



## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: Τεχνολογίες Internet of Things (IoT) και εφαρμογή τους στις "έξυπνες" πόλεις (Smart Cities)**

**Ευγενία Κωτσιοπούλου**

AM: 2155

**Μαρία Κατριμπούζα**

AM: 2138

**Επιβλέπων Καθηγητής: Παρασκευάς Μιχάλης**

**ANTIPPIO 2019**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αντίρριο, .../..../2019

#### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων: Παρασκευάς Μιχαήλ, Επικ. Καθηγητής
2. Κίτσος Παρασκευάς
3. Τσακανίκας Βασίλης

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|  |    |
|--|----|
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ.....                                 | 6  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....  | 9  |
| SUMMARY.....   | 10 |
| 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....  | 11 |
| 2 ΤΟ ΙΝΤΕΡΝΕΤ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ.....                                   | 12 |
| 2.1 Περιγραφή του IoT ή Διαδικτύου των Πραγμάτων.....              | 12 |
| 2.2 Ιστορική αναδρομή.....   | 14 |
| 2.3 Τρόποι επικοινωνίας «πραγμάτων».....                           | 15 |
| 2.3.1 Συσκευή με συσκευή.....                                      | 15 |
| 2.3.2 Συσκευή με cloud.....  | 15 |
| 2.3.3 Συσκευή με δίαυλο επικοινωνίας.....                          | 16 |
| 2.3.4 Με ανταλλαγή δεδομένων.....                                  | 17 |
| 2.4 Οι τεχνολογίες και εφαρμογές του διαδικτύου των πραγμάτων..... | 17 |
| 2.4.1 Ασύρματες τεχνολογίες.....                                   | 18 |
| 2.4.2 Cloud computing.....   | 19 |
| 2.4.3 Τεχνολογίες με οπτικά μέσα.....                              | 20 |
| 2.4.4 Δίκτυο και διαδίκτυο.....                                    | 21 |
| 2.4.5 Εφαρμογές Android.....                                       | 22 |
| 2.4.6 «Εξυπνα» σπίτια.....   | 23 |
| 2.4.7 «Εξυπνα» κτίρια και «έξυπνες» πόλεις.....                    | 24 |
| 2.4.8 Η συσκευή Alexa της Amazon.....                              | 26 |
| 2.5 Συσκευές, Αισθητήρες και οι Τεχνολογίες του IoT.....           | 27 |
| 2.5.1 «Εξυπνα» αυτοκίνητα.....                                     | 27 |
| 2.5.2 «Εξυπνα» ψυγεία.....   | 28 |
| 2.5.3 «Εξυπνα» φανάρια.....  | 28 |
| 2.5.4 «Εξυπνοι» θερμοστάτες.....                                   | 28 |
| 2.6 Οι αισθητήρες του IoT.....                                     | 28 |
| 2.6.1 Αισθητήρες θερμότητας.....                                   | 29 |
| 2.6.2 Αισθητήρες εγγύτητας.....                                    | 29 |
| 2.6.3 Αισθητήρες πίεσης.....                                       | 30 |
| 2.6.4 Αισθητήρες αναγνώρισης ποιότητας νερού.....                  | 30 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.6.5  | Χημικοί αισθητήρες.....                       | 31 |
| 2.6.6  | Αισθητήρες αερίου.....                        | 31 |
| 2.6.7  | Αισθητήρες καπνού.....                        | 32 |
| 2.6.8  | Υπέρυθροι αισθητήρες.....                     | 33 |
| 2.6.9  | Αισθητήρες στάθμης.....                       | 33 |
| 2.6.10 | Αισθητήρες εικόνας.....                       | 34 |
| 2.6.11 | Αισθητήρες εντοπισμού κίνησης.....            | 35 |
| 2.6.12 | Αισθητήρες επιτάχυνσης.....                   | 36 |
| 2.6.13 | Αισθητήρες αδράνειας.....                     | 36 |
| 2.6.14 | Αισθητήρες υγρασίας.....                      | 37 |
| 2.6.15 | Οπτικοί αισθητήρες.....                       | 38 |
| 2.6.16 | Ανακεφαλαίωση.....                            | 39 |
| 3      | «ΕΞΥΠΝΕΣ» ΠΟΛΕΙΣ.....                         | 40 |
| 3.1    | Τι είναι οι «έξυπνες» πόλεις.....             | 40 |
| 3.1.1  | Τεχνολογικό πλαίσιο.....                      | 41 |
| 3.1.2  | Ανθρώπινο πλαίσιο.....                        | 43 |
| 3.2    | Τα θεσμικά πλαίσια μίας έξυπνης πόλης.....    | 44 |
| 3.2.1  | Ενεργειακό πλαίσιο.....                       | 45 |
| 3.2.2  | Πλαίσιο διαχείρισης δεδομένων.....            | 45 |
| 3.3    | ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΕΞΥΠΙΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ..... | 45 |
| 3.3.1  | Το Amsterdam, Ολλανδία.....                   | 45 |
| 3.3.2  | Η Βαρκελώνη, Ισπανία.....                     | 46 |
| 3.3.3  | Το Κολόμπους, Οχάιο.....                      | 47 |
| 3.3.4  | Το Δουβλίνο, Ιρλανδία.....                    | 48 |
| 3.3.5  | Η Λαγκούνα, Κροατία.....                      | 48 |
| 3.3.6  | Η Μαδρίτη, Ισπανία.....                       | 48 |
| 3.3.7  | Το Μάντσεστερ, Ηνωμένο Βασίλειο.....          | 49 |
| 3.3.8  | Το Μίλτον Κέινς, Ηνωμένο Βασίλειο.....        | 49 |
| 3.3.9  | Το Σαν Λεάνδρο, ΗΠΑ.....                      | 50 |
| 3.3.10 | Η Σάντα Κρουζ, ΗΠΑ.....                       | 50 |
| 3.3.11 | Έξυπνες πόλεις στην Ινδία.....                | 50 |
| 3.3.12 | Η Σιγκαπούρη.....                             | 50 |
| 3.3.13 | Η Στοκχόλμη, Σουηδία.....                     | 50 |
| 3.4    | Τομείς των έξυπνων πόλεων.....                | 51 |
| 3.4.1  | Ενέργεια.....                                 | 51 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.4.2 | MME.....   | 51 |
| 3.4.3 | Ιατρική.....   | 51 |
| 3.4.4 | Γεωργία.....   | 52 |
| 3.4.5 | Σπίτια και κτίρια.....   | 52 |
| 3.5   | Τα Επίπεδα μίας Έξυπνης Πόλης.....                                       | 52 |
| 3.5.1 | Επίπεδο I.....   | 52 |
| 3.5.2 | Επίπεδο II.....  | 52 |
| 3.5.3 | Επίπεδο III.....   | 52 |
| 4     | Υπηρεσίες Βάσει Τοποθεσίας - Location Based Services.....                | 54 |
| 4.1   | Εισαγωγή στα Location Based Services.....                                | 54 |
| 4.2   | Μέθοδοι εύρεσης τοποθεσίας.....  | 55 |
| 4.2.1 | Εντοπισμός επιπέδου ελέγχου.....   | 55 |
| 4.2.2 | Αυτοαναφερόμενη τοποθεσία.....   | 56 |
| 4.3   | Εφαρμογές Location Based Services.....                                   | 57 |
| 4.3.1 | Αυτοκίνητα της Uber.....   | 57 |
| 5     | Το Λογισμικό Model View Controller.....                                  | 60 |
| 5.1   | Τι είναι το Model View Controller.....                                   | 60 |
| 5.2   | Στοιχεία και αλληλεπιδράσεις.....  | 61 |
| 5.2.1 | Ιστορία του Model view controller και η χρήση του σε εφαρμογές web<br>61 |    |
| 5.3   | Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μοντέλου.....                        | 62 |
| 5.4   | Παράδειγμα χρήσης του Model View Controller.....                         | 63 |
| 6     | ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....  | 65 |
| 6.1.1 | Εισαγωγή.....  | 65 |
| 6.2   | Το Android Studio.....   | 65 |
| 6.3   | Εφαρμογή εύρεσης τοποθεσίας.....   | 66 |
| 7     | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....  | 70 |

