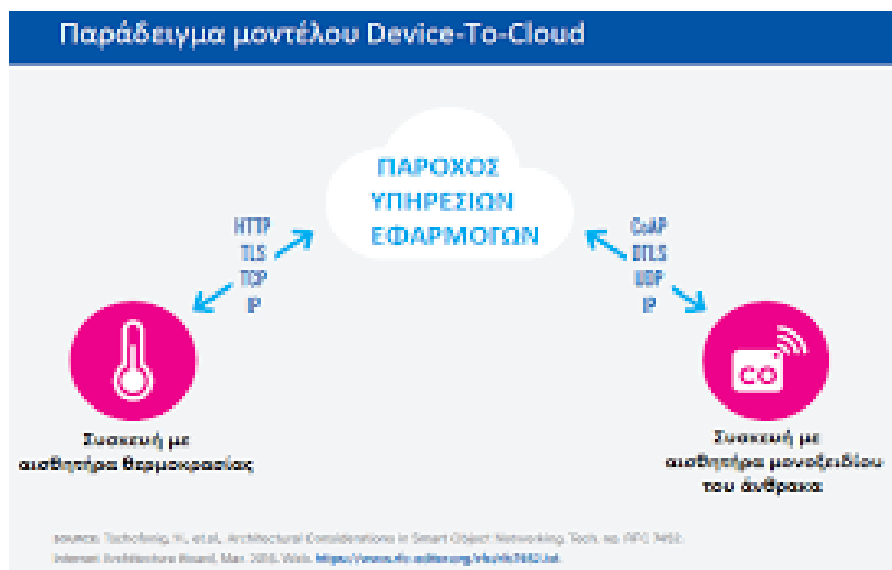


Εικόνα 6 Μοντέλο επικοινωνίας Device-to-Device.

Οι κατασκευαστές τέτοιων συσκευών θα πρέπει ειδικά να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη και υλοποίηση τέτοιων συσκευών με συγκεκριμένες μορφές δεδομένων και όχι στις ανοιχτές προσεγγίσεις που επιτρέπουν τη χρήση των τυποποιημένων μορφών δεδομένων με σκοπό η επικοινωνία των πρωτοκόλλων αυτού του μοντέλου να γίνει συμβατή σε μία πληθώρα από συσκευές.

### Μοντέλο Device-to-Cloud

Σύμφωνα με το μοντέλο επικοινωνίας Device-to-Cloud, η συσκευή συνδέεται απευθείας με μία υπηρεσία Internet Cloud, με σκοπό να ανταλλάσσει δεδομένα και να διαχειρίζεται την κίνηση των μηνυμάτων, που προέρχονται από την συσκευή αυτή. Για να επιτευχθεί μία τέτοια σύνδεση, η συσκευή χρησιμοποιεί παραδοσιακές ενσύρματες Ethernet ή Wi-Fi συνδέσεις, με σκοπό να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ συσκευής και δικτύου IP, το οποίο τελικά συνδέεται με το cloud όπως φαίνεται και στην παρακάτω Εικόνα 7.



Εικόνα 7 Μοντέλο επικοινωνίας Device-to-Cloud.

Μία τέτοιου είδους σύνδεση δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να αποκτήσουν εξ αποστάσεως πρόσβαση στις συσκευές ή ακόμη και να αναβαθμίζουν τις συσκευές αυτές που είναι συνδεδεμένες σε μία cloud υπηρεσία.



Ωστόσο, εγείρονται θέματα σχετικά με την διαλειτουργικότητα των συσκευών όταν αυτές προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές καθώς μία υπηρεσία cloud έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με συγκεκριμένες συσκευές του ίδιου κατασκευαστή.

### Μοντέλο Device to Gateway

Το μοντέλο Device to Gateway, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8, συνδέει μία συσκευή με μία cloud υπηρεσία μέσω μιας ενδιάμεσης συσκευής. Αυτή η ενδιάμεση συσκευή-πύλη, διαθέτει το κατάλληλο λογισμικό το οποίο δρα σαν διαμεσολαβητής μεταξύ συσκευής και υπηρεσίας cloud παρέχοντας παράλληλα ασφάλεια στην σύνδεση και πολλές άλλες λειτουργίες όπως η μετάφραση των πρωτοκόλλων.



Εικόνα 8 Μοντέλο επικοινωνίας Device to Gateway.

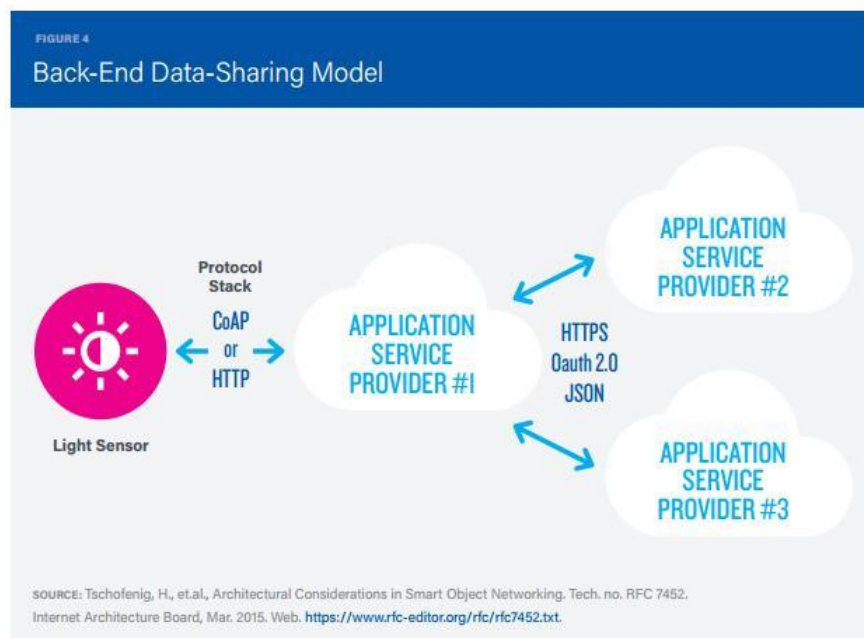
Μία τέτοια συσκευή-πύλη λογίζεται ένα Smartphone το οποίο συνδέεται με μία IoT συσκευή και μέσω μίας app εφαρμογής μεταδίδει τα δεδομένα της συσκευής αυτής σε μια cloud υπηρεσία. Επίσης ένα άλλου είδους συσκευής διαμεσολάβησης μεταξύ των συσκευών IoT και των υπηρεσιών που προσφέρουν τα clouds λογίζονται και τα λεγόμενα Hubs που όχι μόνο χρησιμεύουν σαν Local Gateway μεταξύ συσκευών και υπηρεσιών cloud, αλλά γεφυρώνουν και το χάσμα διαλειτουργικότητας που υπάρχει μεταξύ των συσκευών.

Η προσέγγιση αυτή έχει το μειονέκτημα ότι απαιτείται η συνεχής ανάπτυξη του όλου συστήματος αλλά και του λογισμικού των εφαρμογών του, καθιστώντας το περίπλοκο και κοστοβόρο.



## Μοντέλο Back-End Data-Sharing

Το μοντέλο back-end data-sharing, αποτελεί μία αρχιτεκτονική της επικοινωνίας που επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν και να αναλύουν τα δεδομένα των IoT συσκευών από μία υπηρεσία cloud, σε συνδυασμό με άλλα δεδομένα που προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Στην ουσία επεκτείνει το μοντέλο device to cloud, το οποίο επιτρέπει στις συσκευές IoT να ανεβάζουν τα δεδομένα μόνο σε έναν πάροχο υπηρεσιών. Μια αρχιτεκτονική back end data sharing επιτρέπει την συγκέντρωση και την ανάλυση δεδομένων συλλεγόμενα από μία IoT συσκευή, καθώς επίσης, επιτρέπει στους χρήστες τη μετακίνηση των δεδομένων τους όταν εναλλάσσουν συσκευές IoT, όπως παρακάτω στην Εικόνα 9.



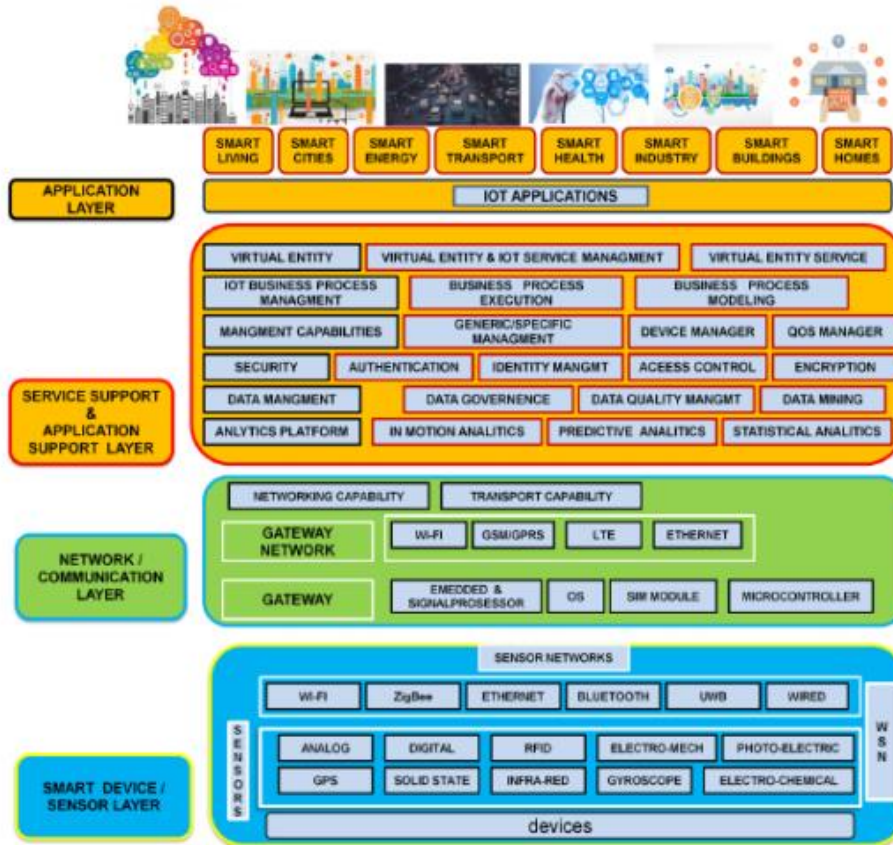
Εικόνα 9 Μοντέλο back-End Data-Sharing.

Η αρχιτεκτονική αυτού του μοντέλου, μπορεί να θεωρηθεί ως μια προσέγγιση για να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα μεταξύ των back end συστημάτων, όμως δεν μπορεί να ξεπεράσει πλήρως τα κλειστά σχέδια του IoT συστήματος.

## 1.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Το Internet of Things έχει ανοίξει το δρόμο για την εξέλιξη των δικτύων και των πρωτοκόλλων επικοινωνίας μεταξύ των επιπέδων που το απαρτίζουν. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε κάθε επίπεδο, ποικίλουν και εξελίσσονται όσο εξελίσσεται και η

χρήση των IoT συσκευών και του τρόπου επικοινωνίας των συσκευών αυτών. Τα επίπεδα επικοινωνίας μπορούν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες όπως φαίνεται και στην Εικόνα 10 με το κάθε επίπεδο να χρησιμοποιεί διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας.



**Εικόνα 10** Πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT.

## 1. Sensor layer

Στο πρώτο επίπεδο επικοινωνίας, συναντάμε όλες εκείνες τις συσκευές όπως κάμερες ή αισθητήρες η λειτουργία των οποίων είναι η συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, μετατρέποντας φυσικά μετρήσιμα μεγέθη όπως θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα, πίεση, κίνηση, ηλεκτρική ενέργεια κτλ σε ηλεκτρονική πληροφορία. Η μεταφορά των πληροφοριών που συλλέχτηκαν σε αυτό το επίπεδο, γίνεται είτε σε τοπικό δίκτυο (LAN-Local Area Network) είτε σε επίπεδο μεγαλύτερων περιοχών (WAN-Wide Area Network).

Σε τοπικό επίπεδο γίνεται μέσω συνδέσεων Ethernet και Wi-Fi, όπως επίσης και με ασύρματα δίκτυα προσωπικής περιοχής (WPAN-Wireless Personal Area Network) όπως ZigBee, Bluetooth, Ultra Wideband (UWB) και Z-Wave τα οποία είναι κατάλληλα για εφαρμογές που απαιτούν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, χαρακτηρίζονται από

χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, έχουν μικρή εμβέλεια και χρησιμοποιούνται κυρίως για αυτοματισμούς σπιτιών, γραφείων και κτηρίων.

Ενώ σε επίπεδο ευρείας περιοχής ή ακόμη και σε εθνικής έκτασης η μεταφορά των πληροφοριών γίνεται με τη χρήση τεχνολογίας, όπως GSM και LTE, οι οποίες απαιτούν μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας και παρέχουν μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.

## **2. Network Layer**

Στο αυτό το επίπεδο επικοινωνίας, δεν γίνεται απλή μεταφορά δεδομένων μεταξύ συνδεδεμένων συσκευών, όπως του πρώτου επιπέδου, αλλά μεταφορά δεδομένων μεταξύ κόμβων ενός δικτύου. Ο μεγάλος όγκος δεδομένων, που συλλέγεται από διάφορους αισθητήρες, χρειάζεται μια υποδομή τόσο ενσύρματου αλλά και ασύρματου δικτύου σταθερή και υψηλής απόδοσης ως μέσο μεταφοράς, το οποίο επιτυγχάνεται με χρήση τεχνολογιών, όπως GSM και LTE, οι οποίες παρέχουν μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων και αυξημένη αξιοπιστία.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας αυτού του επιπέδου, δεν είναι άλλο από το Internet Protocol (IP), το οποίο αποτελεί τη βάση του σημερινού διαδικτύου και στην έκτη του έκδοση (IPv6) μπορεί να υποστηρίξει ταυτόχρονα περίπου  $3.4 \times 10^{23}$  συνδεδεμένες συσκευές με το διαδίκτυο. Όπως επίσης και μία παραλλαγή του IPv6 το 6LoWPAN Low Power Wireless Personal Area Network, το οποίο προέκυψε από την ιδέα ότι το πρωτόκολλο του διαδικτύου θα μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρότερες συσκευές και ότι αυτές οι συσκευές χαμηλής κατανάλωσης και περιορισμένων δυνατοτήτων επεξεργασίας θα είναι δυνατό να συνδεθούν στο Internet of Things.

## **3. Application layer**

Το τρίτο και τελευταίο επίπεδο επικοινωνίας είναι το επίπεδο των εφαρμογών, το οποίο μπορεί να χωριστεί σε δύο υπό επίπεδα, σε αυτό της υποστήριξης των εφαρμογών και στο υπό επίπεδο των υπηρεσιών.

Αυτά τα δύο υπό επίπεδα διαχειρίζονται έναν τεράστιο όγκο δεδομένων, που προέρχεται από τα άλλα δύο επίπεδα επικοινωνίας, με σκοπό να προσφέρουν μέσω κάποιου interface στον τελικό χρήστη τη δυνατότητα να επεξεργαστεί και να διαχειριστεί κάθε πληροφορία έχει φτάσει σε αυτό. Το επίπεδο εφαρμογής, καλύπτει διάφορους τομείς του IoT όπως την έξυπνη πόλη, την έξυπνη ενέργεια, την έξυπνη υγεία

και πολλούς άλλους, ενώ εφαρμόζονται τεχνικές κατανεμημένης εργασίας δεδομένων όπως για παράδειγμα το Peer-to-Peer (P2P) και Machine-to-Machine(M2M). Στο τρίτο επίπεδο, υπάρχει αρκετή ποικιλία από πρωτόκολλα, τα οποία εξελίσσονται όσο εξελίσσεται και το IoT ή δημιουργούνται νέα με σκοπό να καλύψουν τις αυξημένες ανάγκες του. Μερικά από τα πρωτόκολλα του τρίτου επιπέδου που θα αναλύσουμε παρακάτω είναι το HTTP(Hypertext Transfer Protocol), το CoAP(Constrained Application Protocol) , το XMPP(Extensible Messaging and Presence Protocol) και το MQTT(Message Queuing Telemetry Transport).

Το HTTP είναι το κυρίαρχο πρωτόκολλο εφαρμογών στο διαδίκτυο, χρησιμοποιεί το μοντέλο επικοινωνίας request-response και έχει οδηγήσει στην αρχιτεκτονική του client-server αλλά δεν ευνοεί την ανάπτυξη IoT δικτύων καθώς η αμφίδρομη επικοινωνία επιτυγχάνεται με μικρή ταχύτητα.

Το MQTT είναι και αυτό της ίδιας αρχιτεκτονικής Client-Server σε αντίθεση όμως με το HTTP είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας εύκολο στη χρήση. Θεωρείται ότι είναι καταλληλότερο για την σύνδεση των IoT συσκευών καθώς εξασφαλίζει υψηλές εγγυήσεις παράδοσης, είναι ταχύτερο, χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο εύρος ζώνης και συνιστάται σε περιπτώσεις διακοπτόμενης σύνδεσης.

Το CaOP είναι παρόμοιο με το HTTP και χρησιμοποιείται στην ανταλλαγή δεδομένων Machine-to-Machine(M2M). Είναι ένα απλό πρωτόκολλο, με χαμηλό κόστος, ειδικά σχεδιασμένο για συσκευές IoT και δίκτυα μικρής εμβέλειας και χαμηλής ενέργειας. Δίνει τη δυνατότητα διασυνδέσεις των IoT δικτύων με το διαδίκτυο, μέσω διαμεσολαβητών (proxies), και έχει τη δυνατότητα προσωρινής αποθήκευσης των δεδομένων.

Το XMPP είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων, σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, μεταξύ πολλαπλών οντοτήτων ενός δικτύου. Είναι επεκτάσιμο και βασισμένο σε XML(Extensible Markup Language), αναπτύχθηκε για την άμεση ανταλλαγή μηνυμάτων, για μεταφορά αρχείων και για εφαρμογές IoT. Το μεγαλύτερο του πλεονέκτημα είναι η διαλειτουργικότητά του μεταξύ IoT συσκευών διαφορετικών κατασκευαστών.

## 1.5 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των συσκευών IoT είναι πολλά και ποικίλουν ανάλογα με τη χρησιμότητά τους. Παρακάτω θα δούμε μερικά παραδείγματα από τα οφέλη αυτά σε διάφορους κλάδους και τομείς της καθημερινότητάς μας. Αν μπορούσαμε να κατηγοριοποιήσουμε τα οφέλη που προκύπτουν, αυτά θα ήταν σε δύο κατηγορίες: σε επίπεδο επιχειρήσεων και σε προσωπικό.

Σε επίπεδο επιχειρήσεων τα οφέλη μπορεί να είναι τα εξής:

- Θα μπορεί να λύνει ακόμη πιο γρήγορα τα προβλήματα που παρουσιάζονται λόγω της συνεργασίας πολλαπλών τμημάτων.
- Βελτίωση της ασφάλειας στους χώρους εργασίας κατά των φυσικών απειλών, ελέγχοντας τον εξοπλισμό με κάμερες και αισθητήρες.
- Χρησιμοποίηση real time operation insights για τη λήψη ταχύτερων και αποτελεσματικότερων αποφάσεων που αφορούν το επιχειρηματικό τους πλάνο, και ταυτόχρονη μείωση του λειτουργικού κόστους.
- Βελτίωση των παραγωγικών διεργασιών και της οικονομικής διαχείρισης με λιγότερα κόστη, χρησιμοποιώντας τα assets στο βέλτιστο βαθμό.
- Με τη χρήση real time δεδομένων που θα συλλέγουν οι αισθητήρες θα ελέγχεται και θα ενισχύεται η αποτελεσματικότητα των διεργασιών, με παράλληλη μείωση του ενεργειακού κόστους και της ανθρώπινης παρέμβασης.
- Στις μεταφορές επιταχύνεται η ροή της κυκλοφορίας ενώ παράλληλα μειώνεται η κατανάλωση των καυσίμων.
- Αισθητήρες παρακολούθησης διαγνώσκουν και κάνουν προβλέψεις για τη συντήρηση του εξοπλισμού που εκκρεμεί, θέτοντας παράλληλα τις προτεραιότητες στο πρόγραμμα του υπεύθυνου προσωπικού για τις απαιτούμενες επισκευές.
- Τα αποκαλούμενα «έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα» (smart electric grids) συνδέουν αποτελεσματικότερα τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βελτιώνουν σε μεγάλο βαθμό την αξιοπιστία του εκάστοτε συστήματος, χρεώνοντας στους καταναλωτές λιγότερες προσαυξήσεις.
- Έξυπνοι αισθητήρες φωτισμού δρόμων μειώνουν το κόστος ενέργειας άρα και τις εκπομπές ρύπων.