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

|   |    |
|---|----|
| ΣΧΗΜΑ 5-1: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΙΟΤ.....  | 12 |
| ΣΧΗΜΑ 5-2: ΤΟ ΠΡΟΤΟΚΩΛΛΟ IPV4.....  | 14 |
| ΣΧΗΜΑ 5-3: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ 2 ΣΥΣΚΕΥΩΝ.....   | 15 |
| ΣΧΗΜΑ 5-4: ΣΥΣΚΕΥΗ ΜΕ CLOUD ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ.....  | 16 |
| ΣΧΗΜΑ 5-5: ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΔΙΑΥΛΟ.....  | 17 |
| ΣΧΗΜΑ 5-6: ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....   | 18 |
| ΣΧΗΜΑ 5-7: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΙΟΤ.....  | 20 |
| ΣΧΗΜΑ 5-8: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ CLOUD COMPUTING.....  | 22 |
| ΣΧΗΜΑ 5-9: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ LIFI.....   | 23 |
| ΣΧΗΜΑ 5-10: ΔΙΚΤΥΟ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ.....  | 24 |
| ΣΧΗΜΑ 5-11: ANDROID ΚΑΙ ΙΟΤ .....   | 26 |
| ΣΧΗΜΑ 5-12: ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ.....  | 29 |
| ΣΧΗΜΑ 5-13: ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΗΣ ΛΟΓΙΚΗΣ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΕΝΑ ΕΞΥΠΝΟ ΚΤΙΡΙΟ.....   | 30 |
| ΣΧΗΜΑ 5-14: ΣΥΣΚΕΥΗ AMAZON ECHO.....  | 31 |
| ΣΧΗΜΑ 5-15: ΕΝΑ ΕΞΥΠΝΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ.....  | 34 |
| ΣΧΗΜΑ 5-16: ΕΙΚΟΝΑ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ.....  | 35 |
| ΣΧΗΜΑ 5-17: ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΠΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ.....   | 39 |
| ΣΧΗΜΑ 5-18: ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΚΑΠΝΟΥ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΣ ΑΠΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗ SMARTPHONE.....  | 40 |
| ΣΧΗΜΑ 5-19: ΥΠΕΡΥΘΡΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....   | 41 |
| ΣΧΗΜΑ 5-20: ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΗΓΗ:.....   | 42 |
| ΣΧΗΜΑ 5-21: ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΠΗΓΗ:.....   | 43 |
| ΣΧΗΜΑ 5-22: ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ ΠΗΓΗ:.....  | 44 |
| ΣΧΗΜΑ 5-23: ΕΝΑ ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ, ΜΕ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Ο ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΠΗΓΗ:<br>.....                          | 46 |
| ΣΧΗΜΑ 5-24: ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΠΗΓΗ:.....  | 47 |
| ΣΧΗΜΑ 5-25: ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ.....  | 48 |
| ΣΧΗΜΑ 5-26: ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΙΔΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΠΟΔΑΡΑΚΙΑ ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΗΓΗ:.....                                    | 49 |
| ΣΧΗΜΑ 6-1: ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ.....  | 50 |
| ΣΧΗΜΑ 6-2: ΕΥΦΥΗΣ ΠΟΛΗ.....   | 53 |
| ΣΧΗΜΑ 6-3: ΛΑΜΠΕΣ ΣΤΟ ΑΜΣΤΕΡΝΤΑΜ ΠΟΥ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΟΥΝ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΕΖΟΥΣ.....  | 59 |
| ΣΧΗΜΑ 6-4: ΕΝΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ ΣΤΗΝ ΒΑΡΚΕΛΩΝΗ ΤΟΥ ΟΠΟΙΟΥ ΤΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ ΒΑΣΙΖΕΤΑΙ ΣΕ<br>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ..... | 60 |
| ΣΧΗΜΑ 6-5: ΤΑ 3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΜΙΑΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ.....   | 68 |
| ΣΧΗΜΑ 7-1: ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΦΟΡΤΗΓΟΥ ΜΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....  | 71 |
| ΣΧΗΜΑ 7-2: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΥΡΕΣΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΜΙΑΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ. ΠΗΓΗ:.....  | 72 |
| ΣΧΗΜΑ 7-3: UBER ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΗΓΗ:.....   | 74 |

|  |    |
|--|----|
| ΣΧΗΜΑ 7-4: ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ.....  | 75 |
| ΣΧΗΜΑ 8-1: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜVС.....                                     | 76 |
| ΣΧΗΜΑ 8-2: ΜΙΑ ΠΙΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΤΗ ΚΑΙ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ..... | 77 |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κοινωνία προχωράει με γοργούς ρυθμούς και στις μεγάλες πόλεις η ανάγκη για αυτοματισμό αυξάνεται όλο και περισσότερο. Τα smartphones και οι διάφορες συσκευές, δίνουν την δυνατότητα στους ανθρώπους να έχουν πρόσβαση σε τεράστιο όγκο δεδομένων και οι απαιτήσεις τους αυξάνονται όλο και περισσότερο. Η διασύνδεση και ανταλλαγή πληροφοριών γρήγορα και εύκολα είναι πλέον ανάγκη καθώς ο παλιός αναλογικός τρόπος απαιτεί πολύ χρόνο. Ο τρόπος που σήμερα αυτό αντιμετωπίζεται από τους επιστήμονες είναι με την κατασκευή εφαρμογών και μηχανών κατάλληλες να επεξεργάζονται δεδομένα γρήγορα και να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, το περιβάλλον αλλά και με τους ανθρώπους για να ανταλλάξουν κατάλληλες πληροφορίες για την επίλυση διαφόρων θεμάτων. Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη θεμάτων γύρω από την έννοια του ίντερνετ των πραγμάτων και την εφαρμογής του στις έξυπνες πόλεις. Αφού αρχικά αναπτυχθούν εκτενώς οι δύο αυτές έννοιες, στην συνέχεια θα γίνει αναφορά σε υπηρεσίες και εφαρμογές με τις οποίες γίνεται δυνατή η δημιουργία του ίντερνετ των πραγμάτων. Τέλος θα γίνει κατασκευή μίας εφαρμογής για έξυπνες πόλεις.



## **SUMMARY**

Society is progressing rapidly and in major cities the need for automation is increasing. Smartphones and different devices give people access to a huge amount of data and their demands are rising more and more. The interconnection and exchange of information quickly and easily is now needed as the old analogue mode takes a long time. The way scientists are currently tackling is the construction of applications and machines capable of rapidly processing data and communicating with each other, with the environment and with people, to exchange relevant information to solve various issues. The purpose of this diploma thesis is to develop issues around the concept of the Internet of Things and its implementation in smart cities. Once these two concepts have been extensively developed, we will continue to refer to services and applications that enable the creation of the Internet of Things. Finally, an application for smart cities will be built.

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

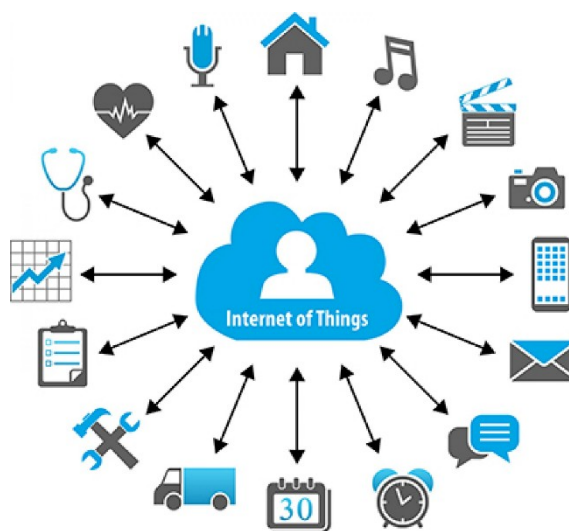
Το internet of things η αλλιώς το διαδίκτυο των πραγμάτων είναι ουσιαστικά ένας όρος(δόθηκε απο τον Kevin Ashton) για την περιγραφή της επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων συσκευών-οικιακών και μη, αυτοκινήτων και άλλων αντικειμένων που έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν στο δίκτυο η διαδίκτυο και να ανταλλάξουν δεδομένα. Γενικότερα είναι η σύνδεση και επικοινωνία κάθε είδους συσκευών μεταξύ τους. Είναι στην ουσία η γενίκευση της έννοιας του διαδικτύου καθώς όταν αυτό ξεκίνησε αρχικά είχαμε μόνο υπολογιστές η τερματικά να συνδέονται και αργότερα με την εξέλιξη της τεχνολογίας, μπήκαν συσκευές όπως είναι εκτυπωτές, σαρωτές και άλλα δικτυακά μηχανήματα. Σήμερα οι περισσότερες συσκευές έχουν αυτήν την δυνατότητα. Στο Ιot δεν επικοινωνούν μόνο οι συσκευές μεταξύ τους αλλά ανταλλάζουν δεδομένα και με διάφορους αισθητήρες η συσκευές καταγραφής δεδομένων. Για παράδειγμα ένα ψηφιακό θερμόμετρο στέλνει δεδομένα σε κάποιον υπολογιστή για την καταγραφή της θερμοκρασίας. Τα παραπάνω, δηλαδή το ίντερνετ των πραγμάτων είναι μέρος πλέον αυτού που αποκαλούμε έξυπνη πόλη. Μία έξυπνη πόλη είναι μία κοσμοπολίτικη περιοχή στην οποία γίνεται χρήση συσκευών καταγραφής δεδομένων από συσκευές και αισθητήρες έτσι ώστε να γίνεται η καλύτερη δυνατή χρήση των διάφορων πόρων. Μερικά απλά παραδείγματα είναι τα δεδομένα κίνησης, ΜΜΕ, δυνάμεις ασφαλείας, σχολεία, βιβλιοθήκες κ.α. Όλες οι συσκευές σε μία έξυπνη πόλη είναι συνδεδεμένες σε κάποιο δίκτυο και επικοινωνούν με αυτό. Οι έξυπνες πόλεις, δίνουν την δυνατότητα σε διάφορους φορείς να αλληλοεπιδρούνε εύκολα με την κοινότητα και τις υποδομές της κάθε πόλης και να έχουν μία καλή εικόνα για τις συνθήκες της κάτι που θα ήταν αδύνατο χωρίς την τεχνολογία αυτή.