Ενώ σε προσωπικό επίπεδο τα οφέλη μπορεί να είναι τα εξής:

- Άμεση ενημέρωση ιατρικού προσωπικού, μέσω έξυπνων αισθητήρων που παρακολουθούν την υγεία ενός ασθενή απομακρυσμένα με σκοπό την άμεση αντιμετώπιση σοβαρού περιστατικού.
- Έξυπνοι αισθητήρες σπιτιού μειώνουν το κόστος ενέργειας με απομακρυσμένο έλεγχο του θερμοστάτη και του κλιματιστικού.
- Εξοικονόμηση χρόνου με την ειδοποίηση για τον χρόνο λήξης ενός προϊόντος.
- Έγκυρη ανίχνευση διαρροής νερού για την αποφυγή καταστροφής.

Είναι μόνο λίγα από τα οφέλη που συναντάμε καθημερινά, με σκοπό την καλύτερη ποιότητα ζωής ενός καταναλωτή ή την αύξηση των κερδών επιχειρήσεων που τόλμησαν και εν τέλει εγκατάστησαν έξυπνα συστήματα προς όφελος των επιχειρήσεων τους. Σίγουρο είναι ότι με την είσοδο των IoT συσκευών στην υπηρεσία του πολίτη και των επιχειρήσεων τα επόμενα χρόνια η ζωή μας θα βελτιώνεται και θα απλοποιείται.

## **1.6 Μειονεκτήματα**

Ένα άλλο μεγάλο κεφάλαιο των διασυνδεδεμένων συσκευών στο διαδίκτυο που χρίζει περαιτέρω ανάλυσης και εύρεση λύσεων, είναι τα μειονεκτήματα που μπορεί να έχουν τέτοιου είδους συσκευές.

Η ασφάλεια είναι μία από τις μεγάλες προκλήσεις που θα αντιμετωπίσουν όλες οι εταιρείες που κινούνται γύρω από την κατασκευή, την σύνδεση και την λειτουργία IoT συσκευών είναι. Πρόκειται για την ασφάλεια από τη μία πλευρά του γιγάντιου δικτύου, το οποίο τα επόμενα χρόνια όπως φαίνεται ολοένα και θα μεγαθύνεται, όσο και του όγκου των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, που θα παράγεται μέσω του δικτύου αυτού και των εφαρμογών που χειρίζεται ένας χρήστης. Κανείς δεν θα ήθελε να δει τα προσωπικά του δεδομένα στα χέρια λάθος ανθρώπων ή εταιριών που τα εκμεταλλεύονται κατά το δοκούν. Όπως επίσης θα ήταν απογοητευτικό να έχουν πρόσβαση άλλοι είτε σε δικές μας έξυπνες συσκευές είτε στο δίκτυο το οποίο βρίσκονται συνδεδεμένες.

Κατά γενική ομολογία, ένα άλλο μεγάλο πρόβλημα που αντιμετωπίζει το Internet of Things είναι η ασυμβατότητα και τα προβλήματα επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων συσκευών IoT που βρίσκονται στην αγορά. Στο χάσμα αυτό θα πρέπει να στρέψουν τη προσοχή τους όλες οι εταιρίες που δραστηριοποιούνται γύρω από την κατασκευή και την ανάπτυξη λογισμικού, καθώς αυξάνεται υπέρμετρα το κόστος σύνδεσης συσκευών οι οποίες είναι άλλου τύπου αναγκάζοντας τον οποιονδήποτε να αγοράζει συσκευές της ίδιας οικογενείας.

Το Internet of Things, αυξάνει αυτήν την συνεχή σύνδεση μας με το διαδίκτυο όπως συνέβαινε και με τα social media. Έτσι, η ένταξη απλών εργασιών μέσα σε ένα smartphone, μας αποξενώνει και δημιουργεί σταδιακά μια σχέση εξάρτησης από αυτό.

Σίγουρα στα μειονεκτήματα που επισημάναμε παραπάνω θα έρθουν να προστεθούν και άλλα, όσο το διαδίκτυο των συνδεδεμένων συσκευών θα γίνεται αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας και θα εξελίσσεται με ταχύτερους ρυθμούς. Ήδη, λόγος γίνεται για την αποθήκευση των παραγόμενων πληροφοριών από τις «έξυπνες» συσκευές, καθώς ο όγκος των δεδομένων που παράγεται από αυτές είναι μεγάλος και επακόλουθο αυτού θα είναι να αυξηθούν και η ενεργειακές απαιτήσεις του IoT.

## 2 UAV

### 2.1 Τι είναι τα UAVs

Τα UAV( Unnamed Aerial Vehicle) ή αλλιώς UAS (Unnamed Aerial System) είναι τα λεγόμενα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα που τα ελέγχει απομακρυσμένα κάποιος χειριστής είτε είναι αυτόνομα και ακολουθούν ένα προκαθορισμένο σχέδιο πτήσης. Με τον όρο UAV περιγράφουμε τα ιπτάμενα οχήματα τα οποία είναι χωρίς χειριστή σκάφους, ενώ ο όρος UAS περιλαμβάνει το προσωπικό, όλες τις συσκευές και όλες τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για να θεωρείται το μη επανδρωμένο αεροσκάφος ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα.

Ο όρος UAV δεν είναι καινούργιος, οι Ηνωμένες Πολιτείες άρχισαν να αναπτύσσουν την τεχνολογία UAV κατά την διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου το 1916 και δημιούργησαν το πρώτο αεροσκάφος χωρίς πιλότους. Ενώ κατά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, ο Reginald Denny, δημιούργησε το πρώτο αεροδιαστημικό αεροσκάφος που ονομαζόταν Radioplane OQ-02 και ήταν το πρώτο μαζικά παραγόμενο προϊόν UAV στις ΗΠΑ για την προμήθεια του στρατού.

Στην πιο σύγχρονη εποχή, και συγκεκριμένα στις αρχές της δεκαετίας του 1980 κάνουν την εμφάνισή τους τα drones τα οποία ήταν ένα ακριβό και αναξιόπιστο παιχνίδι, κάτι το οποίο άλλαξε όταν η ισραηλινή πολεμική αεροπορία τα χρησιμοποίησε εναντίον της συριακής καταφέρνοντας να την καταστρέψει με ελάχιστες απώλειες. Το 2000 οι ΗΠΑ έθεσαν σε λειτουργία το drone εν ονόματι Predator στο Αφγανιστάν, αναζητώντας τον Οσάμα Μπιλ Λάντεν. Αυτά είναι μόνο λίγα παραδείγματα των UAVs τα οποία έχουν κάνει την εμφάνισή τους εδώ και αιώνες άλλα χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά και μόνο για στρατιωτικούς σκοπούς.

Στις αρχές του 21 Αιώνα ο όρος UAVs τείνει να αντικατασταθεί και την θέση του να πάρει ο όρος drones που αφορά κυρίως τα πολυκόπτερα, ήτοι τα ιπτάμενα τηλεχειριζόμενα οχήματα που η κίνηση τους και η ευστάθεια τους οφείλεται στην ώθηση των κινητήρων τους. Η ραγδαία αύξηση των οποίων δεν οφείλεται μόνο στην στρατιωτική τους χρήση, άλλα και στους ποικίλους τρόπους που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή μας ζωή. Αρχικά, συνδράμουν σημαντικά στην παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας, χρησιμοποιούνται στον τομέα των ΜΜΕ, ρίχνονται στην μάχη για την πυρόσβεση και τον έγκυρο εντοπισμό φωτιάς και σύντομα αναμένεται η χρήση τους σε υπηρεσίες courier και πρώτων βοηθειών.



Τα drones δεδομένου ότι εξαρτώνται από τους αισθητήρες, τις κεραίες και το ενσωματωμένο λογισμικό, θεωρούνται ως μέρος του Διαδικτύου των Πραγμάτων, αφού παρέχουν αμφίδρομη επικοινωνία για εφαρμογές που σχετίζονται με τον τηλεχειρισμό και την παρακολούθησή τους. Το μόνο βέβαιο είναι ότι όσο η τεχνολογία εξελίσσεται, τόσο η χρήση τους, πέραν της ψυχαγωγίας, όσο και οι τομείς εφαρμογής τους θα ποικίλουν τρέποντάς τα σε πολύτιμα εργαλεία για την ευημερία της ανθρωπότητας.

## 2.2 Κατηγορίες των UAVs

Η ακριβής κατηγοριοποίηση των UAVs κατά έναν συγκεκριμένο τρόπο είναι δύσκολη, λόγω της ποικιλομορφίας τους και η συνεχής τους εξέλιξης. Συνήθως κατηγοριοποιούνται με βάση την ικανότητά τους να ολοκληρώνουν μία αποστολή ή το μέγεθος των εναέριων οχημάτων. Με τα παραπάνω λοιπόν κριτήρια προκύπτουν οι εξής κατηγορίες:

1. **Αντοχής σε μεγάλο υψόμετρο (HALE-High Altitude Long Endurance):** Το ύψος πτήσης αυτού του τύπου ιπτάμενων οχημάτων ξεπερνά τα 15.000 μέτρα με τη διάρκεια πτήσης του να κυμαίνεται μεταξύ 24 και 48 ωρών. Δύναται να είναι οπλισμένα και χειρίζονται από σταθερές βάσεις-σταθμούς έλεγχου. Η ακτίνα δράσης τους ξεπερνά τα 2000 χιλιόμετρα και το βάρος τους μπορεί να φτάσει τους 5 τόνους ανάλογα την χρήση τους.
2. **Αντοχής σε μεσαίο υψόμετρο (MALE-Medium Altitude Long Endurance):** Το ύψος πτήσης αυτού του τύπου ιπτάμενων οχημάτων κυμαίνεται από 5.000 έως 15.000 μέτρα με τη διάρκεια πτήσης να φτάνει μέχρι τις 24 ώρες. Η ακτίνα δράσης τους είναι μικρότερη από τα προαναφερθέντα και μεγαλύτερη των 500 χιλιομέτρων και το βάρος τους μπορεί να φτάσει τον 1.5 τόνο.
3. **Μέσης ακτίνας δράσης ή Τακτικά (TUA-Medium range or Tactical UAV):** Τα ιπτάμενα οχήματα αυτού του τύπου έχουν ακτίνα δράσης μεταξύ 70 και 200 χιλιομέτρων το ύψος πτήσης τους αγγίζει τα 5.000 μέτρα και έχουν διάρκεια πτήσης που μπορεί να φτάσει τις 10 ώρες. Το βάρος τους φτάνει μέχρι τα 500 κιλά.

4. **Μικρής ακτίνας δράσης (Close-Range UAV):** Όπως αναφέρεται και στην ονομασία του η ακτίνα δράσης του είναι μικρή και κυμαίνεται μεταξύ των 10 με 30 χιλιομέτρων το ύψος πτήσης του μπορεί να φτάσει μέχρι τα 3.000 μέτρα με την διάρκεια πτήσης του να αγγίζει τις 4 ώρες αυτόνομης λειτουργίας.
5. **Mini UAV (MUAV):** Η μικρή κλάση των UAVs ισχύει για ιπτάμενα οχήματα με μήκος κάτω των 2 μέτρων και είναι μεγαλύτερα τουλάχιστον των 50 εκατοστών. Πολλά από τα σχέδια αυτής της κατηγορίας βασίζονται στο μοντέλο σταθερής πτέρυγας και τα περισσότερα εκκινούνται με το ριζιμό τους στον αέρα. Το ύψος πτήσης τους δεν ξεπερνάει τα 250 μέτρα και η διάρκεια πτήσης τους αγγίζει την 1 ώρα.
6. **Micro UAV (MAV):** Η πολύ μικρή κατηγορία UAV ισχύει για τα UAVs με τις διαστάσεις τους να κυμαίνονται από το μέγεθος ενός μεγάλου εντόμου έως 30-50 εκατοστά. Το ύψος πτήσης τους κυμαίνεται μεταξύ 100 και 300 μέτρων ενώ η διάρκεια πτήσης τους είναι μικρότερη των 2 ωρών. Είναι εξαιρετικά μικρού μεγέθους, είναι πολύ ελαφριά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κατασκοπεία και βιολογικό πόλεμο.

Η μέθοδος ανύψωσης τους και πτήσης τους είναι ένα ακόμη κριτήριο κατηγοριοποίησης των UAVs όπως παρακάτω:

#### **a) Σταθερής Πτέρυγας (Fixed-Wing UAVs)**

Ένα UAV με σταθερά πτερύγια έχει σχεδιαστεί να φαίνεται και να λειτουργεί σαν αεροπλάνο. Αποτελείται από δύο άκαμπτα πτερύγια και ίπταται με την βοήθεια της άνωσης όπως τα αεροπλάνα. Προϋπόθεση για την απογείωσή τους είναι η ύπαρξη συστήματος εκτόξευσης. Λόγω της φύσης της κατασκευής τους επιτυγχάνουν πτήσεις μεγάλης ταχύτητας, διάρκειας και μπορούν να πετάξουν σε μεγάλο υψόμετρο όπως επίσης να φέρουν μεγαλύτερο βάρος. Κάτι που δεν τα κάνει να είναι και τόσο δημοφιλή είναι το κόστος απόκτησής τους, η δυσκολία στο χειρισμό τους και ότι αδυνατούν στο να πετάνε σταθερά πάνω από ένα σημείο, όπως τα ελικόπτερα με το ονομαζόμενο “hovering” . Επειδή τα UAVs με σταθερά πτερύγια επιτυγχάνουν μεγαλύτερη συλλογή

δεδομένων από άλλους τύπους ιπτάμενων οχημάτων χρησιμοποιούνται συνήθως για εμπορικούς σκοπούς όπως η αεροφωτογραφία, η γεωργία και η ασφάλεια.



**Εικόνα 11** Fixed Wing UAV.

#### **b) Περιστρεφόμενης Πτέρυγας (Rotary-Wing UAVs)**

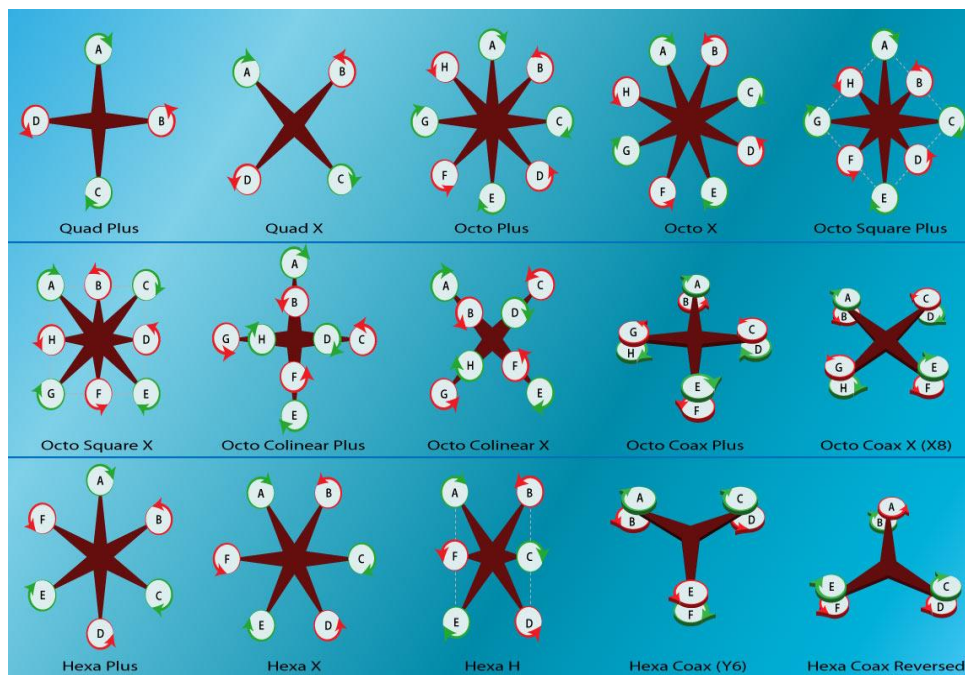
Αυτό το είδος, έχει την δομή ενός συμβατικού ελικοπτέρου και αποτελείται από έναν κύριο έλικα που περιστρέφεται για απογείωση και ένα μικρότερο, στην ουρά για κατεύθυνση και σταθερότητα. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και ισχυρά, άλλα βασικότερο χαρακτηριστικό τους είναι η ικανότητα σταθερής πτήσης πάνω από ένα σημείο το λεγόμενο “hover”. Λόγω αυτής τους της ικανότητας είναι ιδανικά για εφαρμογές όπως κινηματογραφική φωτογράφιση, βιντεοσκόπηση τοπίων, τοπογραφία και έρευνα. Τα βασικά μειονεκτήματα αυτού του τύπου ιπτάμενου οχήματος είναι η πολυπλοκότητα στον χειρισμό που τα διέπει όπως επίσης και η επικινδυνότητα εξαιτίας της βαριάς περιστρεφόμενης λεπίδας.



**Εικόνα 12** Rotary Wing UAV.

### ε) Πολλαπλών Ελίκων (Multi-Rotor UAVs)

Οι βασικοί τύποι των μη επανδρωμένων αεροσκαφών σύμφωνα με την διάταξη των κινητήρων τους είναι τα τετρακόπτερα (Quadcopters), τα εξακόπτερα (Hexacopters) και τα οκτακόπτερα (Octocopters) όπως απεικονίζεται στη παρακάτω εικόνα 13. Ο πιο δημοφιλής τύπος multicopter είναι αυτός του Quadcopter ο οποίος διαθέτει τέσσερις κινητήρες για την ανύψωση και τη προώθησή του, η διάταξη των οποίων είναι σε σχήμα Quad Plus ή Quad X.



**Εικόνα 13** Multicopters με βάση τον αριθμό των ελίκων.

Οι έλικες των multicopter περιστρέφονται ανά δύο αντίστροφα για να επιτύχουν μηδενική συνολική ροπή που εφαρμόζεται στο κέντρο τους. Είναι εξαιρετικά σταθερά κατά τη διάρκεια της πτήσης τους, είναι πιο εύκολα στον έλεγχο γεγονός που τα καθιστά ικανά να χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που απαιτείται ομαλότητα των κινήσεων και ακρίβεια θέσης όπως η αεροφωτογραφία, η επιθεώρηση κατασκευών και η ασφάλεια.

Δυστυχώς, οι πολλαπλοί κινητήρες έχουν περιορισμένο χρόνο πτήσης καθώς καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από τα UAVs με μία πτέρυγα και ο χρόνος τους κυμαίνεται μεταξύ 20 και 40 λεπτών. Έχουν μόνο μικρές δυνατότητες ωφέλιμου φορτίου και αν χάσουν ένα από τους τέσσερις έλικες πέφτουν αβοήθητα γεγονός που δεν συμβαίνει με τα Hexacopters και τα Octocopters που προσγειώνονται ομαλά και με ασφάλεια άλλα το κόστος κτήσης τους είναι αρκετά μεγάλο.

## 2.3 UAVs και IOT

Τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα (UAVs) έχουν μία τεράστια δυναμική, επιτρέποντας νέες εφαρμογές σε διάφορους τομείς όπως στρατιωτικούς, ασφαλείας, ιατρικούς μέχρι εφαρμογές παρακολούθησης της κυκλοφορίας. Τον τελευταίο καιρό πραγματοποιήθηκαν μεγάλες επενδύσεις στην ανάπτυξη των συστημάτων UAV και Multi-UAV τα οποία μπορούν να συνεργαστούν και να ολοκληρώσουν τις αποστολές πιο αποτελεσματικά και οικονομικά. Οι αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως τα δίκτυα των 4G και 5G, έχουν συμβάλει δυναμικά στην ανάπτυξη υπηρεσιών IOT από μεγάλη ύψη καθώς τα UAVs είναι πλέον εξοπλισμένα με κάμερες, αισθητήρες και δέκτες GPS δημιουργώντας έτσι έναν αερομεταφερόμενο τομέα του IOT.