## 2 ΤΟ ΙΝΤΕΡΝΕΤ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

### 2.1 Περιγραφή του IoT ή Διαδικτύου των Πραγμάτων

Στην περιγραφή της πτυχιακής έγινε ήδη μία σύντομη ανασκόπηση του τι είναι το διαδίκτυο των πραγμάτων. Παρακάτω θα γίνει μία πιο λεπτομερής αναφορά για την καλύτερη κατανόηση, καθώς το θέμα αυτό, αν και ακούγεται απλό, το εύρος των εφαρμογών αλλά και το μέγεθος του ίδιου είναι εξαιρετικά μεγάλο. Το ίντερνετ των πραγμάτων ως μετεξέλιξη του διαδικτύου, φέρει όλες τις δυσκολίες του ήδη σύνθετου διαδικτύου μαζί με την πολυπλοκότητα που βάζουν οι συσκευές και οι αντίστοιχοι αλγόριθμοι για την σύνδεση και επικοινωνία τους. Το ίντερνετ των πραγμάτων λοιπόν είναι ένα δίκτυο που συνδέει φυσικές συσκευές, οχήματα, οικιακές συσκευές, ηλεκτρονικά αντικείμενα που φέρουν λογισμικό και αισθητήρες με την δυνατότητα να συνδεθούν και να ανταλλάξουν δεδομένα. Κάθε ένα από αυτά τα συστήματα, είναι ικανό να αναγνωρίζεται ως μοναδική οντότητα και επικοινωνεί μέσω του ήδη υπάρχοντος διαδικτύου.

Το ίντερνετ των πραγμάτων εξαπλώνεται με εκθετικούς ρυθμούς, αναλυτές λένε πως οι συσκευές που είναι ικανές να συνδεθούν στο διαδίκτυο των πραγμάτων αυξήθηκε κατά 31% μέσα σε ένα μόνο χρόνο και ενδέχεται να φτάσει τις 30 δισεκατομμύρια συσκευές μέχρι το 2020.



Σχήμα 2-1 : Σχηματική αναπαράσταση του ΙΟΤ

Το ίντερνετ των πραγμάτων, επιτρέπει την αναγνώριση η τον χειρισμό των συσκευών από απόσταση, έτσι δημιουργούνται δυνατότητες για πιο ολοκληρωμένα συστήματα του φυσικού κόσμου βασιζόμενα σε συστήματα ψηφιακής λογικής που μας επιτρέπουν πιο ασφαλή, οικονομικά, αποτελεσματικά και ακριβή συστήματα χωρίς την απαίτηση για ανθρώπινη παρέμβαση. Με την εξέλιξη και την εφαρμογή των ολοκληρωμένων συστημάτων του διαδικτύου των πραγμάτων αλλά και την ενσωμάτωση των αισθητήρων και των βαλβίδων ενεργοποίησης(μηχανικών συσκευών που μπορούν να δεχτούν εντολές για φυσικές ενέργειες), η τεχνολογία γίνεται ένα δείγμα μίας πιο γενικής δομής – κλάσης ενός βιονικού-φυσικού συστήματος. Ένα τέτοιο σύστημα εμπεριέχει πολλές νέες ιδιαίτερα χρήσιμες για την ανθρωπότητα τεχνολογίες όπως είναι τα έξυπνα σπίτια, έξυπνες πόλεις, έξυπνες μεταφορές, εικονικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και έξυπνα δίκτυα διανομής φυσικών πόρων. Πέραν των παραπάνω συσκευών που αναφέρθηκαν, η έννοια πράγμα, με την έννοια του ίντερνετ των πραγμάτων μπορεί να σημαίνει πληθώρα πραγμάτων όπως συσκευές παρακολούθησης της υγείας ενός ατόμου, βιοτσίπ ενσωματωμένα σε ανθρώπους η ζώα για την παρακολούθηση πάσης φύσεως ανάγκης, κάμερες με ζωντανή μετάδοση για την εποπτεία οποιασδήποτε μορφής εργασίας που θα χρειαζόταν ένας άνθρωπος. Για παράδειγμα για το τάισμα ζώων σε κτηνοτροφία η για την ασφάλεια. Άλλα παραδείγματα είναι η έξυπνη οδήγηση οχημάτων που πλέον είναι πραγματικότητα από την Tesla motors, αλλά και ανάλυση DNA για την εποπτεία περιβαλλοντικών και παθογόνων αναγκών.

Οι συσκευές συλλέγουν δεδομένα με πολλούς τρόπους όπως μέσω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, παρατήρηση και ανάλυση εικόνων, παρατήρηση θερμοκρασίας, υπέρυθρες ακτινοβολίες, ηχητικά κύματα, ανθρώπινες εντολές κ.α. αναμεταδίδοντας τα δεδομένα σε άλλες συσκευές που και αυτές με τις σειρά τους επικοινωνούν και μεταφέρουν δεδομένα από και προς χρήστες η άλλες συσκευές. Τέλος καλό θα ήταν να αναφέρουμε ποιος ξεκίνησε την ιδέα: Η έννοια Ίντερνετ των πραγμάτων ξεκίνησε από τον Kevin Ashton το 1999 αλλά από τότε έχει μετεξελιχθεί καθώς έχει αλλάξει με τις ανάγκες που εμφανίζονται.

## 2.2 Ιστορική αναδρομή

Το ίντερνετ των πραγμάτων παρόλο που είναι σχετικά πρόσφατο υπήρχαν οράματα με μηχανές που επικοινωνούσαν μεταξύ τους από τις αρχές του 18<sup>ου</sup> αιώνα. Οι μηχανές πρόσφεραν άμεση επικοινωνία από την εποχή του τηλέγραφου(1830-1840). Η πρώτη ραδιοφωνική μετάδοση πραγματοποιήθηκε στις 3 Ιουνίου 1900 προσφέροντας άλλο ένα στοιχείο για την εξέλιξη του ίντερνετ των πραγμάτων. Η δημιουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών ξεκίνησε στην αρχή της δεκαετίας του 1950. Το ίντερνετ από μόνο του είναι ένα πολύ σημαντικό συστατικό του ίντερνετ των πραγμάτων, το οποίο ξεκίνησε ως ένα μέρος του DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) το 1962 και μετεξελίχθηκε σε ARPANET το 1969.

Στην δεκαετία του 1980 διαφημιστικές εταιρίες άρχισαν να υποστηρίζουν την κοινή χρήση του ARPANET δημιουργώντας το γνωστό σε εμάς σημερινό ίντερνετ. Το GPS (Global Positioning Satellites) έγινε πραγματικότητα το 1993 με την βοήθεια του υπουργείου άμυνας των Ηνωμένων πολιτειών της Αμερικής που πρόσφερε ένα σταθερό, άκρως λειτουργικό σύστημα από 24 δορυφόρους. Σύντομα ακολούθησαν ιδιωτικοί διαφημιστικοί δορυφόροι. Οι τηλεφωνικές γραμμές και οι δορυφόροι αποτελούσαν τότε το μεγαλύτερο μέρος της βασικής επικοινωνίας του ίντερνετ των πραγμάτων.

Ένα επιπλέον και σημαντικό στοιχείο στην δημιουργία του ίντερνετ των πραγμάτων είναι η έξυπνη απόφαση να αυξηθεί η χωρητικότητα των διευθύνσεων στο πρωτόκολλο IPv6's. Ο Steve Leibson του Μουσείου ιστορίας των υπολογιστών δήλωσε ότι "Η επέκταση της χωρητικότητας των διευθύνσεων σημαίνει ότι μπορούμε να αναθέσουμε μια διεύθυνση IPv6 σε κάθε άτομο στην επιφάνεια της γης και θα έχουμε αρκετές επιπλέον διευθύνσεις για άλλους 100+ πλανήτες σαν την γη". Με λίγα λόγια δεν πρόκειται να τελειώσουν οι διευθύνσεις σύντομα.

|                            | Internet Protocol version 4 (IPv4)         | Internet Protocol version 6 (IPv6)                                   |
|----------------------------|--|--|
| <b>Deployed</b>            | 1981                                       | 1999   |
| <b>Address Size</b>        | 32-bit number                              | 128-bit number   |
| <b>Address Format</b>      | Dotted Decimal Notation:<br>192.149.252.76 | Hexadecimal Notation:<br>3FFE:F200:0234:AB00:<br>0123:4567:8901:ABCD |
| <b>Prefix Notation</b>     | 192.149.0.0/24                             | 3FFE:F200:0234::/48  |
| <b>Number of Addresses</b> | $2^{32} = \sim 4,294,967,296$              | $2^{128} = \sim 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456$ |

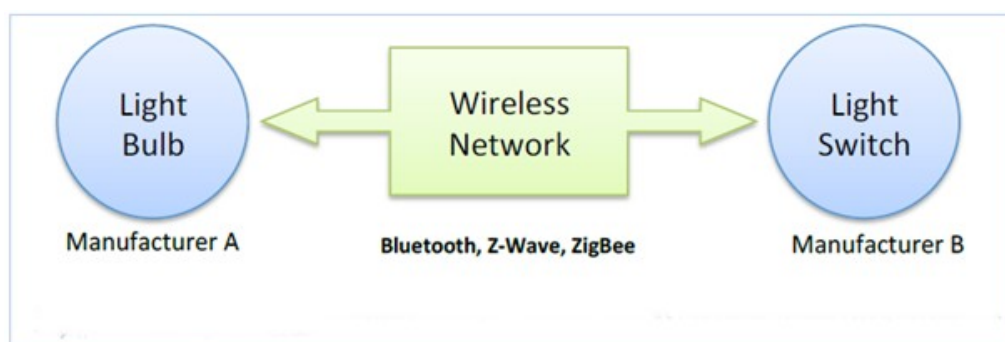
Σχήμα 2-2: Το πρωτόκολλο IPv4

## 2.3 Τρόποι επικοινωνίας «πραγμάτων»

Στο Ίντερνετ των πραγμάτων οι συσκευές που συνδέονται έχουν 4 διαφορετικούς δυνατούς τρόπους επικοινωνίας, επικοινωνία συσκευής με συσκευή, συσκευή με cloud, συσκευή με gateway και με ανταλλαγή δεδομένων. Είναι πολύ βολικό από πλευράς λειτουργικότητας να γνωρίζουμε τους παραπάνω τέσσερεις τρόπους. Με την παραπάνω κατηγοριοποίηση η οποία έγινε στο συμβούλιο αρχιτεκτονικής του διαδικτύου, μπορούμε να προχωρήσουμε στην ανάλυση κάθε μορφής επικοινωνίας ξεχωριστά. Παρακάτω θα αναλύσουμε τις μορφές αυτές.

### 2.3.1 Συσκευή με συσκευή

Στο μοντέλο αυτό έχουμε 2 η περισσότερες συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς να παρεμβάλλεται διαμεσολαβητής. Επειδή το ίντερνετ των πραγμάτων μπορεί να συμπεριλαμβάνει πολλών ειδών συσκευές οι οποίες για να επικοινωνήσουν, μεταξύ τους έχουν πολλά είδη δικτύου, η σύνδεση καθίσταται ιδιαίτερα σύνθετη. Γι' αυτόν τον λόγο πρέπει να είναι δυνατό οι συσκευές να επικοινωνούν μέσω πολλών τύπων δικτύων και φυσικά μέσω IP και ίντερνετ. Συχνότερα όμως οι συσκευές χρησιμοποιούν πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως το Bluetooth, z-wave, η το zigbee τα οποία εμπεριέχουν κανόνες για την άμεση σύνδεση συσκευής με συσκευή.



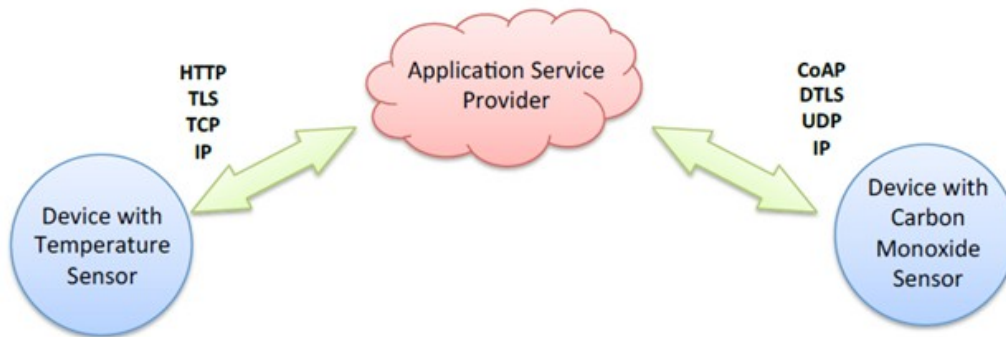
Σχήμα 2-3: Παράδειγμα επικοινωνίας μεταξύ 2 συσκευών

Τα συστήματα επικοινωνίας συσκευής με συσκευή επιτρέπουν συσκευές να «μιλάνε» στο δίκτυο και να ανταλλάζουν πληροφορίες επικαλούμενα ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Το μοντέλο αυτό χρησιμεύει κυρίως σε εφαρμογές όπως τα αυτόνομα σπίτια όπου γενικότερα οι συσκευές δεν απαιτούν υψηλές ταχύτητες επικοινωνίας και μετάδοσης. Παραδείγματα είναι τα διάφορα διακοπτικά μέρη ενός έξυπνου σπιτιού, λάμπες, αυτόματες πόρτες και άλλες συσκευές τέτοιου τύπου.

### 2.3.2 Συσκευή με cloud

Αυτή η μορφή επικοινωνίας είναι ήδη καθιερωμένη καλά στους υπολογιστές όπου η συσκευή συνδέεται στο «δίκτυο του νέφους» το δίκτυο αυτό παρέχεται είτε από κάποια μεγάλη εταιρία όπως για παράδειγμα η Microsoft ή η google οι οποίες στην ουσία έχουν πολλούς ικανούς server που παρέχουν στους διάφορους χρήστες αποθηκευτικό χώρο και υπηρεσίες ανταλλαγής και διαμοιρασμού δεδομένων. Στο IoT λοιπόν οι συσκευές μπορούν να επικοινωνήσουν μέσα από ένα τέτοιο δίκτυο. Η