Το πάντρεμα αυτών των δύο ανερχόμενων τεχνολογιών μπορεί να προσφέρει αναρίθμητα οφέλη στις επιχειρήσεις που ολοένα και περισσότερες προσπαθούν να τις εντάξουν στο δυναμικό τους. Ενδεικτικό είναι ότι η Acenture, εκτιμά πως μέχρι το 2030 μόνο το βιομηχανικό IoT θα έχει προσφέρει 14,2 τρισεκατομμύρια δολάρια στο παγκόσμιο ΑΕΠ. Ο συνδυασμός αυτών των δύο τεχνολογιών, θα προσφέρει πρωτοφανή επίπεδα ευελιξίας στη συλλογή και αποστολή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, τα οποία διαφορετικά θα ήταν υπερβολικά δαπανηρά, πολύ επικίνδυνα ή απλά ανέφικτα να συλλεγούν. Αυτός είναι και ο λόγος της εκτόξευσης της χρήσης των. Σύμφωνα με την Gartner το 2017 αγοράστηκαν 3 εκατομμύρια drones από καταναλωτές και επιχειρήσεις ενώ αναμένεται η αγορά να διπλασιαστεί φτάνοντας τα 11,2 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2020.

Η ραγδαία αυξανόμενη συχνότητα στη χρήση των drones σε διάφορους τομείς, υπογραμμίζει τον σπουδαίο ρόλο τους, ωστόσο η τρόπος της χρήσης τους εγείρει δικαιολογημένα σειρά νομικών και ηθικών ζητημάτων και επιφυλάξεων που πρέπει να αναλογιστούμε και να αντιμετωπίσουμε.

Η δημόσια ασφάλεια και τάξη είναι από τα ζητήματα που περιστρέφονται γύρω από την χρήση των drones. Η συμμετοχή των drones στο Εθνικό Σύστημα Εναέριου Χώρου δημιουργεί ένα βασικό πρόβλημα καθώς πολύ συχνά παρεμβαίνουν στην εναέρια κυκλοφορία και δημιουργούν πολλές δυσλειτουργίες. Η πιθανότητα της πρόκλησης κάποιου ατυχήματος από την απότομη πτώση τους είναι μεγάλη, με το κόστος να αυξάνεται υπέρμετρα όταν αναφερόμαστε σε ανθρώπινες ζωές. Η εισαγωγή της κάθε καινούργιας τεχνολογίας στην πράξη, απαιτεί μια εκ των προτέρων ολοκληρωμένη

ανάλυση των κινδύνων για την ασφάλεια, προς αποφυγή ατυχημάτων που θα έχουν καταστροφικές συνέπειες.

Η προστασία της ιδιωτική ζωής είναι ένα άλλο μείζον ζήτημα που χρήζει περαιτέρω έρευνας, καθώς τα drones μπορούν να πετάξουν σε περιοχές μη προσβάσιμες ακόμη και από τις υπηρεσίες επιβολής του νόμου αν δεν φέρουν ειδική δικαστική άδεια ή ένταλμα. Εγείρονται λοιπόν πολλά θέματα επί της προστασίας των προσωπικών δεδομένων των πολιτών. Καθίσταται δύσκολη, η εύρεση της ισορροπίας μεταξύ της αλόγιστης χρήσης των drones χωρίς άδεια και της εφαρμογής του νόμου, της προστασίας των ατομικών δικαιωμάτων και της αποφυγής καταχρηστικών συμπεριφορών. Αυτή η ισορροπία θα πρέπει να βρεθεί σύντομα καθώς η χρήση των drones όλο ένα και αυξάνεται.

## **2.4 Χρήση των Drones**

Τα UAV δύναται να εξοπλιστούν με ποικίλα είδη ειδικών και μη συμβατικών αισθητήρων, αλλά επίσης και διάφορων συσκευών ανίχνευσης, ανάλογα με τις απαιτήσεις της αποστολής τους όπως LIDAR, αισθητήρες ακουστικοί, θερμικοί βιομετρικοί και κάμερες υπέρυθρες ή οπτικές, μικρόφωνα, wi-fi, ραδιοσυχνότητες RFID, GPS, και πολλά άλλα που τα κάνουν περισσότερο αυτόνομα, ασφαλή και αξιόπιστα καθώς και ευπροσάρμοστα. Τα drones με τη χρήση όλου αυτού του εξοπλισμού μπορούν να φέρουν εις πέρας αποστολές που για τους ανθρώπους θα ήταν δυσχερείς, αν όχι αδύνατες. Μερικές από τις αποστολές αυτές παρουσιάζονται παρακάτω.

### **1. Ταχεία χαρτογράφηση – εκτίμηση βλαβών και επιπτώσεων της καταστροφής και αρωγής πληγέντων.**

Η εναέρια επιτήρηση μεγάλων ή/και δυσπρόσιτων τοποθεσιών και η ταχεία εναέρια χαρτογράφηση, δημιουργώντας χάρτες της πληγείσας περιοχής σε υψηλή ανάλυση, η οποία πιθανότατα θα διαφέρει εντελώς από την προ-καταστροφική, είναι ένα από τα σημαντικά έργα που επιτυγχάνονται με τη χρήση drones. Χρησιμοποιώντας αυτούς τους χάρτες, κατανοούνται και αξιολογούνται καλύτερα οι επιπτώσεις της καταστροφής στην περιοχή, δίνοντας τη δυνατότητα δημιουργίας χαρτών

προτεραιότητας σε πραγματικό χρόνο για ακόμα πιο άμεσες ενέργειες για την απόκριση την αρωγή των πληγέντων.

Οι διαχειριστές της εκάστοτε έκτακτης ανάγκης μπορούν να καθορίσουν την πραγματική έκταση της καταστροφής με ταχύτητα και ακρίβεια και να έχουν εικόνα υψηλής ανάλυσης σε πραγματικό χρόνο για να εντοπίσουν τυχόν βλάβες κοινοτικών υποδομών και να αξιολογήσουν καλύτερα αξιολογώντας το κόστος αποκατάστασης και τον εκτιμώμενο χρόνο των επισκευών. Επίσης, οι ίδιες, ήδη διαθέσιμες εικόνες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις σχετικές ειδικές αρχές διαχείρισης εκτάκτων αναγκών για πιθανές κρατικές επιχορηγήσεις και ενισχύσεις προς επισκευή και αναδόμηση των κατεστραμμένων περιοχών καθώς και για την εκτίμηση των αποζημιώσεων στους πληγέντες.

## **2. Επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης**

Αναλόγως της καταστροφής, η γρήγορη χαρτογράφηση της πληγείσας περιοχής είναι εξαιρετικά σημαντική για να εκτιμηθούν οι ζημιές άλλα πιο πολύ συμβάλει στη διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ του συντονιστικού κέντρου και των ομάδων διάσωσης. Η ταχύτερη απόκριση των ομάδων έρευνας και διάσωσης συνεπάγεται υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης των πληγέντων, καθώς αγγίζει το 90% τα πρώτα 30 λεπτά και πέφτει στο ποσοστό του 20% την τέταρτη ημέρα επιχειρήσεων.

Τα drones χρησιμοποιούνται μετά από ένα σεισμό ή άλλο καταστροφικό συμβάν για να εντοπιστούν θύματα θαμμένα κάτω από ερειπωμένα κτίρια, ταχύτερα και ακριβέστερα. Η αυτονομία τους είναι μεγάλης σημασίας για την χρησιμοποίησή τους από τις ομάδες έρευνας και διάσωσης. Οι ερευνητές εκτιμούν επίσης ότι αυτή η χρήση των drones προστατεύει επιπλέον και τα μέλη των σωστικών συνεργείων, τα οποία αντιμετωπίζουν και αυτά πολύ επικίνδυνες συνθήκες κατά την προσπάθειά απεγκλωβισμού των θυμάτων. Μπορεί να υπάρχουν επιζώντες σε κτίρια κατεστραμμένα και να είναι δύσκολος ο εντοπισμός τους σε τέτοιες ασταθείς και επικίνδυνες δομές. Εύκολα μπορεί κάποιο μέλος των σωστικών συνεργείων να τραυματιστεί κατά την προσπάθεια του να εντοπίσει τυχόν παγιδευμένους σε τέτοια κτίρια. Ειδικά μικρά σε μέγεθος drones θα μπορούσαν να καθοδηγούνται απομακρυσμένα και με ασφάλεια στο εσωτερικό του πληγέντος κτιρίου για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν επιζώντες ή θύματα χωρίς να αγγίζεται η ήδη ασταθής δομή του κτιρίου με κίνδυνο περαιτέρω κατάρρευσης.

### **3. Διαρροή επικίνδυνων υλικών – βιομηχανικά – πυρηνικά ατυχήματα**

Τα drones είναι επίσης εξαιρετικά αποτελεσματικά και σε περίπτωση διαρροών επικίνδυνων υλικών ή κάποιου πυρηνικού ατυχήματος. Σε κάποιες περιπτώσεις, δύναται να είναι και τα μοναδικά εργαλεία για την ασφαλή και αποτελεσματική υποστήριξη για την διαχείριση μιας τέτοιας καταστροφής. Το κύριο έργο που πρέπει να λάβουμε υπόψη στον σχεδιασμό ετοιμότητας σχετικά με τις πτήσεις των drones στο τομέα των τεχνολογικών ατυχημάτων που είναι ζωτικής σημασίας για μια σειρά προκλήσεων είναι:

- Η χρήση διαφορετικών ειδών αισθητήρα αερίων για τον εντοπισμό του κινδύνου, όπως διαρροή φυσικού αερίου ή άλλη χημική διαρροή.
- Η έγκαιρη αλλά και ακριβής ταυτοποίηση της κατεύθυνσης που εξαπλώνονται τα τυχόν υγρά ή αέρια υλικά.
- Η πλέον ασφαλής επιλογή στην αναζήτηση των παγιδευμένων ατόμων.
- Η απειλή των χειριστών των drones κατά τη φάση της παρέμβασης είναι αμελητέα, καθώς οι θέσεις απογείωσης και προσγείωσης απέχουν πολύ από τη μολυσμένη περιοχή.

### **4. Βιολογικοί κίνδυνοι**

Μια περιοχή μπορεί να μπει σε κατάσταση καραντίνας εξαιτίας ενός ξεσπάσματος μιας μεταδοτικής νόσου με υψηλό ποσοστό θνησιμότητας. Στα μέσα ατομικής προστασίας, οι ίδιες οι συσκευές καθαρισμού του αέρα και φίλτρα τους θα πρέπει περιοδικά να αναπληρώνονται διότι αν κορεστούν, τότε θα είναι και τα ίδια επικίνδυνα τόσο για τους πληγέντες, όσο και για το προσωπικό έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, όλο το προσωπικό έκτακτης ανάγκης θα πρέπει αναγκαστικά να περάσει από διαδικασία απολύμανσης κάθε φορά που θα εισέρχεται ή θα εξέρχεται της πληγείσας ζώνης. Όλες αυτές οι διαδικασίες είναι ιδιαίτερα δαπανηρές σε ανθρωποώρες και υλικά και χρονοβόρες. Στην περίπτωση εφαρμογής του μέτρου της καραντίνας σε μια περιοχή εξαιτίας μιας νόσου, τα drones μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μεταφορά φαρμάκων και εξοπλισμού στην αποκλεισμένη ζώνη, χωρίς να εκθέσουν τα μη μολυσμένα άτομα σε πολλούς πιθανούς βιολογικούς κινδύνους.



## 2.5 Drones και πυρκαγιές

Εδώ και πολλά χρόνια, οι πυρκαγιές μαστίζουν τη χώρα μας και μεγάλες εκτάσεις δασικές ή μη, καταλήγουν παρανάλωμα κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι αιτίες μπορεί να είναι πολλές, όμως η κοινή συνισταμένη σε όλες τις περιπτώσεις είναι η αδυναμία πρόληψης ή/και έγκυρου εντοπισμού της εστίας από τις αρμόδιες αρχές λόγω αρκετών αντικειμενικών δυσχερειών, όπως οι τεράστιες εκτάσεις προς επιτήρηση. Η επιτήρηση των επικίνδυνων για πυρκαγιά περιοχών από αέρος με συμβατά μέσα είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα και πολυδάπανη και συνεπώς δεν συμφέρει.

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (UAVs) από την άλλη, έχουν τη δυνατότητα να πετούν πάνω από τις πυρκαγιές, όπου λόγω υψηλών θερμοκρασιών και ριπών των ανέμων είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο να επιχειρήσουν επανδρωμένα αεροσκάφη. Δύναται επίσης να πετάξουν κοντά στο έδαφος, σε δύσβατα σημεία άλλα και σε περιοχές που δεν μπορούν να φτάσουν ούτε ελικόπτερα όπως χαράδρες ή φαράγγια. Από εκεί μεταδίδουν εικόνα υψηλής ευκρίνειας σε πραγματικό χρόνο απευθείας στο κέντρο επιχειρήσεων. Η ζωντανή μετάδοση της πορείας, της έντασης και της κατεύθυνσης της πυρκαγιάς παρέχει πολύ σημαντικές πληροφορίες στους πυροσβέστες που μπορούν να διαμορφώσουν αναλόγως τη στρατηγική τους και να κατευθύνουν τις επίγειες και εναέριες δύναμης κατάσβεσης. Παράλληλα, μπορούν να υποδείξουν οδούς διαφυγής για τους πολίτες. Τα drones τελευταίας γενιάς εξοπλίζονται με ειδικές υπερευαίσθητες κάμερες υπερύθρων ώστε να δίνουν εικόνα ακόμη και μέσα από πυκνό καπνό άλλα και να ανιχνεύουν μικρές εστίες φωτιάς. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να προλάβουν πυρκαγιές εν τη γενέσει τους ή να φτάσουν έγκαιρα σε σημεία αναζωπυρώσεων.

Ο συνδυασμός της κλιματικής αλλαγής και των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στη φύση, έχει ως αποτέλεσμα της συχνότερη και εντονότερη εκδήλωση δασικών πυρκαγιών. Παρότι οι πυρκαγιές θεωρούνται φυσικό φαινόμενο και είναι συνυφασμένες με τη ζωή του δάσους το τελευταίο διάστημα παρατηρούνται οι λεγόμενες μέγα-

πυρκαγιές (μεγάλης διάρκειας, έντασης και έκτασης) που πρακτικά είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να ελεγχθούν.

Παραδοσιακά, η εξαγωγή πληροφοριών για την υποστήριξη της πυρόσβεσης μέσω διαφόρων συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί με δεδομένα που παρέχονται από πυροφυλάκια παρακολούθησης, δορυφόρους, οπτικές και υπέρυθρες κάμερες εδάφους και αυτόματες τεχνικές επεξεργασίες εικόνας για την ανίχνευση πυρκαγιάς συμπεριλαμβανομένης της ψευδούς απόρριψης συναγερμού, αλγόριθμους ανίχνευσης νέφους καπνού (σε περιπτώσεις που οι οπτικές κάμερες δεν μπορούν να λειτουργήσουν όπως για παράδειγμα την νύχτα), αισθητήρες LIDAR και τηλεπισκόπησης με χρήση αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων (συνήθως για ανίχνευση πυρκαγιών σε απομακρυσμένες περιοχές).

Οι υφιστάμενες τεχνικές για την παρακολούθηση δασικών πυρκαγιών έχουν αποδειχθεί πολλές φορές στο παρελθόν ανεπαρκείς. Από την άλλη πλευρά, η εφαρμογή νέων τεχνολογιών δασοπυρόσβεσης, εγείρει και πολλά πρακτικά προβλήματα, όπως η χαμηλή αξιοπιστία σε περιβαλλοντικές συνθήκες απότομα μεταβαλλόμενες και το υψηλό τους κόστος. Σαν παράδειγμα, αναφέρονται οι προτεινόμενες για παρακολούθηση (monitoring) δασικών πυρκαγιών, χρονικές και χωρικές αναλύσεις από δορυφόρους, που είναι ακόμη πολύ χαμηλής ευκρίνειας για τις ανάγκες της καταστολής δασικών πυρκαγιών.

Τα drones από την άλλη, δύναται να παίξουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών, συμμετέχοντας τόσο στην ανίχνευση τους (detection), τον εντοπισμό τους (localization), την παρατήρηση τους (observation) της όσο και στην επιτήρηση (surveillance), παρακολούθηση (monitoring) και τον έλεγχο (measuring) της επέμβασης, των αναζωπυρώσεων της πυρκαγιάς, της περιμέτρου και της κατεύθυνσης της και όλα αυτά σε πραγματικό χρόνο. Αναμφίβολα, η από αέρος περιπολία με drones, δύναται να ανιχνεύσει και τα hot spots πολύ πιο άμεσα και να δώσει αναφορά για πυρκαγιά, που σημαίνει ότι έτσι μειώνεται και ο καθοριστικός για την περαιτέρω εξέλιξη της πυρκαγιάς χρόνος της άμεσης απόκρισης.

Ένα τέτοιο παράδειγμα χρήσης των drones στον ελληνικό εναέριο χώρο αποτελούν οι καταστροφικές πυρκαγιές στην Ανατολική Αττική όπου τα αμερικάνικα drones MQ-9 Reaper συνέδραμαν στις προσπάθειες των ελληνικών αρχών. Τα συγκεκριμένα drones χρησιμοποιήθηκαν για εποπτικούς κυρίως λόγους ενώ οι χειριστές τους τα κατηύθυναν από τις Ηνωμένες Πολιτείες. Η ένταση, η ταχύτητα και οι ειδικές

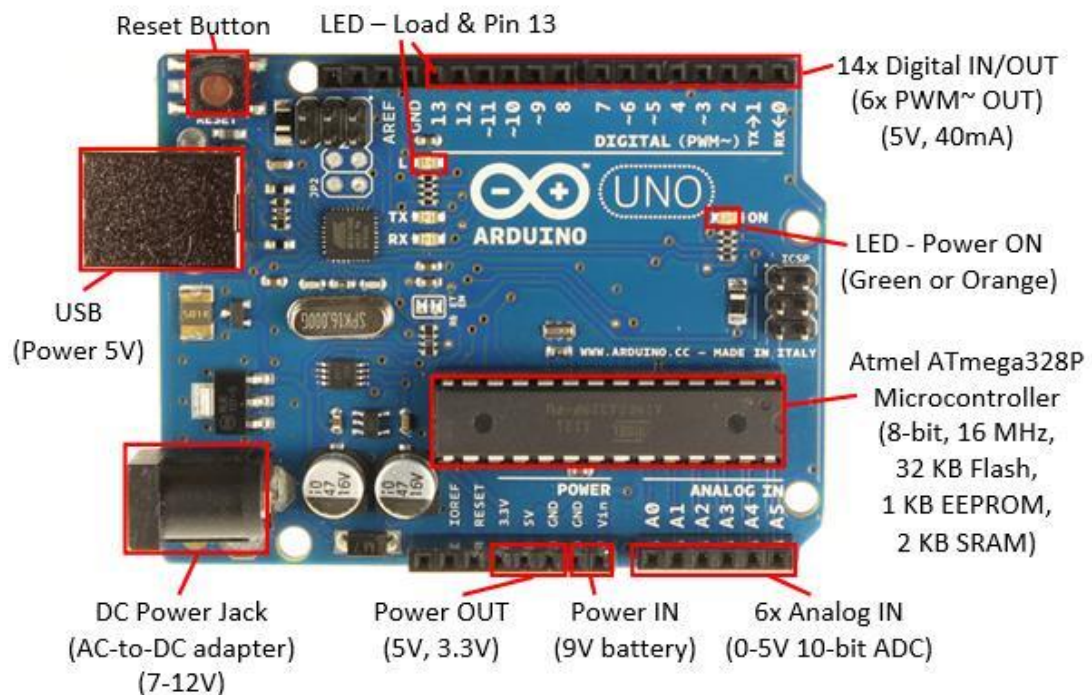
συνθήκες που επικράτησαν στη συγκεκριμένη πυρκαγιά δεν επέτρεψαν την έγκαιρη αντιμετώπισή της, αλλά η βοήθεια της υψηλής τεχνολογίας είναι δεδομένη και θα μπορούσε, εφόσον αξιοποιηθεί κατάλληλα, να αποτρέψει ανάλογα περιστατικά στο μέλλον.

### 3 Εργαλεία Συστήματος

#### 3.1 Arduino Microcontroller

Ο arduino είναι μία πλακέτα ανοιχτού κώδικα ο οποίος χρησιμοποιείται στον προγραμματισμό και την κατασκευή εφαρμογών στη ρομποτική όπως επίσης και σε συστήματα αυτοματισμών. Αποτελείται από έναν μικροελεγκτή τον ATmega της Atmel ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί με την γλώσσα wiring (δλδ από την γλώσσα προγραμματισμού C++ καθώς και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες που την πλαισιώνουν, υλοποιημένες και αυτές σε γλώσσα C++ ).

Αποτελείται από μονάδες εισόδων/εξόδων, οι οποίες χωρίζονται σε αναλογικές και ψηφιακές, 6 αναλογικές και 14 ψηφιακές, μέσω των οποίων μπορεί κανείς να συνδέσει μία πληθώρα από συσκευές συμβατές με το arduino όπως είναι αισθητήρες, κάμερες, gsm, gps με σκοπό την υλοποίησή ενός project.



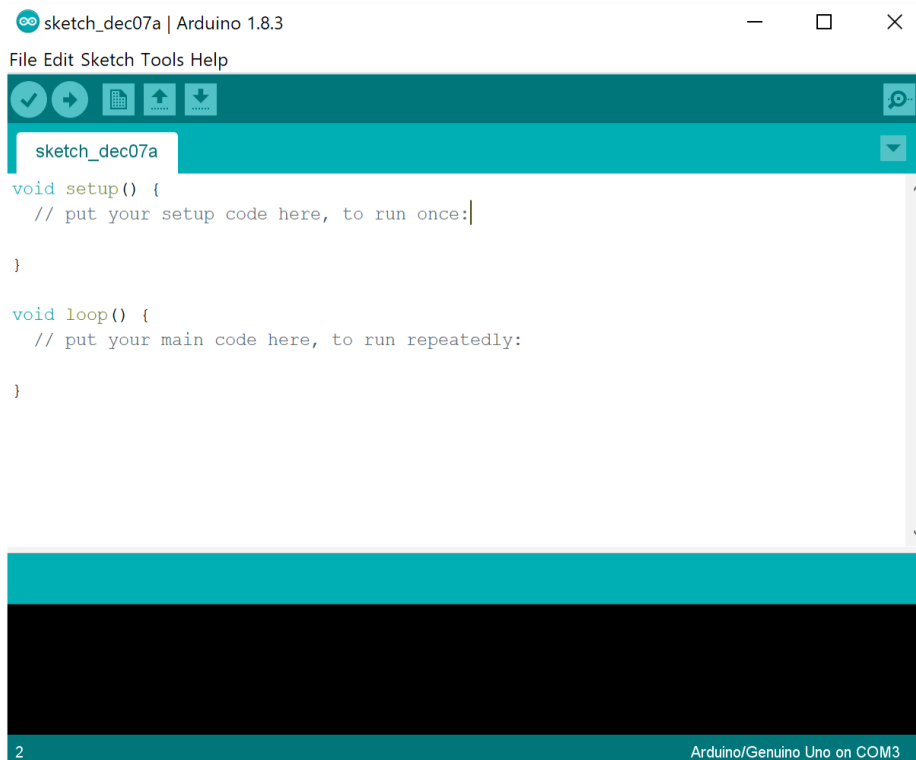
Εικόνα 14 Πλακέτα Arduino UNO.

Το arduino μπορεί να συνδεθεί και να προγραμματιστεί μέσω της σειριακής θύρας usb που διαθέτει ο μικροεπεξεργαστής ATmega328P όπως επίσης μέσω της ίδιας θύρας μας δίνεται η δυνατότητα να τον τροφοδοτήσουμε με τάση 5Volt. Πέρα από την τροφοδοσία μέσω της σειριακής θύρας όλες οι πλακέτες arduino μπορούν να τροφοδοτηθούν είτε από τροφοδοτικό είτε από μπαταρία με την τάση να κυμαίνεται από 7 έως 20 V το min και το max αντίστοιχα.

Εκτός από την τροφοδοσία μέσω της σειριακής θύρας usb, η σειριακή σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων από τον υπολογιστή προς την πλακέτα αλλά και το αντίστροφο και για την μεταφορά δεδομένων, που στέλνουν διαφορές συσκευές συνδεδεμένες με την πλακέτα προς τον υπολογιστή.

Το (IDE) «ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης» ενός arduino είναι γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού java, χρησιμοποιεί το GNU toolchain και το AVR libc για την μεταγλώττιση των προγραμμάτων και το avrdude για να φορτώσει τα προγράμματα αυτά στην πλακέτα. Όταν ένας χρήστης προγραμματίζει σε περιβάλλον arduino IDE το μόνο που πρέπει να κάνει είναι να ορίσει δύο λειτουργίες όπως φαίνεται και στην παρακάτω Εικόνα 15.

- Void Setup(): να δηλώσει τις μεταβλητές που θα ισχύουν για όλο το πρόγραμμα.
- Void loop(): να δηλώσει τις λειτουργίες που επαναλαμβάνονται κατά την λειτουργία του προγράμματος.



**Εικόνα 15** Περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών Arduino.

Ένα δείγμα από πλακέτες arduino φαίνονται στην εικόνα 16 παρακάτω, με βασικές διαφορές να είναι στον επεξεργαστή, στον αριθμό των pins εισόδων/εξόδων και στην flash memory. Κάτι που πρέπει να επισημάνουμε επίσης πέρα από την πλακέτα, είναι ότι υπάρχουν μια πληθώρα από shields που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την αποπεράτωση ενός project όπως (Wifi shields, Motor shields, Ethernet shields, SD shields) ανάλογα με τις ανάγκες που έχει το εκάστοτε project.

	Arduino Leonardo	Arduino Uno Rev3	Arduino Mega 2560 Rev3
Microcontroller	ATmega32u4	ATmega328	ATmega2560
Operating Voltage	5V	5V	5V
Input Voltage	7-12V	7-12V	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V	6-20V	6-20V
Digital I/O Pins	20	14	54
PWM Channels	7	6	15
Analog Input Channels	12	6	16
DC Current per I/O Pin	40 mA	40 mA	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA	50 mA	50 mA
Flash Memory	32 KB	32 KB	256 KB
SRAM	2.5 KB (ATmega32u4)	2 KB (ATmega328)	8 KB
EEPROM	1 KB (ATmega32u4)	1 KB (ATmega328)	4 KB
Clock Speed	16 MHz	16 MHz	16 MHz
Price	25€	26€	59€

**Εικόνα 16** Πλακέτες Arduino.

## 3.2 GSM/GPRS

### 3.2.1 Δίκτυο GSM

Το GSM (Global System for Mobile communication) η αλλιώς «παγκόσμιο σύστημα κινητών επικοινωνιών» είναι ένα πρότυπο κυψελωτό σύστημα της κινητής τηλεφωνίας. Το 1982 το «Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο» (European Telecommunications Standards Institute) ξεκίνησε να μελετά και να δημιουργεί ενός

κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G) το οποίο αρχικά ονομάστηκε Group Special Mobile (GSM). Η εμπορική χρήση του συστήματος άρχισε στην Ευρώπη το 1991 ενώ στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε μέσω της Wind το 1993.

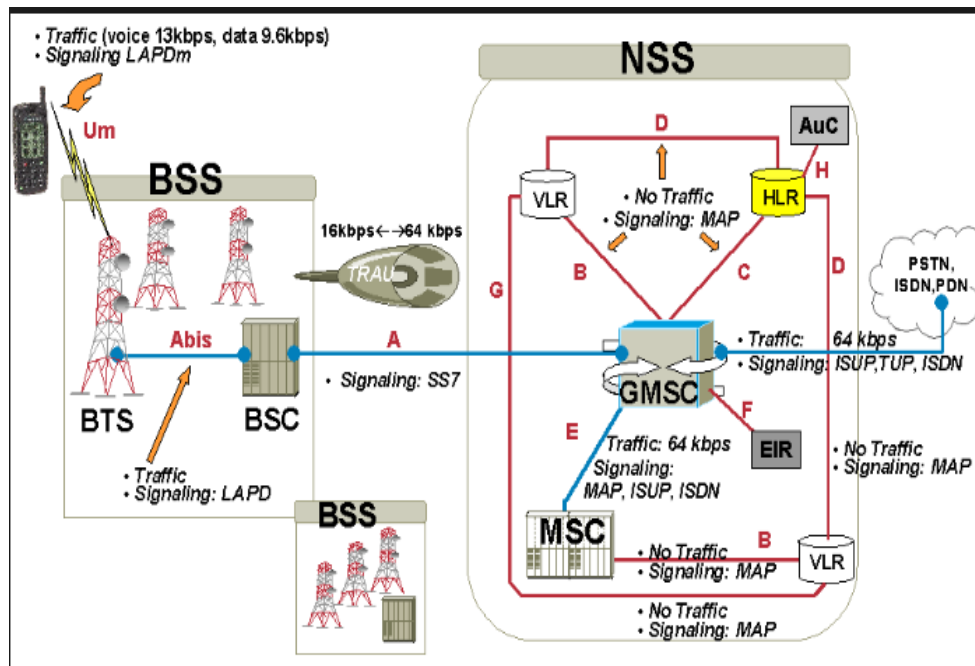
Στο σύστημα GSM η περιοχή των συχνοτήτων που έχει εκχωρηθεί για την λειτουργία των δικτύων κινητής τηλεφωνίας υποδιαιρείται σε περισσότερες υποπεριοχές συχνοτήτων – καναλιών επικοινωνίας εύρους ζώνης 200 KHz. Κάθε κανάλι μπορεί να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από 8 το πολύ συνδρομητές, με χρήση της τεχνικής TDMA (Time Division Multiple Access), οι οποίοι χρησιμοποιούν για λίγο χρόνο (περίπου 0.577 ms) διαδοχικά το κανάλι. Κάθε σταθμός βάσης επικοινωνεί με 6 έως 12 κανάλια συχνοτήτων με τα κινητά τηλέφωνα που βρίσκονται στην περιοχή, με χρήση της τεχνικής FDMA (Frequency Division Multiple Access).

Τα κανάλια συχνοτήτων είναι διαφορετικά μεταξύ γειτονικών κυψελών, ώστε να ξεχωρίζουν μεταξύ τους. Επειδή ο αριθμός των καναλιών είναι περιορισμένος, τα ίδια κανάλια χρησιμοποιούνται εκ νέου σε διαφορετικές κυψέλες. Η σχεδίαση των δικτύων τοποθετεί τις κυψέλες που χρησιμοποιούν τα ίδια κανάλια όσο το δυνατόν μακρύτερα μεταξύ τους για λιγότερες παρεμβολές της μίας κυψέλης πάνω στη λειτουργία της άλλης.

Τα κινητά τηλέφωνα μετρούν το επίπεδο στο σήμα που λαμβάνουν από τους πιο κοντινούς σταθμούς βάσης και αν, κατά τη μετακίνηση μας το σήμα από έναν άλλο σταθμό βάσης είναι καλύτερο από το σήμα του σταθμού που ήδη χρησιμοποιούμε, τότε το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας μας μεταφέρει στην κυψέλη του σταθμού αυτού, χωρίς φυσικά αυτή η μετάβαση να γίνεται αισθητή από εμάς.

### **3.2.1.1 Αρχιτεκτονική δικτύου GSM**

Ένα δίκτυο GSM απαρτίζεται από 3 βασικά μέρη, τον Κινητό Σταθμό (Mobile Station), το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (Base Station System) και το Υποσύστημα Δικτύου Μεταγωγής (NSS-Network Switching Subsystem) όπως φαίνεται και στην Εικόνα 17 παρακάτω.



Εικόνα 17 Αρχιτεκτονική δικτύου GSM.

1. **Ο Κινητός Σταθμός (MS-Mobile Station)** περιλαμβάνει τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί ένας χρήστης για να έχει πρόσβαση στο δίκτυο και αποτελείται από έναν πομπό-δέκτη, μία κεραία, μία οθόνη και μία κάρτα sim. Η μέγιστη ισχύς που επιτρέπεται να εκπέμπει μια κινητή μονάδα είναι τα 2 watt στην Ευρώπη βάσει των τιμών που έχουν καθοριστεί από την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία και 1,6 watt για την Αμερική και την Αυστραλία.
2. **Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BSS-Base Station System)** το οποίο χωρίζεται στο βασικό σταθμό πομπό-δέκτη (BTS-Base Transceiver Station) και στο βασικό σταθμό ελέγχου (BSC-Base Station Controller), διαχειρίζεται τις κλήσεις σε μία περιοχή η οποία καλύπτεται από κεραίες σε διάφορα μεγέθη σε σειρά και κάθε κεραία εξυπηρετεί και από μία κυψέλη.
  - Ο σταθμός βάσης αποτελεί την οντότητα με την οποία επικοινωνεί το MS. Αποτελείται από έναν υπολογιστή και από έναν πομποδέκτη που είναι συνδεδεμένος με μια κεραία. Το μέγεθος της ισχύος μετάδοσης του κάθε σταθμού προσδιορίζει και το μέγεθος του κελιού. Ένας τέτοιος σταθμός βάσης, μπορεί να αποτελείται από 1 μέχρι και 16 πομποδέκτες, αναλόγως της πυκνότητας των χρηστών του κελιού.



- Ο σταθμός ελέγχου είναι υπεύθυνος της επίβλεψης και του ελέγχου ενός ή περισσότερων BTSs. Κυρίως είναι υπεύθυνος για την διαχείριση της κατανομής, απελευθέρωσης και μεταβίβασης των καναλιών της φωνής στους χρήστες.

### 3. Το Υποσύστημα Δικτύου Μεταγωγής(NSS-Network Switching Subsystem)

αποτελείται από δύο τμήματα: 1) το MSCs και το GMSC τα οποία είναι υπεύθυνα για την εναλλαγή των κλήσεων μεταξύ των χρηστών κινητής και άλλων σταθερών ή κινητών δικτύων και 2) από ένα σύνολο βάσεων δεδομένων που αποθηκεύονται οι απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονται για την διαχείριση των υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας.

**1. A) Το Mobile Switching Center (MSC)** είναι το κεντρικό τμήμα του NSS και παρέχει τις απαραίτητες λειτουργίες για τη διαχείριση των κινητών υπηρεσιών όπως οι μεταβιβάσεις και η δρομολόγηση κλήσεων, η επικύρωση (Authentication) ,η τοποθεσία του εκάστοτε χρήστη και η εγγραφή.

**B) Το Gateway MSC (GMSC)** κάνει την ίδια δουλειά που κάνει και το MSC με την μοναδική διαφορά ότι παρέχει τη διασύνδεση για τα άλλα τηλεφωνικά δίκτυα όπως ISDN, PSDN, σταθερή τηλεφωνία και άλλα δίκτυα της κινητής τηλεφωνίας.

**2. A) Home Location Register (HLR)** είναι η σημαντικότερη βάση δεδομένων ενός δικτύου μεταγωγής (NSS) καθώς αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με τους χρήστες του δικτύου όπως πληροφορίες για την θέση, την κατάσταση δραστηριότητας και το προφίλ του χρήστη.

**B) Visitor Location Register (VLR)** είναι μια βάση δεδομένων που αποθηκεύει προσωρινές πληροφορίες σχετικά με τον κινητό σταθμό ενός χρήστη ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται μέσα σε μία νέα περιοχή του MSC.

**Γ) Authentication Center (AuC)** είναι μία βάση δεδομένων που αποθηκεύει το αντίγραφο ενός μυστικού κλειδιού του χρήστη το οποίο βρίσκεται στην κάρτα SIM του χρήστη αυτού και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ταυτότητας και την κρυπτογράφηση του ραδιοφωνικού καναλιού.

**Δ) Equipment Identity Register (EIR)** είναι μία βάση δεδομένων που περιέχει μία λίστα με όλες τις έγκυρες κινητές συσκευές του δικτύου. Η κάθε κινητή συσκευή του δικτύου έχει ένα μοναδικό αριθμό αναγνώρισης (IMEI) International Mobile Equipment Identity ο οποίος είναι άκυρος αν η συσκευή αυτή έχει δηλωθεί κλεμμένη ή δεν έχει εγκριθεί.

### **3.2.1.2 Ζώνες Συχνοτήτων GSM**

Οι ζώνες συχνοτήτων ορίστηκαν από την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) με σκοπό την μετάδοση σημάτων μέσω καναλιών για την επικοινωνία ενός κυψελοειδούς ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας. Κάποιες από αυτές θα αναλύσουμε παρακάτω.

#### **1) GSM 900 και Extended GSM 900**

Το σύστημα GSM 900 ή Standard GSM είναι ένα ζεύγος συχνοτήτων από τα 890MHz έως τα 915MHz και χρησιμοποιείτε για την αποστολή πληροφοριών από το κινητό προς τον σταθμό βάσης (Up Link) και από τα 935MHz έως τα 960MHz και χρησιμοποιείτε για την αποστολή πληροφοριών από τον σταθμό βάσης προς το κινητό (Down Link). Παρέχει 124 full duplex κανάλια RF και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200KHz.

Για να αυξήσουν την χωρητικότητά τους τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας ώστε να καλυφθεί η ανάγκη της αυξημένης ζήτησης από τους πελάτες τους, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ράδιο Επικοινωνιών επέκτεινε τις περιοχές συχνοτήτων του κλασικού GSM 900 διατηρώντας την αρχική του δομή από 880MHz έως 915MHz για up link και 925MHz έως 960MHz για down link. Η ονομασία αυτού του ζεύγους συχνοτήτων ονομάστηκε E-GSM (Extended GSM 900).

#### **2) GSM 1800**

Το GSM 1800 διατηρεί την δομή ενός GSM 900 δικτύου αλλά χρησιμοποιούνται διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων, από τα 1710MHz έως τα 1785MHz για Up link και από τα 1805 έως τα 1880MHz για Down link. Παρέχει 371 Full Duplex κανάλια RF και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200KHz. Η αλλαγή αυτή στην ζώνη των συχνοτήτων έγινε

επειδή η ζώνες του GSM 900 στην Ευρώπη ήταν πιασμένες από άλλους φορείς κινητής τηλεφωνίας με σκοπό να αυξήσουν την χωρητικότητα των δικτύων τους για να καλύψουν τις αυξημένες ανάγκες των συνδρομητών τους.

### **3) GSM 1900**

Το GSM 1900 χρησιμοποιείται κυρίως σε χώρες της Αμερικής, διατηρεί και αυτό την δομή ενός δικτύου GSM 900, αλλά χρησιμοποιούνται και εδώ διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων τα οποία παρέχουν 299 Full Duplex κανάλια RF με το εύρος ζώνης κάθε καναλιού να φτάνει τα 200KHz. Τα ζεύγη συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο GSM 1900 είναι για Up link από τα 1850MHz έως τα 1910MHz και για Down link από τα 1930MHz έως τα 1990MHz.

#### **3.2.2 GPRS**

Το GPRS General Packet Radio Service είναι μία υπηρεσία που επιτρέπει την αποστολή και την λήψη δεδομένων μέσω δικτύων της κινητής τηλεφωνίας GSM. Το GPRS επιτρέπει την χρήση του κινητού και για την μεταφορά δεδομένων, συνήθως από το Διαδίκτυο, γρήγορα και εύκολα, παρέχοντας παράλληλα και το πλεονέκτημα της αδιάκοπης σύνδεσης με αυτό.

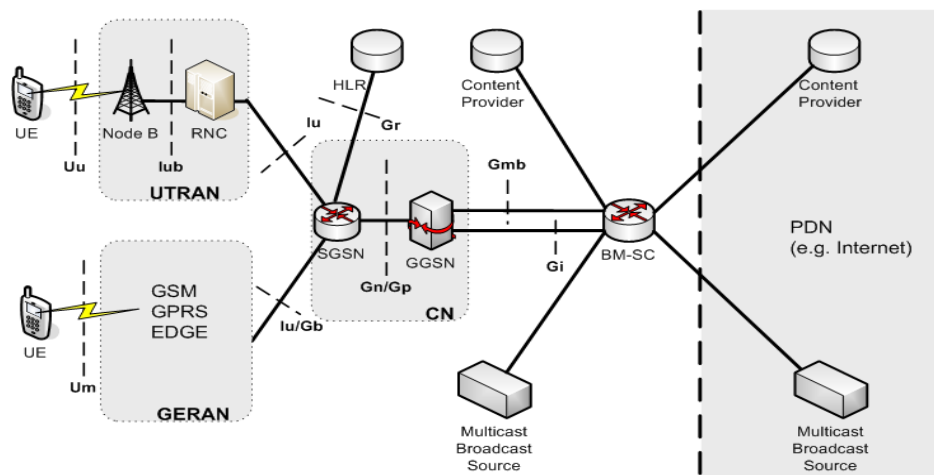
Η λειτουργία του GPRS μοιάζει αρκετά με τον τρόπο λειτουργίας του Internet. Και στις δυο περιπτώσεις η πληροφορία κατακερματίζεται σε πακέτα δεδομένων, τα οποία με τη σειρά τους μεταδίδονται στον προορισμό τους και εν συνεχεία συνδυάζονται πάλι για να δημιουργήσουν ένα ακριβές αντίγραφο της αρχικής πληροφορίας. Με ανάλογο τρόπο λειτουργεί και το IP (internet Protocol).