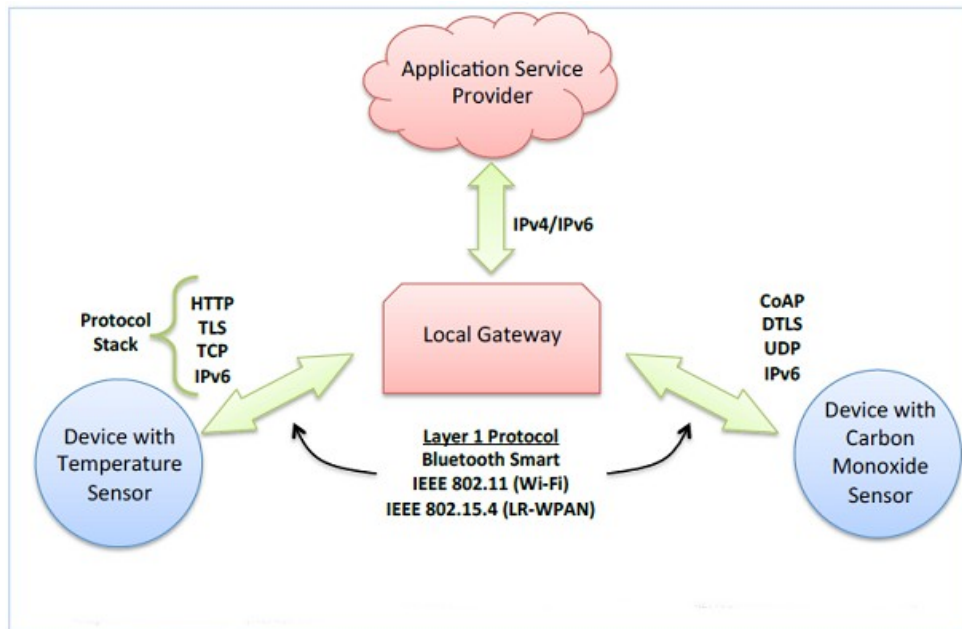
συσκευή μπορεί να συνδεθεί σε μία υπηρεσία και να ανταλλάσσει δεδομένα μέσα από κάποιον πάροχο. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης χρησιμοποιεί τους υφιστάμενους τρόπους επικοινωνίας όπως LAN ή WIFI για να δημιουργηθεί επικοινωνία μεταξύ της συσκευής και του δικτύου επεξεργασίας δεδομένων ώστε αυτό με την σειρά του να συνδεθεί στην υπηρεσία cloud. Όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι τα γνωστά, HTTP, TLS, TCP-IP και άλλα γνωστά πρωτόκολλα.



Σχήμα 2-4: Συσκευή με cloud επικοινωνία

### 2.3.3 Συσκευή με δίαυλο επικοινωνίας

Το μοντέλο αυτό γνωστό και ως Device-to-application-layer-gateway παρέχει στην συσκευή την δυνατότητα να συνδεθεί μέσω μίας υπηρεσίας application layer η οποία είναι στην ουσία ένας ακόμη διαμεσολαβητής μεταξύ της συσκευής και μίας cloud υπηρεσίας. Αυτό που συμβαίνει στην πραγματικότητα είναι πως το μοντέλο αυτό εμπεριέχει ένα λογισμικό το οποίο λειτουργεί ανάμεσα στις συσκευές και στο νέφος και παρέχει υπηρεσίες και ασφάλεια στην επικοινωνία όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



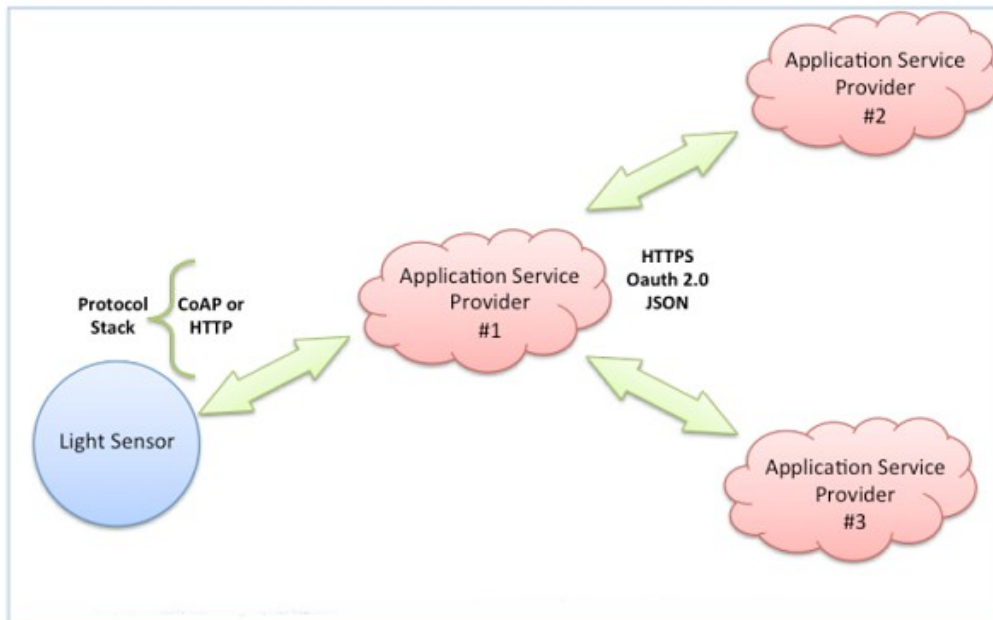
Σχήμα 2-5: Μοντέλο συσκευής με δίαυλο

Το μοντέλο αυτό έχει ευρεία χρήση σε κοινούς καταναλωτές οι οποίοι χρησιμοποιούν ως μέσω gateway ένα smartphone στο οποίο τρέχει η εφαρμογή που συνδέει την συσκευή στο cloud και μέσω αυτού επικοινωνεί με τις διάφορες συσκευές IoT. Ένα παράδειγμα είναι μία συσκευή καταγραφής υγείας. Η συσκευή αυτή από μόνη της δεν έχει την δυνατότητα να συνδεθεί αυτόνομα στο cloud, για αυτόν τον λόγο παρεμβάλει το κινητό.

#### 2.3.4 Με ανταλλαγή δεδομένων

Το μοντέλο αυτό που στα αγγλικά ονομάζεται back end data sharing model επιτρέπει στους χρήστες να παίρνουν δεδομένα από μία υπηρεσία νέφους μαζί με δεδομένα από άλλες πηγές ώστε στην συνέχεια να τα επεξεργαστούν και να τα αναλύσουν ανάλογα την περίπτωση. Το μοντέλο αυτό είναι στην ουσία μία εξελιγμένη έκδοση του μοντέλου επικοινωνίας συσκευής με cloud στην οποία οι συσκευές προωθούν δεδομένα για συγκεκριμένους παρόχους υπηρεσιών. Το μοντέλο αυτό επιτρέπει την συλλογή και ανάλυση δεδομένων από μία IoT συσκευή. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε ένα τέτοιο μοντέλο επικοινωνίας.





Σχήμα 2-6: Μοντέλο επικοινωνίας ανταλλαγής δεδομένων

## 2.4 Οι τεχνολογίες και εφαρμογές του διαδικτύου των πραγμάτων

Στο κεφάλαιο αυτό, θα παρουσιαστούν κάποιες βασικές τεχνολογίες επικοινωνίας όπως η ασύρματη επικοινωνία, το cloud computing και τα συστήματα οπτικής επικοινωνίας αλλά και μερικές από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές του IoT. Τα παραπάνω επιλέχθηκαν διότι προς το παρόν έχουν την βασικότερη χρήση και είναι από τα πρώτα πράγματα που θα δούμε στο σύντομο μέλλον να αναπτύσσεται και να αλλάζει την κοινωνία όπως την γνωρίζουμε σήμερα.

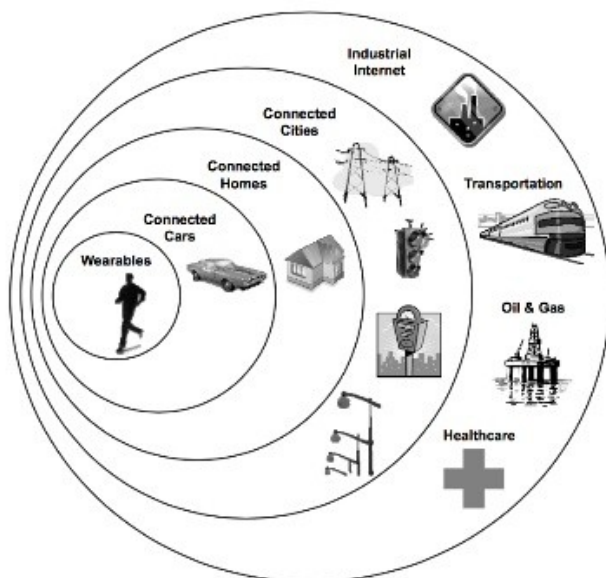
### 2.4.1 Ασύρματες τεχνολογίες

Τα IoT είναι τα πιο σύνθετα μέχρι σήμερα συστήματα επικοινωνίας και αυτό διότι η πληθώρα συσκευών διαφορετικών λειτουργιών μεταξύ τους καθιστούν το δίκτυο επικοινωνίας τρομερά σύνθετο. Για αυτόν τον λόγο υπάρχει ανάγκη να δημιουργηθούν τεχνολογίες δικτύου που θα μπορούν να λειτουργούν κατάλληλα για όλες αυτές τις συσκευές. Τα ασύρματα δίκτυα χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την απόσταση επικοινωνίας και είναι τα παρακάτω:

- BAN (Body Area Networks): μερικά μέτρα δικτύου με εύρος που καλύπτει 10 έως 100m
- LAN (Loca Area Network): μερικά χιλιόμετρα δικτύου με εύρος που καλύπτει συσκευές σε απόσταση 10 έως 100Km.
- WAN(Wide Area Network): 1000Km και πάνω.