Πριν την ένταξη του GPRS στις προδιαγραφές του GSM (1997), η μετάδοση δεδομένων πραγματοποιούνταν με την αποκλειστική χρήση κυκλωμάτων CSD (Circuit Switched data), τα οποία δεσμεύονταν για όλη την διάρκεια της χρήσης και ανεξάρτητα από το αν πραγματοποιούνταν μεταφορά δεδομένων, έχοντας σαν αποτέλεσμα την άσκοπη σπατάλη των διαθέσιμων πόρων του δικτύου.

Αντίθετα, στο GPRS επιτρέπεται η ταυτόχρονη χρήση των ίδιων κυκλωμάτων από πολλούς χρήστες, αφού αυτά αξιοποιούνται μόνο όταν γίνεται μεταφορά δεδομένων, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερες ταχύτητες.

### 3.2.2.1 Αρχιτεκτονική του GPRS

Η αρχιτεκτονική ενός GPRS συστήματος είναι μία επέκταση του είδη υπάρχοντος δικτύου GSM με την ενσωμάτωση σε αυτό δύο νέων κόμβων επικοινωνίας του SGSN(Serving GPRS Support Node) και του GGSN(Gateway GPRS Support Node) όπως φαίνεται και στην Εικόνα 18 παρακάτω.



Εικόνα 18 Αρχιτεκτονική GPRS.

Ο κόμβος SGSN είναι υπεύθυνος για την μεταφορά των πακέτων από και προς τους κινητούς σταθμούς που βρίσκονται στην δικαιοδοσία του και οι βασικές του λειτουργίες είναι οι κάτωθι:

- Επιβεβαίωση ταυτότητας και χρέωση συνδρομητών.
- Δρομολόγηση και μεταφορά πακέτων.
- Έλεγχο κινητικότητας.
- Διασύνδεση με την βάση δεδομένων του GPRS

Η πύλη GGSN είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία ενός δικτύου GPRS με εξωτερικά δίκτυα μεταφοράς πακέτων και οι βασικές της λειτουργίες είναι οι κάτωθι:

- Διασύνδεση με εξωτερικά δίκτυα δεδομένων αφού πρώτα μετατρέψει τα πακέτα που έρχονται από ένα GPRS δίκτυο σε πακέτα κατάλληλου πρωτοκόλλου όπως είναι το IP ή το X.25.
- Δρομολόγηση και μεταφορά πακέτων.

- Διασύνδεση με άλλα PLMNs.
- Έλεγχο κινητικότητας.

Εν τέλει η πύλη GGSN αποτελεί την τελική διεπαφή προς τα εξωτερικά δίκτυα πακέτων δεδομένων για αρκετούς κόμβους SGSN, ενώ ο κόμβος SGSN δρομολογεί τα πακέτα δεδομένων του μέσω διαφόρων GGSN για να προσεγγίσει διαφορετικά δίκτυα πακέτων.

### 3.2.1.2 Κωδικοποίηση και ταχύτητες καναλιών

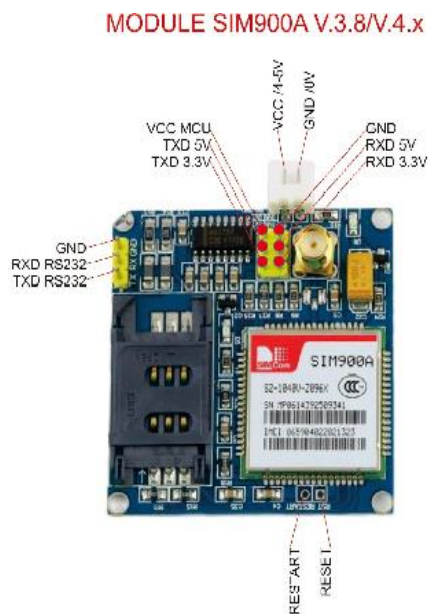
Η διαδικασία κωδικοποίησης καναλιού στο GPRS μπορεί να γίνει με 4 διαφορετικά σχήματα κωδικοποίησης για την μεταφορά των δεδομένων, με το κάθε σχήμα να έχει τον δικό του ρυθμό μετάδοσης ανά χρονοθυρίδα. Το πρώτο σχήμα CS-1 κωδικοποίησης έχει και τον υψηλότερο κώδικα διορθώσεων λάθους και ο ρυθμός μετάδοσής του είναι 9,05 kbits/s, το CS-2 έχει 13,4 kbits/s, το CS-3 έχει 15,6 kbits/s ενώ το CS-4 δεν έχει καμία διόρθωση λάθους και ο ρυθμός μετάδοσης που επιτυγχάνει είναι 21,4 kbits/s όπως φαίνεται και στον πίνακα 1.

Πρόγραμμα κωδικοποίησης GPRS	Bitrate συμπεριλαμβανομένου του RLC / MAC εναέριας λειτουργίας [a] [b] (kbit / s / υποδοχή)	Bitrate εκτός RLC / MAC γενικής χρήσης [c] (kbit / s / υποδοχή)	Διαμόρφωση	Κωδικός ρυθμού
CS-1	9.20	8.00	GMSK	1/2
CS-2	13.55	12.00	GMSK	≈2 / 3
CS-3	15.75	14.40	GMSK	≈3 / 4
CS-4	21.55	20.00	GMSK	1

**Πίνακας 1** Πρόγραμμα κωδικοποίησης και Bitrates μεταφοράς δεδομένων.

Ο ρυθμός της μετάδοσης των δεδομένων δύναται να φτάσει θεωρητικά τα 171,2 kbits/s αν γίνει χρήση και των 8 χρονοθυρίδων κάτι το οποίο στην πράξη δεν υφίσταται καθώς τα περισσότερα δίκτυα χρησιμοποιούν το σχήμα CS-2 για την μεταφορά των δεδομένων χρησιμοποιώντας 4 χρονοθυρίδες για download και 1 για upload. Έτσι το πραγματικό data rate μπορεί να φτάσει μέχρι  $53,6 \text{ kbits/s} = 4 * 13,4 \text{ kbits/s}$  ή περίπου 6,7 Kb/s

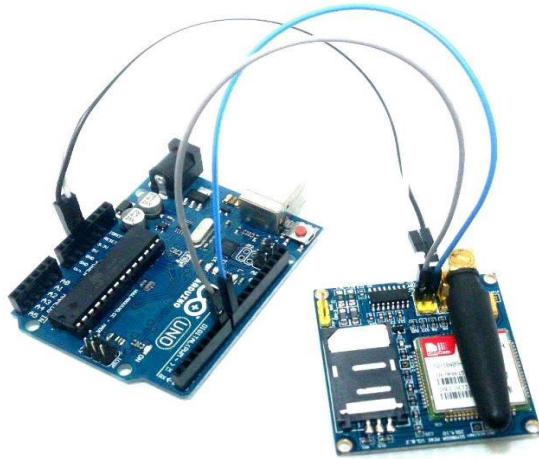
Για την αποστολή των δεδομένων στο δικό μας project επιλέχθηκε για GSM το SIM900A Module όπως φαίνεται και στην Εικόνα 19 παρακάτω. Το συγκεκριμένο GSM είναι Dual Baud 900/1800 MHz κάτι που το κάνει δύσχρηστο καθώς μπορεί να επιτύχει σύνδεση μέχρι 2G και άρα μικρή ταχύτητα αποστολής δεδομένων. Πέραν τούτου χρειάστηκε να γίνει update το firmware καθώς ήταν προγραμματισμένο να παίζει σε χώρες της Ασίας και όχι της Ευρώπης. Κάτι στο οποίο πρέπει να δοθεί έμφαση είναι στην τροφοδοσία του καθώς πέραν των 5V που χρειάζεται για να λειτουργεί θα πρέπει να του δίνεται και η δυνατότητα να τραβάει 2A για να μην παρουσιάζει αστάθειες. Με την χρήση των AT Commands στέλνουμε τα δεδομένα που μας φέρνει το GPS και ο αισθητήρας καπνού από το Arduino σε μια βάση δεδομένων.



**Εικόνα 19** GSM SIM900A.

Το GSM SIM900A αποτελείται από το chip 900A, ένα card slot όπου εισάγουμε μία κάρτα κινητής τηλεφωνίας για να έχουμε υπηρεσίες Internet. 6 pins για την σύνδεση του με την πλακέτα, 2 pins για εξωτερική τροφοδοσία και άλλα 3 pins για αναβάθμιση του λογισμικού.

Η συνδεσμολογία που ακολουθήσαμε όπως φαίνεται και στην Εικόνα 20 παρακάτω είναι η εξής. Το Tx και Rx στις θύρες 8 και 7 του arduino αντίστοιχα και για τροφοδοσία επιλέξαμε τα 5 volt.



**Εικόνα 20** Σύνδεση GSM με Arduino.

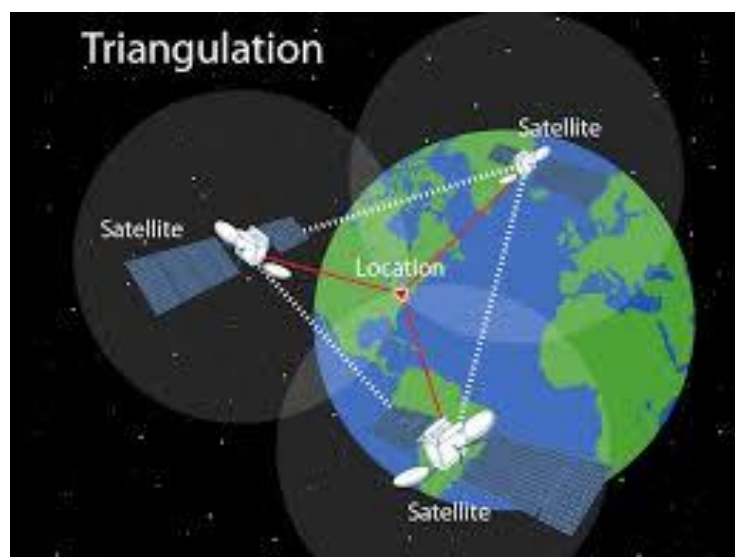
### 3.3 GPS

Το GPS (Global Position System) «Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης» είναι ένα σύστημα με το οποίο μπορούμε ανά πάσα στιγμή να προσδιορίσουμε με ακρίβεια τη θέση μας σε ένα οποιοδήποτε σημείο πάνω στη Γή. Αρχικά το σύστημα σχεδιάστηκε αποκλειστικά για στρατιωτική χρήση και ονομάστηκε NAVSTAR, από το υπουργείο άμυνας των ΗΠΑ, και εν συνεχεία αφέθηκε να χρησιμοποιείται και από τους πολίτες. Αποτελείται από τρία τμήματα:

- **Το διαστημικό τμήμα** που περιλαμβάνει ένα δίκτυο 24 δορυφόρων που κινούνται σε κυκλική τροχιά γύρω από την Γή με ταχύτητα 2,6 χλμ. το δευτερόλεπτο και σε απόσταση περίπου 20.000km. Είναι εξοπλισμένο με ειδικές συσκευές εντοπισμού, οι οποίες ονομάζονται πομποδέκτες GPS, και πραγματοποιούν μία πλήρη περιστροφή γύρω από την Γή κάθε 12 ώρες.
- **Το επίγειο τμήμα ελέγχου** που περιλαμβάνει ένα κύριο σταθμό, τον μόνο που βρίσκεται στην ξηρά και είναι επανδρωμένος, και από τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα το οποίο είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση των δορυφόρων κάνοντας ελέγχους σχετικά με την ταχύτητα τους, το υψόμετρο τους και την επάρκεια τους σε ηλεκτρική ενέργεια.
- **Το τμήμα των χρηστών** που περιλαμβάνει τους δέκτες δορυφορικού σήματος οι οποίοι λαμβάνουν, επεξεργάζονται και καταγράφουν τις μετρήσεις που στέλνουν οι δορυφόροι και τις μετατρέπουν σε κατανοητή για τον άνθρωπο μορφή.

Η αρχή λειτουργίας ενός GPS βασίζεται στις μετρήσεις που κάνει ένας δέκτης σχετικά με την απόστασή που έχει από τρεις δορυφόρους, για να προσδιορίσει την θέση του πάνω στη Γή, η διαδικασία αυτή ονομάζεται τριγωνισμός (triangulation). Με λίγα λόγια,, μετράει το χρόνο που κάνουν τα σήματα για να ταξιδέψουν από τους δορυφόρους μέχρι τον δέκτη και στην συνέχεια πολλαπλασιάζει το χρόνο αυτό με την ταχύτητα του φωτός για να προσδιορίσει την απόστασή του από τους δορυφόρους (Εικόνα 21).





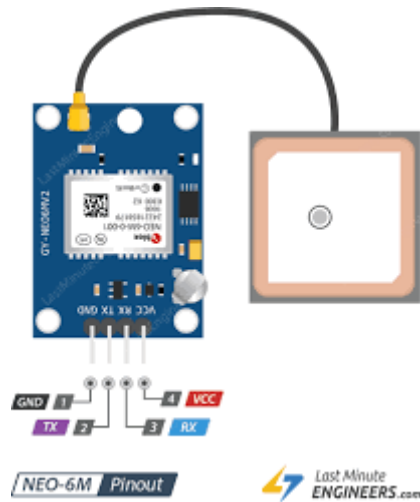
**Εικόνα 21** Διαδικασία Τριγωνισμού.

Η επικοινωνία με τους δορυφόρους πραγματοποιείται με ραδιοσήματα υψηλής συχνότητας και χαμηλής κατανάλωσης σε δύο κανάλια, ένα για δημόσια χρήση L1: 1575,42 MHz της μπάντας UHF και ένα κωδικοποιημένο για στρατιωτική L2: 1227,60 Hz. Το σήμα προς δημόσια χρήση περιέχει τρία είδη δεδομένων:

1. **Δεδομένα αλμανάκ** (Almanac data) τα οποία ενημερώνουν τον δέκτη GPS για την θέση που θα βρίσκεται ο δορυφόρος οποιαδήποτε χρονική στιγμή μέσα στην μέρα.
2. **Δεδομένα δορυφορικής εφημερίδας** (Ephemeris data) τα οποία εκπέμπονται συνεχώς από κάθε δορυφόρο και περιλαμβάνουν σημαντικές πληροφορίες για την κατάσταση του δορυφόρου, την ημερομηνία και την ώρα. Αυτό το είδος της πληροφορίας είναι και το πιο σημαντικό για τον προσδιορισμό της θέσης.
3. **Ψευδοτυχαίος κωδικός** είναι ο κωδικός που εμπεριέχει την ταυτότητα του δορυφόρου που εκπέμπει.

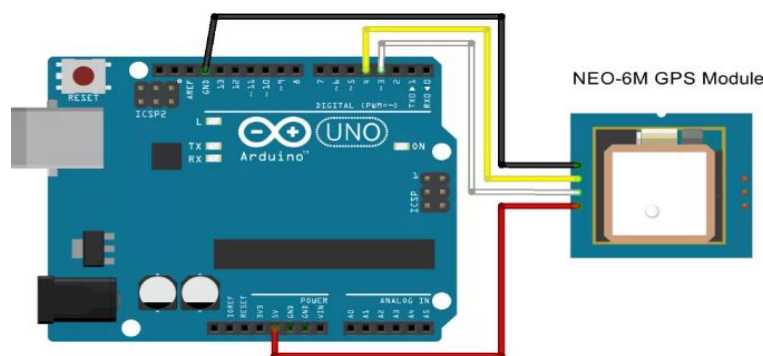
Ερχόμενοι στο δικό μας project και αφού έχουμε αναλύσει την λειτουργία των GPS, για να γνωρίζουμε σε πιο ακριβώς σημείο ο ανιχνευτής φωτιάς έχει εντοπίσει υψηλές τιμές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) χρειαζόμαστε μία συσκευή GPS. Η συσκευή η οποία έχουμε επιλέξει είναι όπως φαίνεται και στην Εικόνα 22 το GPS NEO

6M η οποία θα μας στέλνει τις συντεταγμένες τις οποίες θα βρίσκεται ο ανιχνευτής. Το συγκεκριμένο GPS διαθέτει μία εξωτερική κεραία, έχει ενσωματωμένο EEPROM και αποτελείται από τέσσερις ακίδες(1.GRN, 2.Tx, 3.Rx, 4.Vcc) .



**Εικόνα 22** GPS NEO 6M.

Η συσκευή αυτή επικοινωνεί με το arduino μέσω σειριακής επικοινωνίας με τους ακροδέκτες Tx (transceiver) και Rx(receiver) έχοντας αρχικά συνδέσει την τροφοδοσία μας δηλ το Vcc στα 5 volts και το GND στην γείωση του arduino. Τέλος συνδέουμε το Tx και Rx στις ψηφιακές θύρες 3 και 4 του arduino όπως φαίνεται και στην Εικόνα 23 παρακάτω για να μας στέλνει τα δεδομένα που χρειαζόμαστε, το latitude και το longitude της τοποθεσίας όπου βρίσκεται ο ανιχνευτής φωτιάς.



**Εικόνα 23** Σύνδεση GPS με Arduino.

### 3.4 Sensors

Αισθητήρας είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται για την μέτρηση ενός φυσικού μεγέθους και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο, μετατρέπει δηλαδή το φυσικό μέγεθος αυτό σε ηλεκτρικό σήμα. Ως ηλεκτρικό σήμα ενός αισθητήρα νοείστε είτε η τάση(V) όταν αυτός μετατρέπει το μετρούμενο μέγεθος σε τάση είτε το ρεύμα(I) όταν αυτός μετατρέπει το μετρούμενο μέγεθος σε ρεύμα. Εν συνεχεία οι μετρήσεις αυτές που κάνει ένας αισθητήρας στέλνονται σε μία κεντρική μονάδα ελέγχου όπου αξιολογούνται και γίνονται οι κατάλληλες ενέργειες.

Οι αισθητήρες στις μέρες μας έχουν καταστεί αναπόσπαστο κομμάτι των συστημάτων ελέγχου και μετρήσεων και βρίσκουν εφαρμογή σε πάρα πολλούς τομείς της καθημερινότητάς μας.

Οι αισθητήρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους ενεργούς και τους παθητικούς. Ενεργοί ονομάζονται οι αισθητήρες που χρειάζονται εξωτερική τροφοδοσία για παράδειγμα ένας αισθητήρας μέτρησης διοξειδίου του άνθρακα και παθητικοί ονομάζονται οι αισθητήρες που δημιουργούν από μόνοι τους τάση και δεν χρειάζονται την εξωτερική τροφοδοσία, όπως για παράδειγμα οι πιεζοηλεκτρικοί κρύσταλλοι, οι οποίοι όταν πιεστούν, παράγουν ηλεκτρική τάση στα άκρα τους.

Τα δε χαρακτηριστικά των αισθητήρων ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του αισθητήρα και με βάση τη λειτουργία τους. Στον πίνακα 2 που ακολουθεί θα δούμε μερικά από τα χαρακτηριστικά αυτά και τις ιδιότητές τους.

<b>Εύρος</b>	Τα όρια μέσα στα οποία ο αισθητήρας λειτουργεί αξιόπιστα.
<b>Ακρίβεια</b>	Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς την τιμή εισόδου.
<b>Ευαισθησία</b>	Η σχέση της αλλαγής εξόδου ως προς την αλλαγή εισόδου, είναι ίση με τη διαφορά που έχουν οι τιμές της εξόδου προς την διαφορά των αντίστοιχων τιμών της εισόδου.
<b>Σφάλμα</b>	Η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και την πραγματική.
<b>Διακριτική ικανότητα</b>	Η μικρότερη αλλαγή τιμής που μπορεί να ανιχνεύσει.
<b>Ανοχή</b>	Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δημιουργήσει ο αισθητήρας.

<b>Απόκριση</b>	Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει η έξοδος τη τελική τιμή.
<b>Χρόνος λειτουργίας</b>	Ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας εντός προδιαγραφών.

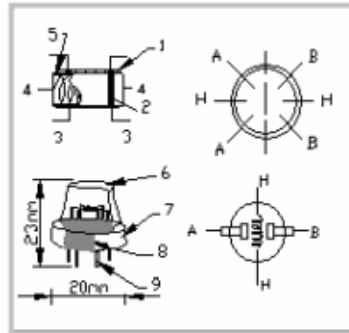
**Πίνακας 2** Χαρακτηριστικά και ιδιότητες αισθητήρων.

Τα είδη των αισθητήρων είναι αρκετά και ποικίλουν ανάλογα με την χρησιμότητά τους για παράδειγμα αισθητήρες πίεσης, θερμοκρασίας, κίνησης, πυκνότητας και πολλά άλλα. Για το δικό μας project επιλέχτηκε ο αισθητήρας μέτρησης μονοξειδίου του άνθρακα (CO) MQ-7 όπως φαίνεται και στην Εικόνα 24. Ο MQ-7 είναι ένας αισθητήρας που εντοπίζει συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα(CO) και οι μετρήσεις που κάνει είναι μεταξύ των 20 και 2000 ppm. Είναι απλός στην χρήση του και είναι κατάλληλος για μετρήσεις στον αέρα, επίσης έχει μεγάλη ευαισθησία και ταχύ χρόνο απόκρισης.



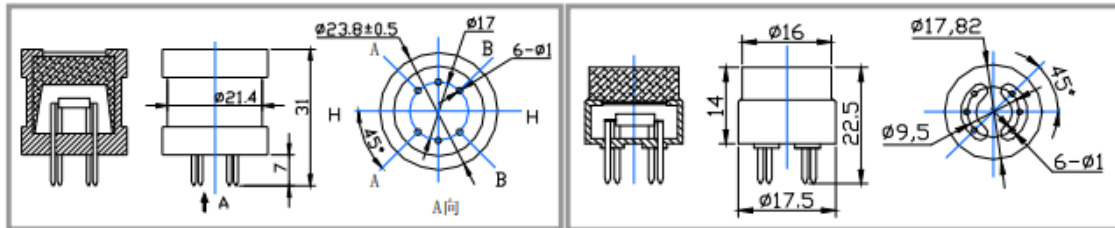
**Εικόνα 24** Αισθητήρας MQ-7.

Η δομή του αισθητήρα αερίου MQ-7 είναι απλή και αποτελείται από έναν κεραμικό σωλήνα οξειδίου του αργιλίου (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), μια λεπτή στρώση διοξειδίου του κασσιτέρου (SnO<sub>2</sub>), ένα ηλεκτρόδιο σύνδεσης και έναν heater. Όλα αυτά αποτελούν μία κρούστα περιτριγυρισμένη από πλαστικό περίβλημα και ένα δίκτυ από ανοξείδωτο ατσάλι. Το περίβλημα του MQ-7 έχει 6 ακροδέκτες, οι 4 χρησιμοποιούνται για την παροχή σημάτων ενώ οι άλλοι 2 για τροφοδοσία. Η παρακάτω Εικόνα 25 μας δίνει βασικές πληροφορίες για την λειτουργία, την θέση κάθε εξαρτήματος και τις διαστάσεις του αισθητήρα.



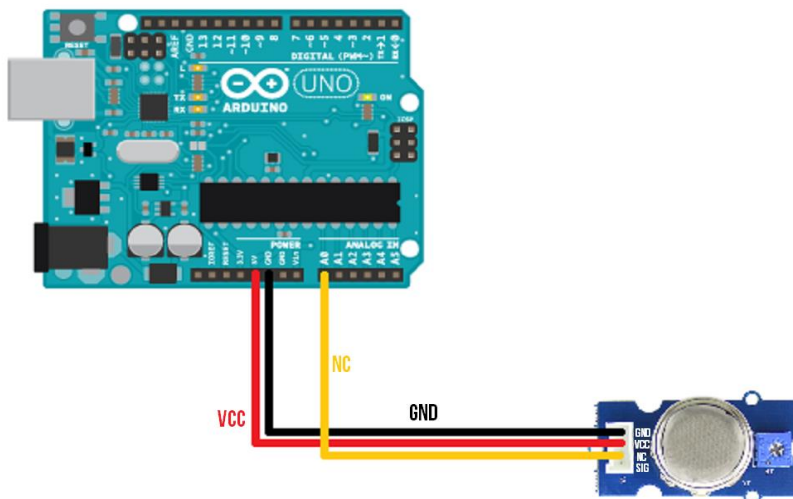
Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO <sub>2</sub>
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni

Fig.1



Εικόνα 25 Χαρακτηριστικά MQ-7.

Για την σύνδεση του αισθητήρα μας με την πλακέτα το μόνο που έχουμε να κάνουμε είναι να συνδέσουμε την τροφοδοσία δηλ το Vcc του αισθητήρα και το GND στα 5V και στην γείωση του arduino αντίστοιχα καθώς επίσης και την αναλογική έξοδο του αισθητήρα, μέσω της οποίας θα στέλνει ο αισθητήρας της τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που θα εντοπίζει, σε μία από τις αναλογικές εισόδους της πλακέτας και συγκεκριμένα στο A0 όπως φαίνεται στην Εικόνα 26.



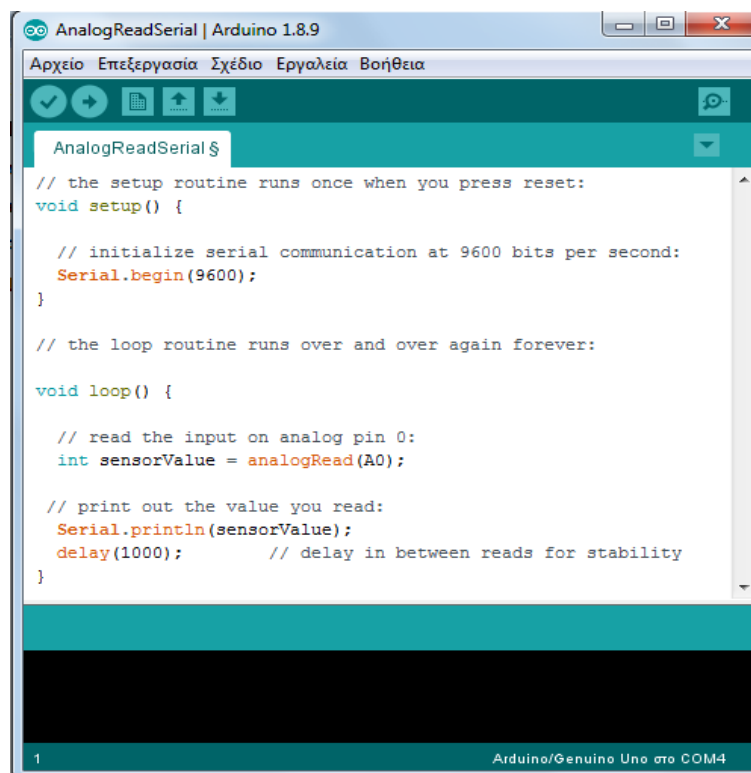
Εικόνα 26 Σύνδεση αισθητήρα με Arduino.

## 4 Υλοποίηση Συστήματος

Στην ενότητα αυτή θα δούμε μία προς μία την σύνδεση και την λειτουργία των συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν για να φτάσουμε στο τελικό μας αποτέλεσμα, όπως επίσης και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη του στόχου μας. Όλα τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι ανοιχτού ή ελεύθερου κώδικα και τα κύρια εργαλεία για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας είναι το Arduino IDE, το XAMPP και το NOTE++ που θα αναλύσουμε διεξοδικά παρακάτω.

### 4.1 Arduino IDE

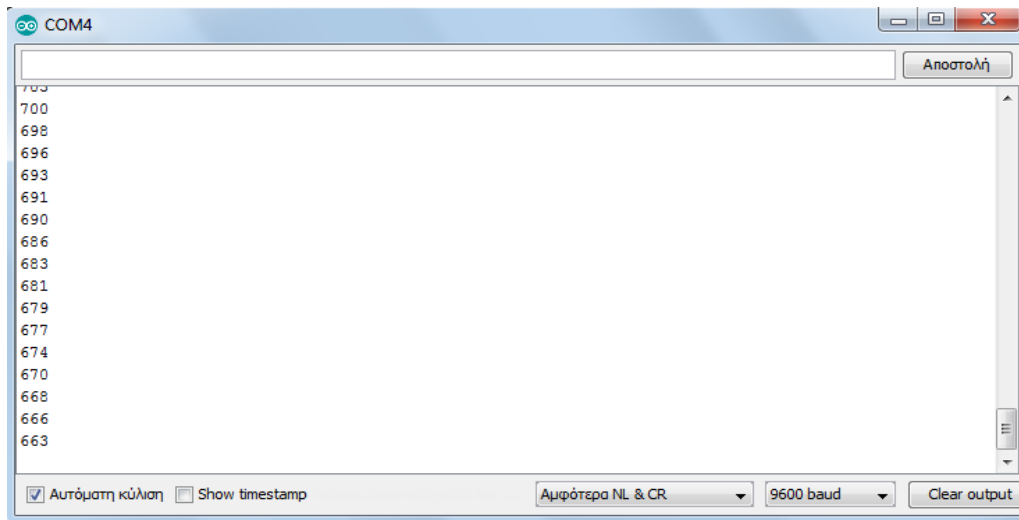
Το arduino IDE όπως αναφέραμε και στην ενότητα 3 είναι το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται το πρόγραμμα που θέλουμε να στείλουμε στον μικροελεγκτή ATmega328 μέσω της σειριακής θύρας USB για να ελέγχει όποιες συσκευές είναι συνδεδεμένες με αυτόν. Αρχικά συνδέσαμε το Arduino με τον αισθητήρα MQ-7 για τον έλεγχο του μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και το πρώτο κομμάτι του κώδικά μας αφορά στον έλεγχο του αναλογικού ακροδέκτη A0 του arduino στον οποίο είναι συνδεδεμένος ο αισθητήρας και των τιμών που επιστρέφει μέσω αυτού(Εικόνα 27).



```
AnalogReadSerial | Arduino 1.8.9
Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια
AnalogReadSerial $
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
    // initialize serial communication at 9600 bits per second:
    Serial.begin(9600);
}
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
    // read the input on analog pin 0:
    int sensorValue = analogRead(A0);
    // print out the value you read:
    Serial.println(sensorValue);
    delay(1000);    // delay in between reads for stability
}
1 Arduino/Genuino Uno στο COM4
```

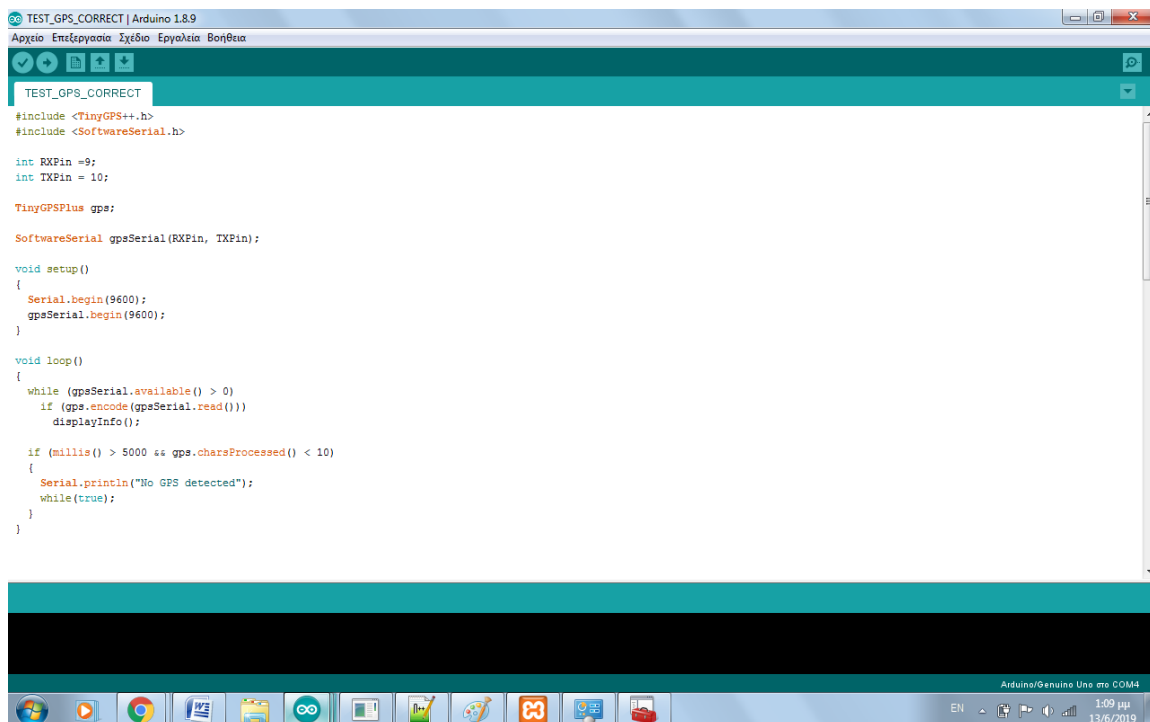
Εικόνα 27 Προγραμματισμός αισθητήρα MQ-7

Ανοίγοντας μία σειριακή έξοδος μπορούμε να δούμε τις τιμές που επιστρέφει ο αισθητήρας μας και είναι της μορφής όπως φαίνεται και στην Εικόνα 28.



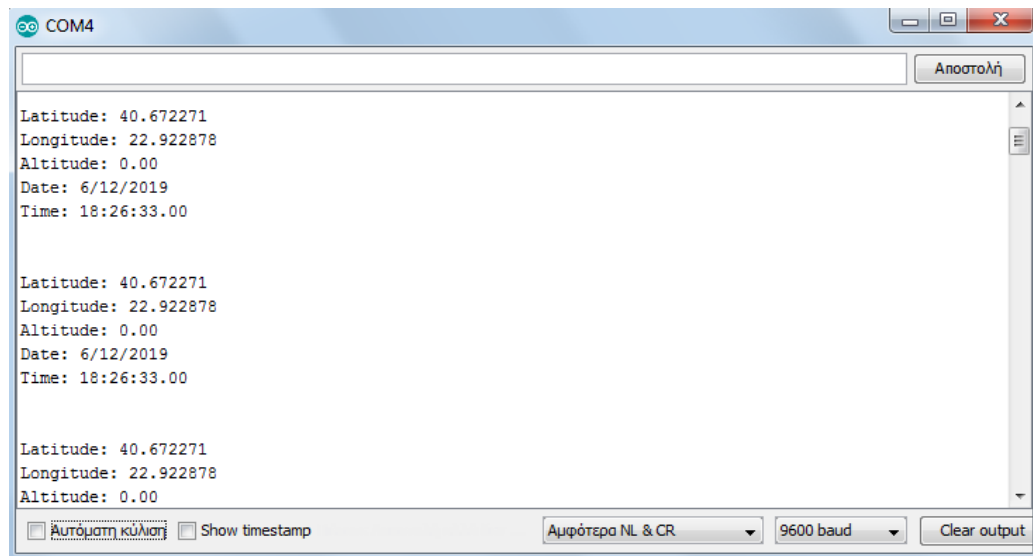
**Εικόνα 28** Έξοδος τιμών αισθητήρα.

Η δεύτερη συσκευή που συνδέουμε με την πλακέτα arduino είναι το GPS που μας επιστέφει την τοποθεσία όπου βρίσκεται η συσκευή μας. Ένα τυπικό κομμάτι κώδικα που μας δίνει το Longitude και το Latitude από το GPS είναι όπως φαίνεται και στην Εικόνα 29 παρακάτω.



**Εικόνα 29** Προγραμματισμός GPS.

Ανοίγοντας ξανά ένα παράθυρο εξόδου μπορούμε να δούμε τις τιμές που επιστρέφει το GPS και δεν είναι άλλες από τις συντεταμένες όπως επίσης και την ημερομηνία και την ώρα.



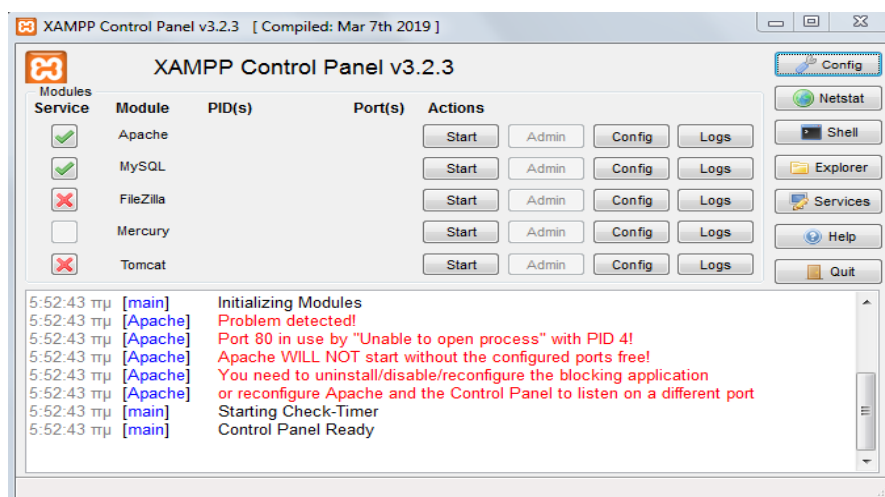
**Εικόνα 30** Εξοδος τιμών GPS.

Η τελευταία συσκευή που έχουμε συνδέσει στην πλακέτα Arduino είναι το GSM μέσω του οποίου στέλνουμε στην βάση όλα τα δεδομένα που προαναφέραμε. Για να μπορέσει το GSM να στείλει τα δεδομένα θα πρέπει αρχικά να τοποθετήσουμε μία κάρτα SIM για να συνδεθεί σε έναν Internet Provider μέσω του οποίου θα ανοίξει ένα κανάλι επικοινωνίας με την βάση. Αυτός ο διάυλος επικοινωνίας επιτυγχάνεται με την χρήση του προγράμματος ngrok καθώς δεν έχουμε κάποια δικιά μας ιστοσελίδα και η βάση μας είναι στημένη τοπικά στον υπολογιστή. Το GSM επικοινωνεί με το arduino με χρήση των εντολών AT COMMANDS. Στο δικό μας τελικό πρόγραμμα αρχικά ξεκινάμε μία επικοινωνία μεταξύ του arduino και του GSM στέλνοντας μία εντολή AT για να δούμε αν έχει γίνει σωστά η συνδεσμολογία. Η απάντηση που θα στείλει το GSM θα είναι είτε OK αν η σύνδεση έχει επιτευχθεί είτε ERROR αν υπάρξει κάποιο πρόβλημα στην συνδεσμολογία. Στην συνέχεια συνδεόμαστε στο APN του Provider μέσω του οποίου θα στέλνουμε τα δεδομένα που συλλέγει η συσκευή στην βάση δεδομένων. Εδώ πρέπει να επισημάνουμε πως οι Providers στην Ελλάδα είναι η WIND, η COSMOTE και η VODAFONE και καθεμία από αυτές τις εταιρείες χρησιμοποιεί ένα ξεχωριστό APN. Στο τέλος με ένα URL στέλνουμε τα δεδομένα αυτά μέσω του write\_data.php που έχουμε δημιουργήσει στη βάση δεδομένων.



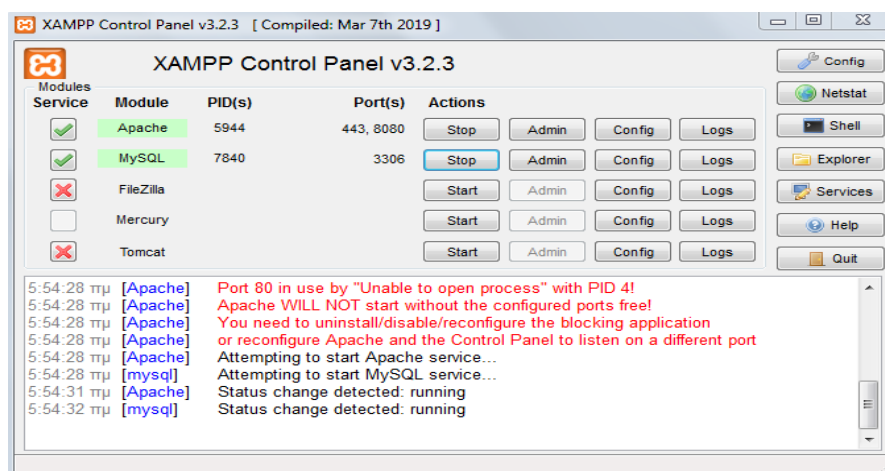
## 4.2 XAMPP

Το XAMPP αποτελείται από ένα σύνολο προγραμμάτων ελεύθερου λογισμικού και ανεξαρτήτου πλατφόρμας το οποίο περιέχει όπως είναι και το ακρωνύμιό του έναν εξυπηρετητή ιστοσελίδων HTTP Apache, την βάση δεδομένων MySQL, και έναν διερμηνέα για κώδικα γραμμένο σε γλώσσες προγραμματισμού PHP και Perl. Το αρχικό γράμμα **X** αναφέρεται στο «cross-platform» που σημαίνει όπως είδη έχουμε αναφέρει σε λογισμικό ανεξαρτήτου πλατφόρμας και είναι διαθέσιμο τόσο για Windows όσο και για Mac και Linux. Αρχικά τρέχοντας το πρόγραμμα XAMPP μας εμφανίζεται το παράθυρο της Εικόνας 31.