Παρακάτω παρουσιάζεται το δίκτυο και μερικά παραδείγματα σε μία εικόνα.

## The IoT landscape - One size doesn't fit all



Broad variety of wireless standards, industry bodies, technologies for different types of networks:

- Body Area Network (BAN)
- Body Sensor Network (BSN)
- Medical Body Area Network (MBAN)
- Personal Area Network (PAN)
- Home Area Network (HAN)
- Nearby Area Network (NAN)
- Local Area Network (LAN)
- Wide Area Network (WAN)
- Global Area Network (GAN)

Source: Goldman Sachs, IoT Primer, September 3, 2014; 'Internet of Things: Making sense of the next mega-trend'

CONNECT SYSTEMS

Σχήμα 2-7: Σχηματική αναπαράσταση IoT

Παρακάτω θα γίνει μία συνοπτική παρουσίαση των ασύρματων τεχνολογιών που έχουν αναπτυχθεί για το IoT

**ZigBee (IEEE 801.15.4):** Η τεχνολογία αυτή έχει κατασκευαστεί για να καλύπτει δίκτυα υψηλού επιπέδου, χαμηλού κόστους και ισχύος για ασύρματα δίκτυα μικροσυσκευών και κυρίως αισθητήρων για μικρά δίκτυα. Το Zigbee είναι χαμηλής ισχύος αλλά και χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων. Χρησιμοποιείται για οικιακές εφαρμογές αυτοματοποίησης, μικροσυσκευές ιατρικής και γενικότερα πάσης φύσεως μικροσυσκευές που έχουν την «ανάγκη» να επικοινωνήσουν με χαμηλή ισχύ και ρυθμό μετάδοσης. Η τεχνολογία που ορίζεται από το Zigbee είναι φτιαγμένη συγκεκριμένα για απλά, φθηνά και μικρά δίκτυα (PAN). Εφαρμογές όπως ασύρματοι διακόπτες, παρακολούθηση κατανάλωσης ενέργειας σε σπίτια κ.α. Το Zigbee βασίζεται στο IEE 801.15.4 για ασύρματα προσωπικά τοπικά δίκτυα όπως για παράδειγμα ακουστικά Bluetooth. Τέλος να αναφερθεί πως στοχεύει στις εφαρμογές ραδιοσυχνότητας μικρής εμβέλειας.

**WiMAX (IEEE 802.16e-2005):** Η ιδέα του WiMAX είναι βασισμένη στην τεχνολογία του WiFi με την διαφορά πως καλύπτει δίκτυα μεγάλου εύρους. Το WiMax έχει εύρος που καλύπτει ολόκληρες πόλεις και θα είναι προσβάσιμο από τους χρήστες που διαθέτουν την αντίστοιχη κάρτα δικτύου για σύνδεση στο ευρυζωνικό αυτό δίκτυο που θα παρέχουν οι διάφοροι φορείς. Το Ασύρματο αυτό δίκτυο θα «παίξει» καθοριστικό ρόλο στον τρόπο επικοινωνίας των διαφόρων συσκευών στο IoT καθώς θα αναβαθμίσει τις υπηρεσίες και ταχύτητες αλληλεπίδρασης των χρηστών.

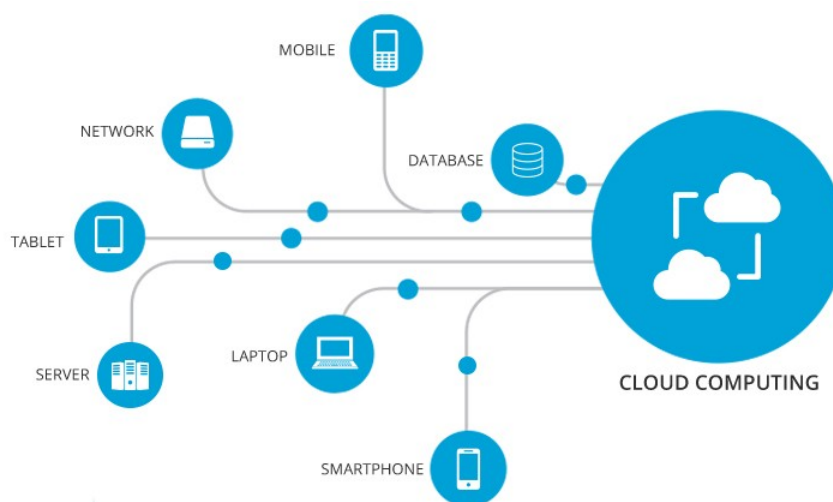
**UWB (Ultra wide band) τεχνολογία:** είναι μία ραδιοτεχνολογία που χρησιμοποιεί πολύ χαμηλής ενέργειας και μικρής εμβέλειας, υψηλού συχνοτικού εύρους επικοινωνίες. Οι πιο συχνές εφαρμογές είναι για συλλογή δεδομένων από αισθητήρες και εφαρμογές αναζήτησης και εύρεση τοποθεσίας.

**FLASH OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing):** Είναι τα γνωστά δίκτυα ασύρματης επικοινωνίας που χωρίζουν τις περιοχές σε κυψέλες, κάθε κυψέλη είναι μία περιοχή στην οποία όταν βρίσκονται οι συσκευές συνδέονται σε έναν συγκεκριμένο σταθμό ο οποίος με την σειρά του συνδέεται με τους υπόλοιπους σταθμούς. Κάθε κυψέλη χρησιμοποιεί πολλές συχνότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από άλλες αλλά όχι από τις γειτονικές(για να μην υπάρχουν παρεμβολές).

#### 2.4.2 Cloud computing

Η γνωστή στα ελληνικά τεχνολογία υπολογιστικού νέφους είναι μία σχετικά νέα τεχνολογία η οποία αναπτύχθηκε ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια από τις μεγάλες εταιρίες πληροφορικής αλλά και ερευνητικών κέντρων. Στόχος στο παρόν υποκεφάλαιο είναι να αναπτυχθεί περισσότερο η σχέση του με το IoT παρά η ίδια τεχνολογία. Παρόλα αυτά θα αναφέρουμε μερικά βασικά. Το Cloud computing είναι μία τεχνολογία στην οποία πολλοί υπολογιστές – servers συνεργάζονται με μία πλατφόρμα η οποία επιτρέπει την διανομή των πόρων (επεξεργαστική ισχύς – χωρητικότητα) όλων αυτών των υπολογιστών. Οποιοσδήποτε χρήστης μπορεί να λάβει τις υπηρεσίες, ανάλογα με την εταιρία που παρέχει το cloud και να ανεβάσει αλλά και να κατεβάσει από και προς το νέφος. Το cloud computing μπορούμε να πούμε πως είναι η αρχή του IoT διότι από μόνο του είναι ένα τεράστιο δίκτυο συσκευών που συλλειτουργούν. Φυσικά αυτό δεν είναι απόλυτο καθώς το IoT εκτείνεται σε πολύ μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών. Παρόλα αυτά το cloud είναι ίσως το σημαντικότερο μέρος του IoT καθώς συνδέει όλες αυτές τις συσκευές αλλά και

παρέχει την δυνατότητα επεξεργασίας πληθώρας δεδομένων, κάτι το οποίο δεν θα ήταν δυνατό από κάθε χρήστη ξεχωριστά λόγω αυξημένης υπολογιστικής ισχύος.