**Εικόνα 31** Περιβάλλον προγράμματος XAMPP.

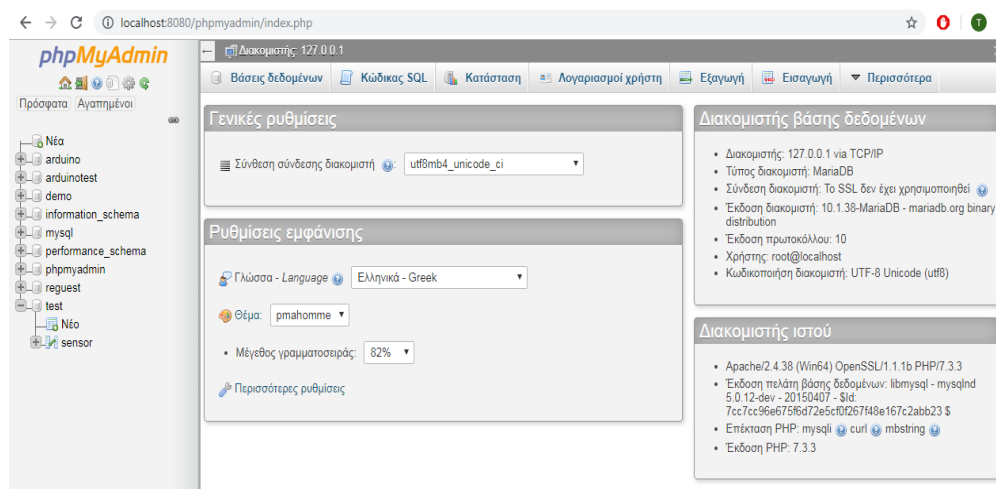
Εδώ πατώντας το κουμπί start στον Apache και στην MySQL ξεκινάμε να τρέχουμε τα services και την βάση δεδομένων μας αντίστοιχα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 32 παρακάτω.



**Εικόνα 32** Εκκίνηση Βάσης MySQL και Apache Server

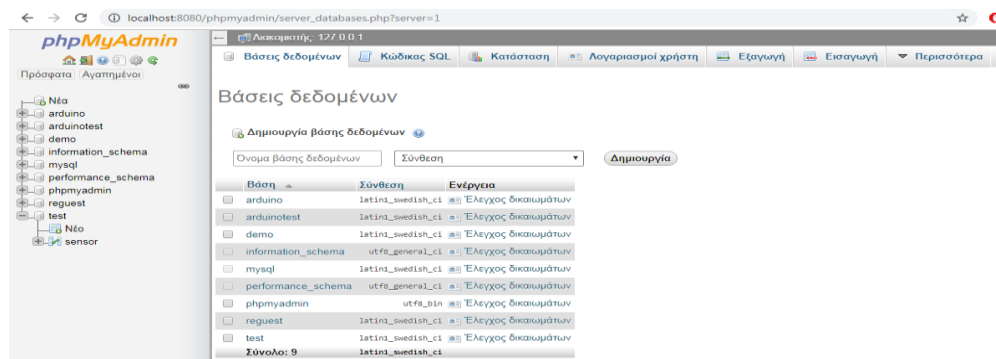
Η MySQL χρησιμοποιεί την θύρα 3306 ενώ εξ' ορισμού ο Apache χρησιμοποιεί την θύρα 80 για να λαμβάνει αιτήσεις για ιστοσελίδες και τη θύρα 443 για τις ασφαλείς συνδέσεις που χρειάζονται κρυπτογράφηση (SSL). Επειδή στον δικό μας υπολογιστή η θύρα 80 χρησιμοποιείται από άλλο πρόγραμμα έχουμε επιλέξει ο Apache να χρησιμοποιεί τον αριθμό θύρας 8080.

Για να δημιουργήσουμε μία βάση δεδομένων κάνουμε κλικ στο κουμπί admin που βρίσκεται δεξιά της MySQL το οποίο μας εμφανίζει ένα παράθυρο με το περιβάλλον του phpMyAdmin όπως φαίνεται και στην Εικόνα 33 παρακάτω.



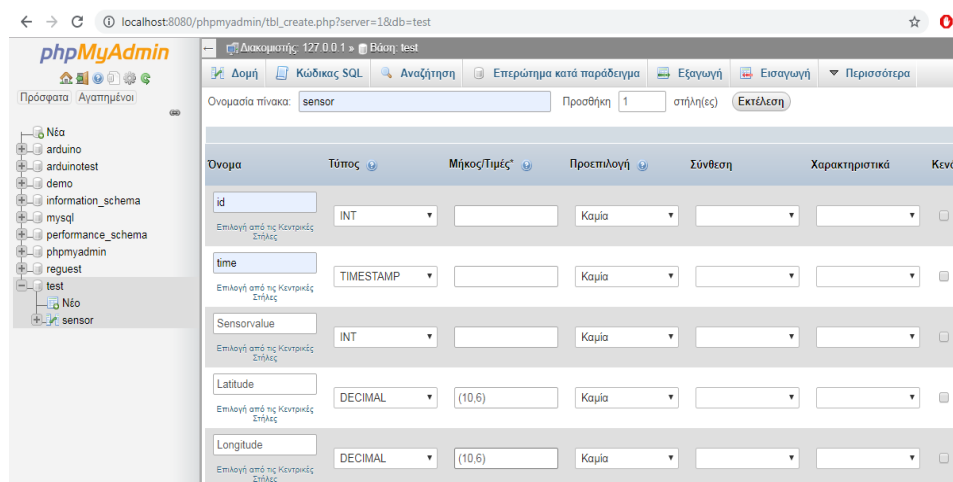
**Εικόνα 33** Περιβάλλον προγράμματος phpmyadmin

Εδώ θα δημιουργήσουμε την βάση όπου θα αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα που θα στέλνει η συσκευή IoT. Αρχικά κάνοντας κλικ στην καρτέλα «Βάσεις Δεδομένων» μεταφερόμαστε στην σελίδα όπως φαίνεται και στη Εικόνα 34 παρακάτω όπου στο πλαίσιο δημιουργίας βάσης δεδομένων μπορούμε να εισάγουμε το όνομα που θέλουμε να έχει η βάση μας και στην επιλογή σύνθεση επιλέγουμε utf8\_gneneral\_ci έτσι ώστε να υποστηρίζει ελληνικούς χαρακτήρες. Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί δημιουργία.



**Εικόνα 34** Δημιουργία βάσης δεδομένων.

Έτσι έχουμε δημιουργήσει μια βάση δεδομένων που στην προκειμένη περίπτωση έχει το όνομα test. Η βάση μας αρχικά είναι κενή, με την επιλογή πίνακας (test) βλέπουμε ότι δεν υπάρχει κανένας πίνακας στην βάση αυτή.



**Εικόνα 35** Δημιουργία πίνακα δεδομένων.

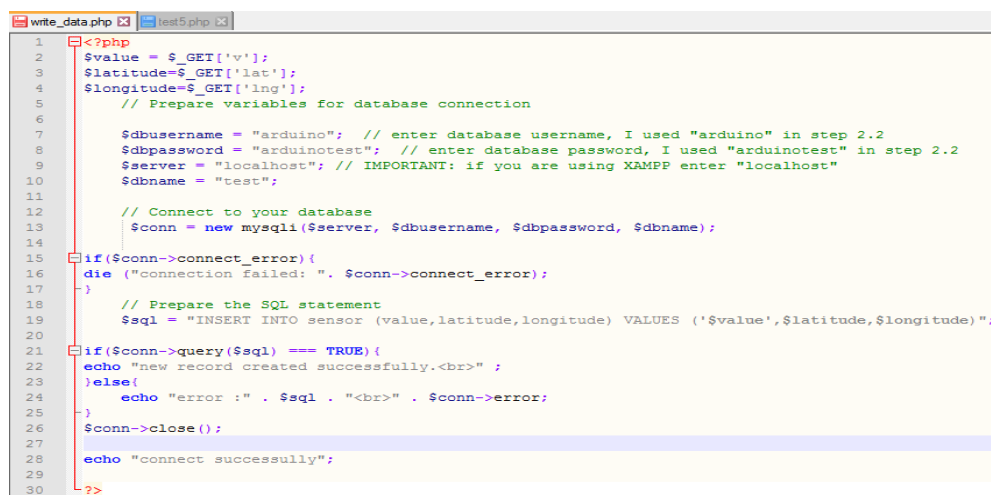
Πατώντας όμως «Νέο», μπορούμε να δώσουμε το όνομα που θέλουμε να έχει ο πίνακας αυτός, καθώς και τον αριθμό των στηλών που θα τον απαρτίζουν όπως φαίνεται και στην Εικόνα 35 παραπάνω. Τον δικός μας πίνακα τον ονομάσαμε sensor και αποτελείται από 5 στήλες. Την στήλη ID όπου είναι και το PRIMARYKEY μας και αριθμεί κατά αύξοντα αριθμό τις τιμές που έρχονται στην βάση μας, μία στήλη με την ονομασία TIME όπου θα φαίνεται η ημερομηνία και η ώρα των δεδομένων που εισήχθησαν, την στήλη VALUE όπου θα αποθηκεύονται οι τιμές του αισθητήρα και δύο στήλες με τις συντεταγμένες που μας στέλνει το GPS δλδ το Longitude και το Latitude.

### 4.3 Notepad++

Το notepad++ είναι ένας δωρεάν και ανοιχτού κώδικα επεξεργαστής κειμένου, κυρίως για τους προγραμματιστές, αφού προσφέρει πολλές δυνατότητες και επιλογές. Είναι εξολοκλήρου γραμμένος στη γλώσσα προγραμματισμού C++ και εγγυάται μεγάλη ταχύτητα και μικρό μέγεθος. Διαθέτει ιδιαίτερα φιλικό μενού χειρισμού και πάρα πολλές λειτουργίες. Υποστηρίζει την επεξεργασία καρτελών, η οποία μας επιτρέπει την εργασία με πολλά ανοιχτά αρχεία ταυτόχρονα σε ένα μόνο παράθυρο πράγμα που το κάνει αρκετά λειτουργικό. Τέλος το Notepad++ έχει κερδίσει δύο φορές το βραβείο επιλογής

Community SourceForge για το Best Developer Tool και από το 2015 φιλοξενείτε στην GitHub μία θυγατρική εταιρεία της Microsoft.

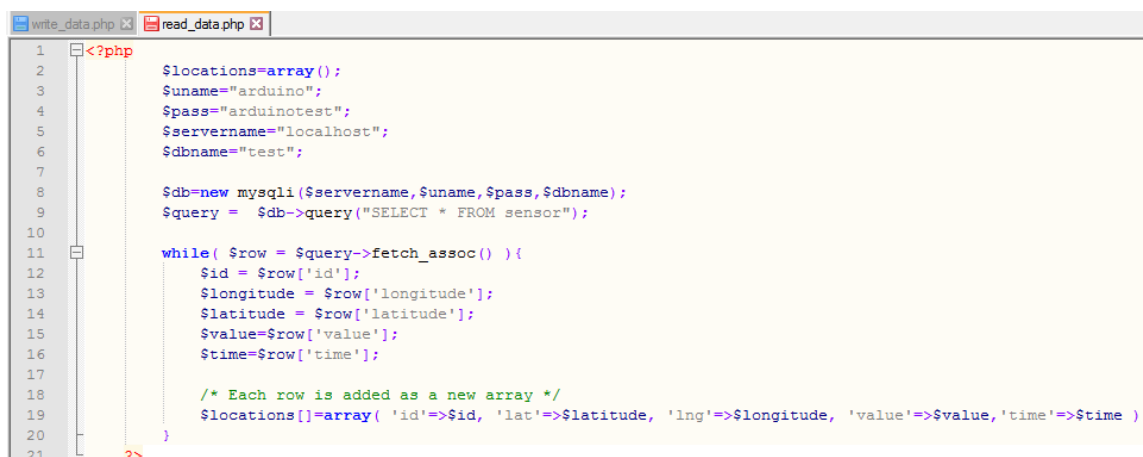
Για να επιτύχουμε την εισαγωγή των δεδομένων στη βάση μας έχουμε δημιουργήσει με την χρήση του notepad++ ένα αρχείο php με την ονομασία write\_data.php μέσω του οποίου γεμίζουμε τον πίνακά μας με τα δεδομένα που στέλνει η συσκευή. Ο κώδικας είναι γραμμένος σε γλώσσα PHP και είναι αυτός που φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.



```
1 <?php
2 $value = $_GET['v'];
3 $latitude=$_GET['lat'];
4 $longitude=$_GET['lng'];
5 // Prepare variables for database connection
6
7 $dbusername = "arduino"; // enter database username, I used "arduino" in step 2.2
8 $dbpassword = "arduinotest"; // enter database password, I used "arduinotest" in step 2.2
9 $server = "localhost"; // IMPORTANT: if you are using XAMPP enter "localhost"
10 $dbname = "test";
11
12 // Connect to your database
13 $conn = new mysqli($server, $dbusername, $dbpassword, $dbname);
14
15 if($conn->connect_error){
16 die ("connection failed: ". $conn->connect_error);
17 }
18 // Prepare the SQL statement
19 $sql = "INSERT INTO sensor (value,latitude,longitude) VALUES ('$value',$latitude,$longitude)";
20
21 if($conn->query($sql) === TRUE){
22 echo "new record created successfully.<br>" ;
23 }else{
24 echo "error : " . $sql . "<br>" . $conn->error;
25 }
26 $conn->close();
27
28 echo "connect successully";
29
30 ?>
```

**Εικόνα 36** Κώδικας εισαγωγής δεδομένων στη βάση.

Τέλος για να εξάγουμε τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην βάση μας έχουμε δημιουργήσει επίσης ένα αρχείο PHP με την ονομασία read\_data.php το οποίο αφού προσπελάσει όλο τον πίνακα sensor δημιουργεί έναν πίνακα locations και αποθηκεύει προσωρινά όλα τα δεδομένα του πίνακα όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω.



```
1 <?php
2 $locations=array();
3 $uname="arduino";
4 $pass="arduinotest";
5 $servername="localhost";
6 $dbname="test";
7
8 $db=new mysqli($servername,$uname,$pass,$dbname);
9 $query = $db->query("SELECT * FROM sensor");
10
11 while( $row = $query->fetch_assoc() ){
12 $id = $row['id'];
13 $longitude = $row['longitude'];
14 $latitude = $row['latitude'];
15 $value=$row['value'];
16 $time=$row['time'];
17
18 /* Each row is added as a new array */
19 $locations[]=array( 'id'=>$id, 'lat'=>$latitude, 'lng'=>$longitude, 'value'=>$value, 'time'=>$time );
20 }
21 ?>
```

**Εικόνα 37** Κώδικας εξαγωγής δεδομένων από την βάση.

Ο λόγος της εξαγωγής των δεδομένων γίνεται για την δημιουργία του τελικού interface με σκοπό την απεικόνιση των δεδομένων πάνω σε έναν χάρτη με την χρήση των markers και τα κατάλληλα labels πάνω από τα markers αυτά τα οποία θα ενημερώνουν τον τελικό χρήστη για τις τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα που συλλέγει ο αισθητήρας και το σημείο στο οποίο βρίσκεται η συσκευή. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήσαμε για να φορτώνουμε το χάρτη της Google όπως επίσης και για την δημιουργία των marker και των labels είναι η JavaScript όπως φαίνεται και στην Εικόνα 38 παρακάτω. Για να μπορέσουμε να φορτώσουμε τον χάρτη της Google θα πρέπει πρώτα να ξεκλειδώσουμε ένα API KEY καθώς χωρίς αυτό η εταιρία δεν σου δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσεις τους χάρτες της.

```

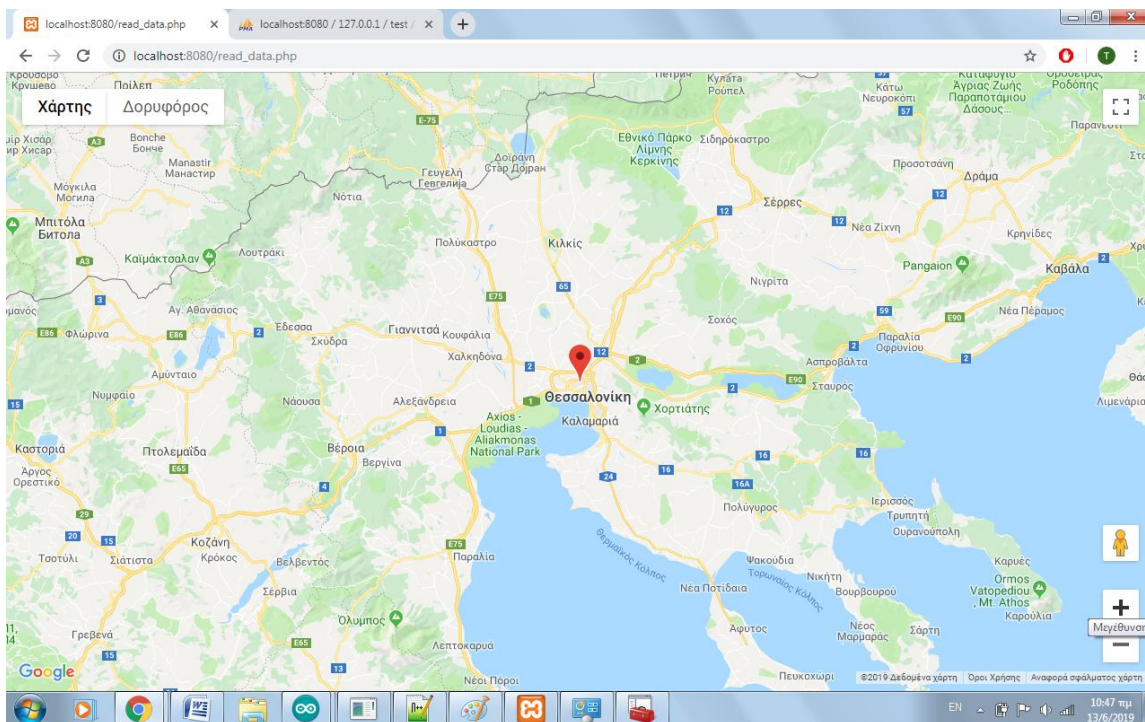
22 <script type="text/javascript" src="http://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AlzaSvD0d0wS7nxxmFCUjhKftvb172FF71eAIXNY"></script>
23 <script type="text/javascript">
24
25 var map;
26 var Markers = {};
27 var infowindow;
28 var locations = [
29   <?php for($i=0;$i<sizeof($locations);$i++){ $j=$i+1;?>
30     [
31       'AMC Service',
32       '<p><a "<?php echo $locations[$i]['value'];?>">Time=<?php print $locations[$i]['time'];?> Sensor Value=<?php print $locations[$i]['value'];?>
33       <?php echo $locations[$i]['lat'];?>,
34       <?php echo $locations[$i]['lng'];?>,
35     ]<?php if($j!=sizeof($locations))echo ", "; ?>
36   ];
37   var origin = new google.maps.LatLng(locations[0][2], locations[0][3]);
38   function initialize() {
39     var mapOptions = {
40       zoom: 9,
41       center: origin
42     };
43     map = new google.maps.Map(document.getElementById('map-canvas'), mapOptions);
44     infowindow = new google.maps.InfoWindow();
45
46     for(i=0; i<locations.length; i++) {
47       var position = new google.maps.LatLng(locations[i][2], locations[i][3]);
48       var marker = new google.maps.Marker({
49         position: position,
50         map: map,
51       });
52       google.maps.event.addListener(marker, 'click', (function(marker, i) {
53         return function() {
54           infowindow.setContent(locations[i][1]);
55           infowindow.setOptions({maxWidth: 200});
56           infowindow.open(map, marker);
57         }
58       })(marker, i));
59       Markers[locations[i][4]] = marker;
60     }
61     locate(0);
62   }
63   function locate(marker_id) {
64     var myMarker = Markers[marker_id];
65     var markerPosition = myMarker.getPosition();
66     map.setCenter(markerPosition);
67     google.maps.event.trigger(myMarker, 'click');
68   }
69   google.maps.event.addDomListener(window, 'load', initialize);
70 </script>
71 <body id="map-canvas">

```

**Εικόνα 38** Κώδικας δημιουργίας τελικού Interface.

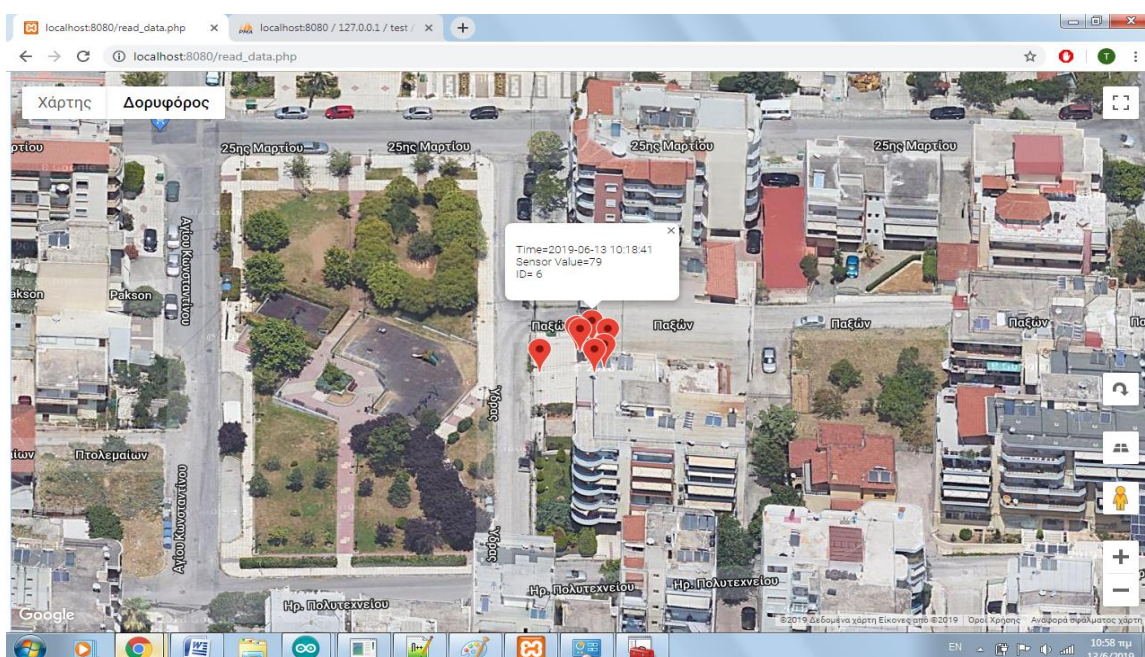
Τέλος για να έρθει σε επαφή ο χρήστης με το τελικό μας Interface χρειάζεται να ανοίξει έναν Browser και στην μπάρα αναζήτησης να καλέσει το read\_data.php. Αυτό επιτυγχάνεται πληκτρολογώντας localhost:8080/read\_data.php και πατώντας Enter. Στον Browser θα μας εμφανίζει τον χάρτη της περιοχής όπου βρίσκεται η συσκευή μας όπως φαίνεται και στην Εικόνα 39 παρακάτω.