Σχήμα 2-8: Σχηματική αναπαράσταση cloud computing

### 2.4.3 Τεχνολογίες με οπτικά μέσα

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται πολλές τεχνολογίες επικοινωνίας που βασίζονται στο φως ως μέσο μετάδοσης δεδομένων. Ένα παράδειγμα είναι το LiFi και το BiFi. Στις τεχνολογίες αυτές συνήθως οι πομποί είναι φωτεινές πηγές που εκπέμπουν μη ορατό φως το οποίο ανιχνεύεται από τον δέκτη. Για παράδειγμα το LiFi χρησιμοποιεί φωτεινές δέσμες για να μεταδώσει δεδομένα σε δυαδικό κώδικα χρησιμοποιώντας ορατό φως με LED. Παρόμοια λειτουργεί και το BiDi το οποίο όμως είναι για μεγάλο εύρος συσκευών και κατάλληλο για το IoT

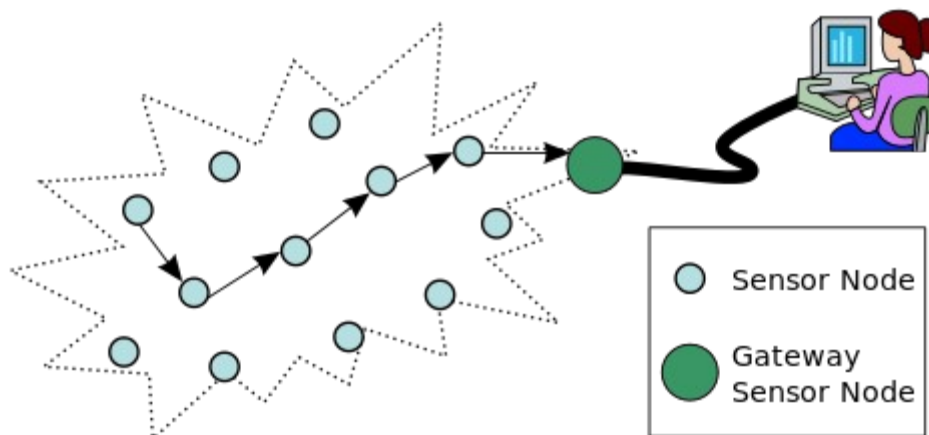


Σχήμα 2-9: Παράδειγμα μελλοντικού δικτύου LIFI

#### 2.4.4 Δίκτυο και διαδίκτυο

Το IoT από μόνο του ένα μεγάλο δίκτυο γι' αυτόν τον λόγο δεν θα μπορούσε να λείπει μία καλή αναφορά στις τεχνολογίες δικτύου που χρησιμοποιούν οι διάφορες συσκευές. Στόχος είναι η διασύνδεση των «πραγμάτων» αποτελεσματικά με όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες δεδομένων και ταυτόχρονα με ταχύτητα που είναι αρκετή για να επιτευχθούν οι λειτουργίες που απαιτούνται ανά πάσα στιγμή. Τα μεγαλύτερα γνωστά δίκτυα που χρησιμοποιούνται είναι αυτά της τηλεφωνίας 3G και 4G ενώ για δίκτυα για μικρές αποστάσεις έχουμε το WIFI, Bluetooth και άλλα λιγότερα γνωστά. Παρακάτω θα αναφέρουμε διάφορα δίκτυα που καλύπτουν μέρος της συνδεσιμότητας των πραγμάτων.

**Δίκτυο ασύρματων αισθητήρων - Wireless sensor Network(WSN):** Το δίκτυο αυτό αναφέρεται σε μία ομάδα τοπολογικά διάσπαρτων αισθητήρων των οποίων η λειτουργία είναι κατά βάση η παρακολούθηση και καταγραφή φυσικών καταστάσεων του περιβάλλοντος και η οργάνωση των δεδομένων σε ένα κεντρικό σημείο. Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν μεγέθη όπως θερμοκρασία, ήχος, ταχύτητα αέρα, ατμοσφαιρική σύσταση και άλλα χρήσιμα μεγέθη ανάλογα την περίπτωση.



Σχήμα 2-10: Δίκτυο ασύρματων αισθητήρων

Στο δίκτυο αυτό, κάθε αισθητήρας θεωρείται σαν ένας κόμβος(Node) ο οποίος έχει δυνατότητα να ανιχνεύει τις άλλες συσκευές του δικτύου. Οι κόμβοι συλλέγουν και προωθούν τα δεδομένα σε κάποιον κεντρικό server ώστε να τα επεξεργαστεί κατάλληλα. Σε κάθε τέτοιο δίκτυο υπάρχουν από μερικές εκατοντάδες έως μερικές χιλιάδες αισθητήρες – κόμβοι στους οποίους ο καθένας είναι συνδεδεμένος σε τουλάχιστον έναν άλλον. Κάθε αισθητήρας πρέπει να φέρει μερικά μέρη για την επικοινωνία όπως: μπαταρία η κάποιο μέσο τροφοδοσίας, έναν αισθητήρα, έναν πομπό και έναν μικροελεγκτή.

**Beacon:** Τα beacons είναι μικρές συσκευές που χρησιμοποιούν σήματα στις ραδιοσυχνότητες για να στέλνουν ειδοποιήσεις της παρουσίας τους. Μεταδίδουν συνεχόμενα αυτό το σήμα το οποίο μπορεί να ληφθεί από κάποια συσκευή smartphone μέσω Bluetooth LE(χαμηλής ενέργειας). Έτσι έχοντας την κατάλληλη εφαρμογή ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί στο διαδίκτυο έμμεσα.

**Near Field Communication (NFC):** Η επικοινωνία κοντινού πεδίου επιτρέπει άμεση ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε μικρές – έξυπνες συσκευές όπως κινητά και tablet σε απόσταση μερικών εκατοστών. Η επικοινωνία γίνεται στις συχνότητες 13.56MHz ενώ οι ταχύτητες επικοινωνίας είναι της τάξης των 50KBps. Οι τρόποι λειτουργίας είναι δύο όπου στην μία περίπτωση έχουμε 2 συσκευές που στέλνουν και στην άλλη η μία στέλνει και η άλλη λαμβάνει. Το NFC έχει 4 πολύ σημαντικές ιδιότητες οι οποίες πιστεύεται πως θα κάνει τους χρήστες να το υιοθετήσουν και είναι οι παρακάτω:

- Η ικανότητα να συνδέσουμε τα ασύνδετα: Το NFC δίνει δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ συσκευών που δεν έχουν πρόσβαση σε κάποιο δίκτυο.
- Έλεγχος από τον χρήστη: Επειδή το δίκτυο είναι ανάμεσα σε 2 κοντινές συσκευές ο χρήστης έχει τον απόλυτο έλεγχο και έτσι του επιτρέπεται να λάβει εύκολα και γρήγορα αποφάσεις όπως τις θέλει.
- Προσβασιμότητα: Επειδή η σύνδεση γίνεται πολύ εύκολα και γρήγορα χωρίς πολλούς ελέγχους ο χρήστης έχει την δυνατότητα να συνδέσει την συσκευή του στο IoT λαμβάνοντας έτσι όλες τις λειτουργίες του πολύ εύκολα.
- Ασφάλεια: Οι hackers ψάχνουν για «τρύπες» σε ένα ανοιχτό δίκτυο. Στο NFC μπορούν να μπουν πολλά επίπεδα ασφάλειας με αποτέλεσμα να γίνεται ασφαλές.

**Narrow-Band IoT (NB-IoT):** Είναι χαμηλής ισχύος μεγάλου εύρους δίκτυο με εκπομπή στις ραδιοσυχνότητες. Επιτρέπει σε συσκευές και υπηρεσίες να συνδέονται στις μπάντες του υφισταμένου τηλεφωνικού δικτύου. Είναι σχεδιασμένο ειδικά για το ίντερνετ των πραγμάτων. Το NB-IoT επικεντρώνεται στην κάλυψη χαμηλού κόστους και ενέργειας συσκευές έτσι ώστε να είναι δυνατό να συνδεθεί μεγάλος αριθμός αυτών.