**Εικόνα 39** Interface χρήστη.

Κάνοντας zoom στον χάρτη και πατώντας κλικ στο κουμπί «δορυφόρος» θα μας εμφανίσει την περιοχή όπως πραγματικά είναι και τα στίγματα που μας έχει αποστείλει η συσκευή μας με χρήση των markers. Πατώντας κλικ πάνω σε ένα marker εμφανίζεται ένα label το οποίο ενημερώνει τον χρήστη για την τιμή του μονοξειδίου του άνθρακα στις συγκεκριμένες συντεταγμένες όπως επίσης και για την ώρα και την ημερομηνία που στάλθηκαν από την συσκευή, έτσι ο χρήστης γνωρίζει για την ύπαρξη ή μη εστίας πυρκαγιάς στο συγκεκριμένο σημείο.



## **5 Συμπεράσματα και Προοπτικές**

### **5.1 Συμπεράσματα**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάσαμε τις εφαρμογές των UAVs και πιο συγκεκριμένα των drones που σε συνδυασμό με τις IoT συσκευές δημιουργούν έναν αερομεταφερόμενο τομέα του IoT. Οι δυνατότητες που προσφέρει το πάντρεμα αυτών των δύο τεχνολογιών στον εντοπισμό εστιών φωτιάς σε δασικές περιοχές είναι πλέον επιβεβλημένος όπως και σε άλλα πεδία δράσης.

Επιπλέον, αναλύσαμε διεξοδικά τον τρόπο σύνδεσης των συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση μίας συσκευής εύρεσης τοποθεσίας και διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα. Ο ρόλος της οποίας είναι η συλλογή και αποστολή των δεδομένων αυτών σε πραγματικό χρόνο και η αποθήκευσή τους σε μία βάση δεδομένων. Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η έγκυρη και έγκαιρη ειδοποίηση του τελικού χρήστη για την ύπαρξη ή όχι εστίας φωτιάς μέσω της απεικόνισης τους σε ένα χάρτη της Google.

Τέλος, δείξαμε πως μέσω του προγραμματισμού των συσκευών ξεπεράσαμε όποια προβλήματα διαλειτουργικότητας αντιμετωπίσαμε προτείνοντας τρόπους επίλυσης των προβλημάτων αυτών.

### **5.2 Προοπτικές**

Όσο η τεχνολογία εξελίσσεται και γίνεται όλο και ένα πιο προσιτή τόσο θα μπορούσε να εξελιχτεί και η παρούσα εργασία. Με την είσοδο των 5G δικτύων στη ζωή μας ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ συσκευών θα γίνει γρηγορότερος και πιο εύχρηστος ξεπερνώντας αρχικά όποια προβλήματα διαλειτουργικότητας εμφανίζονται μεταξύ διαφόρων συσκευών. Οι προοπτικές μίας τέτοιας συσκευής εντοπισμού εστιών φωτιάς σε δύσβατες και δασώδεις εκτάσεις μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική εξοπλίζοντας τα drones με θερμικές κάμερες των οποίων τα δεδομένα που παράγονται είναι μεγαλύτερα σε όγκο (Big Data) και άρα η εφαρμογή των 5G δικτύων για την αποστολή των δεδομένων αυτών βρίσκει την απαιτούμενη λύση σε πραγματικό χρόνο.

Με τις cloud εφαρμογές να βρίσκονται στον απόηχο τις εξελιξημότητας τους η αποθήκευση των δεδομένων που θα παράγονται μέσω μιας θερμικής κάμερας όπως επίσης και η ανάλυση των δεδομένων αυτών θα μπορούσαν να συμβάλουν πιο

αποτελεσματικά σε μία επιχείρηση έγκαιρης διάγνωσης και άρα γρηγορότερης πρόληψης αξιοποιώντας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το έμψυχο δυναμικό των ομάδων πυρόσβεσης μέσα από ένα καλά σχεδιασμένο σχέδιο καταστολής και εκκένωσης της πληγείσας περιοχής.

## 6 Βιβλιογραφία

1. Christos Stergiou, Kostas E. Psannis, Byung-Gyu Kim, Brij Gupta, Secure integration of IoT and Cloud Computing, Elsevier, Future Generation Computer Systems, December 2016.
2. Christos Stergiou and Kostas E. Psannis, Efficient and Secure BIG Data Delivery in Cloud Computing, Multimedia Tools and Applications, 2017.
3. Theofanis Xifilidis and Kostas Psannis, Caching Hit Probability and Compressive Sensing Perspective for Mobile Cellular Networks, Simulation Modelling Practice and Theory Elsevier.
4. Andreas P. Plageras, Kostas E. Psannis, Christos Stergiou, Haoxiang Wang, and B. B. Gupta, Efficient Sensor Big Data Collection-Processing and Analysis in Smart Buildings, Future Generation Computer Systems. Volume 82, May 2018, Pages 349-357.
5. Ioanna Kakalou, and Kostas Psannis, Sustainable and Efficient Data collection in Cognitive Radio Sensor Networks, IEEE Transactions on Sustainable Computing, Date of Publication: 26 April 2018 [<http://ieeexplore.ieee.org/>] [DOI: 10.1109/TSUSC.2018.2830704].
6. Christos Stergiou and **Kostas E. Psannis**, Recent advances delivered by mobile cloud computing and Internet of Things for Big data applications: A Survey, International Journal of Network Management, doi: 10.1002/nem.1930 May 2016 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/nem.1930/abstract>), Published online 5 May 2016 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/nem.1930 International Journal of Network Management Volume 27, Issue 3, [<https://doi.org/10.1002/nem.1930>]
7. Kostas E, Psannis, Christos Stergiou, and B. B. Gupta, Advanced Media-based Smart Big Data on Intelligent Cloud Systems, IEEE Transactions on Sustainable Computing (T-SUSC), June 2018.
8. Ioanna Kakalou, **Kostas E. Psannis**, Piotr Krawiec, and Radu Badea, Cognitive Radio Network and Network Service Chaining towards 5G: challenges and requirements, IEEE Communications, vol. 55, issue 11, pp. 145-151, 2017. [DOI: 10.1109/MCOM.2017.1700086] [Q1,scimagojr] [Top 4: <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=1705>]
9. Vasileios Memos, **Kostas E. Psannis**, Yutaka Ishibashi, Byung-Gyu Kim, Brij Gupta, An Efficient Algorithm for Media-based Surveillance System (EAMSuS) in IoT Smart City Framework, Elsevier, Future Generation Computer Systems,



- [SCOPUS], [Q1, scimagojr], Future Generation Computer Systems, Volume 83, June 2018, Pages 619-628 [https://doi.org/10.1016/j.future.2017.04.039]
10. **Kostas E. Psannis**, Radio Resource Allocation on Complex 4G Wireless Cellular Networks, Journal of Physics (Conference Series), Volume 633, Issue 1, 21 September 2015, Article number 012004, [SCOPUS, [Q3, scimagojr], Journal of Physics: Conference Series 633 (2015) 012004, doi:10.1088/1742-6596/633/1/012004.
  11. Christos Stergiou, **Kostas E. Psannis**, Andreas P. Plageras, Theofanis Xifilidis, and B.B. Gupta, Security and Privacy of Big Data for Social Networking Services in Cloud, in Proceedings of IEEE conference on Computer Communications (IEEE INFOCOM 2018), Workshop on CCSNA: Cloud Computing Systems, Networks, and Applications, 15-20 April 2018, Honolulu, HI, USA
  12. Ioanna Kakalou; Danai Papadopoulou; Theofanis Xifilidis; Kostas E. Psannis; K. Siakavara; Yutaka Ishibashi A survey on spectrum sensing algorithms for cognitive radio networks, **IEEE, International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCASST) on Electronics and Communications, 7 - 9 May 2018, Thessaloniki, Greece** DOI: 10.1109/MOCASST.2018.8376562
  13. Christos Stergiou, **Kostas E. Psannis**, Andreas P. Plageras, Yutaka Ishibashi, Brij Gupta, and Byung-Gyu Kim, Architecture for security monitoring in IoT environments, 26<sup>th</sup> International Symposium on Industrial Electronics, Edinburgh, Scotland (UK) 19-21 June, 2017. [ DOI: 10.1109/ISIE.2017.8001447]
  14. Andreas Plageras, **Kostas Psannis**, Yutaka Ishibashi and Byung-gyu Kim, IoT-based surveillance system for ubiquitous healthcare, **42nd Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, Piazza Adua, 1 - Firenze (Florence), Italy October 24-27, 2016. [DOI: 10.1109/IECON.2016.7793281]**
  15. Kavi K. Khedo, Rajiv Perseedoss, Avinash Mungur, University of Mauritius, Mauritius. (Submitted on 11 May 2010). A Wireless Sensor Network Air Pollution Monitoring System. DOI: 10.5121/ijwmn.2010.2203.
  16. *Teddy Surya Gunawan, Yasmin Mahira Saiful Munir, Mira Kartiwi, Hasmah Mansor.* Design and Implementation of Portable Outdoor Air Quality Measurement System using Arduino. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). February 2018, pp. 280-290. DOI: 10.11591/ijece.v8i1.
  17. Kourtit, K. & Nijkamp, P. (2012) Smart cities in the innovation age. Innovation: The European Journal of Social Sciences, Vol. 25, No. 2, pp. 93-95.
  18. Komninos, N., Pallot, M., Schaffers, H. (2013) Smart Cities and the Future Internet in Europe, Journal of the Knowledge Economy, 2013, Vol. 4, No. 2, pp. 119-134.
  19. Lazaroiu, G.C., Roscia, M. (2012) Definition methodology for the smart cities model, Energy, Vol. 47, No. 1, pp. 326-332.
  20. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. Journal of Urban Technology, 22(1), 3-21.
  21. [http://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Packet\\_Radio\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service).
  22. <http://el.wikipedia.org/wiki/GSM>.
  23. Proakis - Salehi «Συστήματα Τηλεπικοινωνιών», Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2002
  24. GSM Phase 2+ General Packet Radio Service GPRS: Architecture, Protocols, and Air Interface.

- Christian Bettstetter, Hans-Jörg Vögel, and Jörg Eberspächer.  
Technische Universität München (TUM)  
<http://www.comsoc.org/pubs/surveys/3q99issue/bettstetter.html>
25. Κωνσταντίνου Φίλιππος, Κανατάς Αθανάσιος, Γεώργιος Πάντος. Συστήματα Κινητών Επικοινωνιών. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2013.
  26. Cisco Mobile Exchange (CMX)-Solutions Guide Overview of GSM, GPRS and UMTS [http://docstore.mik.ua/univercd/cc/td/doc/product/wireless/moblwrls/cmx/mmg\\_sg/cmxgsm.htm](http://docstore.mik.ua/univercd/cc/td/doc/product/wireless/moblwrls/cmx/mmg_sg/cmxgsm.htm).
  27. Hai-tao X. & Tian L. (2011), ‘Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV)’, Publication: Elsevier.
  28. Floreano, Dario; Wood, Robert J. (2015). "Science, technology and the future of small autonomous drones". Nature. 521 (7553): 460–466.
  29. Brandi, Alexander G. (2016). "UAV control over mobile networks". Technical University of Denmark. Department of Photonics Engineering, DTU.
  30. HELLAS DRONES NEWS. (2018). Ιστορικά στοιχεία σχετικά με τα μη επανδρωμένα Εναέρια οχήματα. [online] Available at: <https://hellasdrones.com/2017/03/ιστορικά-στοιχεία-σχετικά-με-τα-μη-επα>.
  31. Demir, K., Cicibas, H. and Arica, N. (2015). Unmanned Aerial Vehicle Domain: Areas of Research. Defence Science Journal, 65(4), p.319.
  32. Aerial Data Systems. (2018). Fixed-Wing UAV | Aerial Data Systems. [online] Available at: <http://aerialdatasystems.com/fixed-wing/>
  33. Polo, J., Hornero, G., Duijneveld, C., García, A. and Casas, O. (2015). Design of a low-cost Wireless Sensor Network with UAV mobile node for agricultural applications. Computers and Electronics in Agriculture, 119, pp.19-32.
  34. Adam C., Vincent G. Ambrosia, Everett A. Hinkley, Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use, 2012
  35. Jiang, T., Geller, J., Ni, D., Collura, J. (2017). Unmanned aircraft system traffic management: Concept of operation and system architecture, International Journal of transportation science and technology.
  36. K. N. Tahar, A. Ahmad, “An evaluation on fixed wing and multi-rotor UAV images using photogrammetric image processing”, Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering, 2013.
  37. Austin R. (2010), ‘Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment’, Publication: John Wiley & Sons, 1 st Edition.
  38. Geosense, (2015). Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη στη Σύγχρονη Γεωργία - Σύγχρονες Πρακτικές γεωργίας Ακριβείας. 4th Annual Agro-technology Summit, American-Hellenic Chamber of Commerce, Thessaloniki, Greece
  39. Trivellas, P., Perdikaris, A., Barmpagalou, A. (2015). The use of unmanned aircrafts on precision agriculture. Proceedings of the 1st International Conference on Agrifood SCM & Green Logistics, FP7 REGPOT Project: GREEN-AgriChains, Porto Carras, Thessaloniki, Greece.
  40. Hai-tao X. & Tian L. (2011), ‘Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV)’, Publication: Elsevier.
  41. Floreano, Dario; Wood, Robert J. (2015). "Science, technology and the future of small autonomous drones". Nature. 521 (7553): 460–466.

42. Brandi, Alexander G. (2016). "UAV control over mobile networks". Technical University of Denmark. Department of Photonics Engineering, DTU.
43. S. Monk, Programming Arduino Next Steps: Going Further with Sketches, McGraw-Hill Education, 2014
44. Yakiki, E., (2016). Solving location and rooting problem for UAVs. Computer & Industrial Engineering, 102, 294-301
45. P. Malone, H. Apgar, S. Stukes and S. Sterk, (2013). "Unmanned Aerial Vehicles Unique Cost Estimating Requirements," IEEE.
46. U. E. Finn, L. Rachel & D. Wright, (2012) "Unmanned Aircraft Systems: Surveillance, Ethics and Privacy in Civil Applications," Computer Law & Security Review 28, No. 2, 184-194.
47. Liu, Y., Zhu, C., Deng, X., Guan, P., Wan, Z., JieLuo, . . . Zhang, H. (2019). UAV-aided urban target tracking system based on edge computing.
48. M. Margolis, Arduino Cookbook, 2nd Edition, O'Reilly Media Inc., 2012.
49. M. Margolis, Arduino Cookbook, 2nd Edition, O'Reilly Media Inc., 2012.
50. J. Purdum, Beginning C for Arduino, Apress, 2012.
51. Banzi, M. (2009). Getting Started with Arduino. O'Reilly.
52. [http://www.espruino.com/datasheets/SIM900\\_AT.pdf](http://www.espruino.com/datasheets/SIM900_AT.pdf)
53. <https://randomnerdtutorials.com/sim900-gsm-gprs-shield-arduino/>
54. <https://randomnerdtutorials.com/guide-to-neo-6m-gps-module-with-arduino/>
55. <https://simple-circuit.com/arduino-neo-6m-gps-module/>

## 7 Παράρτημα

### Κώδικας υλοποίησης συσκευής

Στο σημείο αυτό θα παραθέσουμε τον τελικό κώδικα που υλοποιήθηκε με σκοπό την λειτουργία όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένα με την πλακέτα arduino UNO.

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <TinyGPS.h>

TinyGPS gps;
SoftwareSerial SIM900(4, 5),GPS(9, 10);

void setup()
{
  SIM900.begin(9600);
  //GPS.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Start_Gsm();
  Send_Data();
  End_Stream();

  GPS.end();
  Serial.end();
  SIM900.end();
}

void End_Stream()
{
  SIM900.begin(9600);
  SIM900.println("AT+HTTPTERM");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
  SIM900.println("AT+SAPBR=0,1");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
```

```

}

void Start_Gsm()
{
  SIM900.println("AT");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(4000);
  SIM900.println("AT+SAPBR=3,1,\"CTYPE\","GPRS\");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(4000);
  SIM900.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\","GINT.B-ONLINE.GR");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
  SIM900.println("AT+SAPBR=1,1");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
  SIM900.println("AT+SAPBR=2,1");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
  SIM900.println("AT+HTTPINIT");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
    Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
}

void Send_Data()
{
  GPS.begin(9600);
  int Value;

  bool newData = false;
  unsigned long chars;
  unsigned short sentences, failed;
  for(int i=1; i<=4; i++)
  { // For one second we parse GPS data and report some key values
    GPS.begin(9600);
    for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)
    {

```

```

while (GPS.available())
{
  char c = GPS.read();
  //Serial.write(c); // uncomment this line if you want to see the GPS data flowing
  if (gps.encode(c)) // Did a new valid sentence come in?
    newData = true;
}
}

if (newData)
{
  float flat, flon;
  unsigned long age;
  gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
  SIM900.begin(9600);
  SIM900.println("AT+HTTTPARA=\"CID\",1");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
  Serial.print(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
  Serial.print("AT+HTTTPARA=\"URL\",\"2c6b2495.ngrok.io/write_data.php?v=");
  Serial.print(Value= analogRead(A0));
  Serial.print("&lat=");
  Serial.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
  Serial.print("&lng=");
  Serial.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
  Serial.println("\r\n");

SIM900.print("AT+HTTTPARA=\"URL\",\"2c6b2495.ngrok.io/write_data.php?v=");
SIM900.print(Value=analogRead(A0));
SIM900.print("&lat=");
SIM900.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
SIM900.print("&lng=");
SIM900.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
SIM900.println("\r\n");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
  Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(2000);
  SIM900.println("AT+HTTPACTION=0");
  delay(5000);
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
  Serial.write(char (SIM900.read())); }
  delay(5000);
  SIM900.println("AT+HTTPREAD");
  delay(4000);
  while(SIM900.available()!=0){
  Serial.write(char (SIM900.read())); }
}

```

```
    delay(2000);  
  }  
}  
return 0;  
}
```