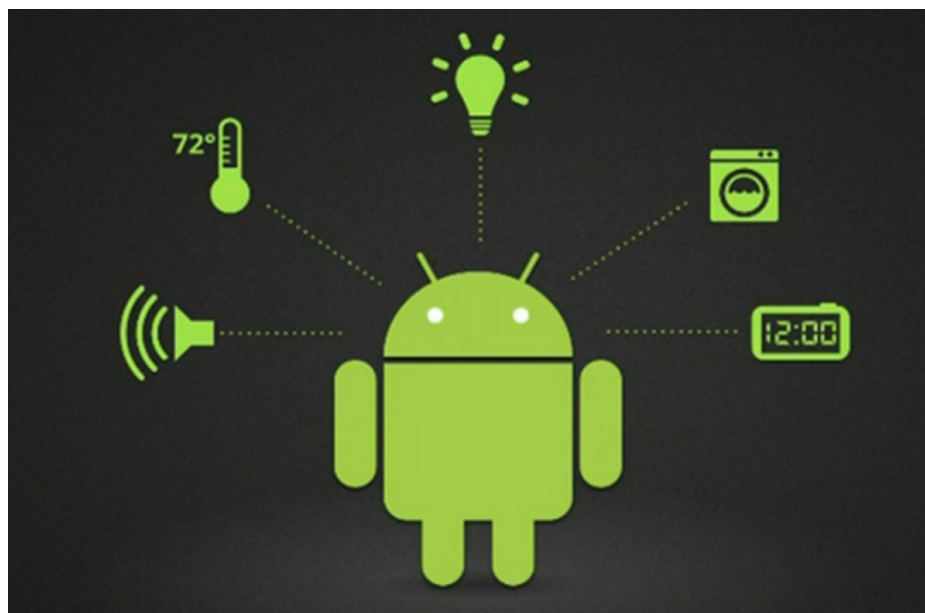
#### 2.4.5 Εφαρμογές Android

Το Android είναι ένα λειτουργικό σύστημα, κατασκευασμένο αρχικά για συσκευές smartphone και αργότερα για tablets. Με τον καιρό βρήκε εφαρμογή σε άλλου είδους συσκευές όπως έξυπνες τηλεοράσεις, αυτοκίνητα, ρολόγια χειρός και άλλες συσκευές με οθόνη αφής αλλά με τον καιρό και σε άλλου είδους συσκευές. Το android τρέχει τον πυρήνα Linux και είναι ανοιχτό-ελεύθερο λογισμικό. Αυτό σημαίνει πως κάποιος μπορεί να αναπτύξει δικές του εφαρμογές με την χρήση διαφόρων γλωσσών προγραμματισμού όπως για παράδειγμα η Java. Είναι το πιο γνωστό πλέον λειτουργικό σύστημα στον κόσμο και ιδιαίτερα για τα κινητά καθώς οι ανταγωνιστές του δεν είναι ανοιχτές πλατφόρμες αλλά λειτουργικά που κατασκευάζονται από συγκεκριμένες εταιρίες.

Android και IoT: Το android είναι η κινητήρια δύναμη σήμερα που επιτρέπει το IoT να υπάρχει. Εύκολα μπορεί κάποιος να το διαπιστώσει αν κάνει μία αναζήτηση θα παρατηρήσει πως οι περισσότερες εφαρμογές τρέχουν το λειτουργικό σύστημα αυτό με μόνο κοντινό ανταγωνιστή το iOS. Πέραν των κινητών τηλεφώνων όμως οι περισσότερες συσκευές η αλλιώς όπως τα αποκαλούμε, «πράγματα» λειτουργούν με android. Ο λόγος που το android είναι τόσο σημαντικό για το IoT είναι αρχικά διότι η



google αποφάσισε να δώσει το λογισμικό στους προγραμματιστές ελεύθερα. Επίσης όπως αναφέρθηκε λόγω του ότι βασίζεται στο Linux είναι ελεύθερο λογισμικό κάτι που επιτρέπει οποιονδήποτε να αλλάξει και τροποποιήσει τον κώδικα όπως θέλει.



σχήμα 2-11: Android και IoT

Οι συσκευές που υπάρχουν στο IoT, από μόνες τους είναι ανίκανες να επιτελέσουν εργασίες και η κάθε μία απαιτεί λογισμικό ανάλογο των περιστάσεων. Λόγω όμως της εξαιρετικά μεγάλης γκάμας λογισμικού που ήδη υπάρχει στο android, εύκολα κάποιος μπορεί να βρει εφαρμογή κατάλληλη για την ανάλογη περίπτωση. Από τον Δεκέμβρη του 2016 υπάρχουν παραπάνω από 2,6 εκατομμύρια εφαρμογές. Αυτός είναι και ίσως ο σπουδαιότερος λόγος που το λειτουργικό αυτό βρίσκεται πίσω από το IoT.

Ένα ακόμη σχετικό θέμα είναι η γλώσσα προγραμματισμού. Οι περισσότερες εφαρμογές IoT είναι γραμμένες σε JAVA. Ακριβώς όπως και το android. Συνεπώς είναι πολύ λογικό να είναι βολικό να χρησιμοποιήσει κανείς το λειτουργικό αυτό λόγω συμβατότητας.

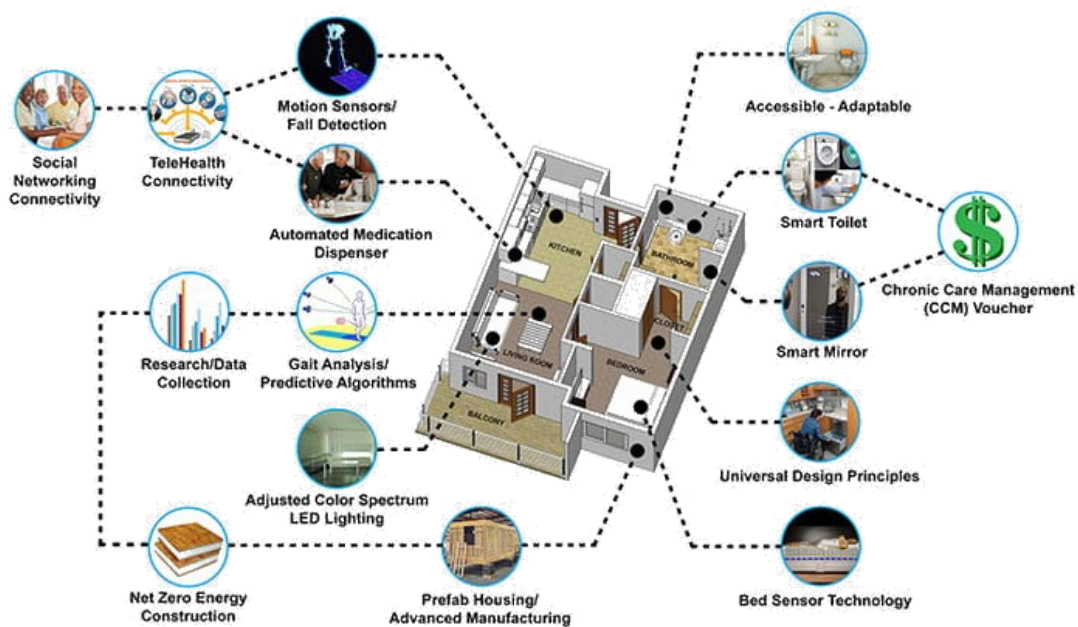
#### 2.4.6 «Εξυπνα» σπίτια

«Εξυπνο», ονομάζουμε το σπίτι εκείνο το οποίο μπορεί μέσα από πολλές συσκευές αλλά και ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου, να συνδέει και να παρακολουθεί όλο το σπίτι ελέγχοντας τις διάφορες επιθυμητές από τους κατοίκους λειτουργίες δίνοντας εντολές με σκοπό την βελτίωση της διαβίωσης. Να σημειωθεί πως τέτοιου είδους σπίτια δεν είναι πλέον ιδέες του μέλλοντος αλλά πραγματικότητα.

Οι διάφορες συσκευές του ίντερνετ των πραγμάτων, μπορούν να αποτελέσουν το σύνολο μίας αυτοματοποιημένης οικίας. Ένας ορισμός για όλες τις συσκευές και τις διάφορες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση μίας οικίας είναι η **δομοτική**. Η έννοια αυτή συνδυάζει στην ουσία την ηλεκτρονική, πληροφορική και



τις τηλεπικοινωνίες οι οποίες αποτελούν τον τεχνολογικό δομικό λίθο για την ύπαρξη ενός τέτοιου σπιτιού η κτιρίου γενικότερα. Η εφαρμογή της δομοτικής στις οικίες βοηθά και βελτιώνει όλους τους παράγοντες διαβίωσης αλλά και εξοικονόμησης πόρων της οικίας. Από τον έλεγχο της θερμοκρασίας, μέχρι και την αυτοματοποίηση και παραγγελία των προϊόντων του ψυγείου. Στόχος προφανώς είναι η βελτίωση ποιότητας της ζωής των ατόμων που ζούνε στο σπίτι αλλά και η καλύτερη διαχείριση πόρων όπως το νερό και το ηλεκτρικό ρεύμα και τα πιθανά καύσιμα για την θέρμανση. Με την δομοτική εισάγονται στην κατοικία υπηρεσίες όπως ιατρική επίβλεψη, κρατήσεις θέσεων, τραπεζική εξυπηρέτηση, έρευνες, εξ αποστάσεως παρακολούθηση υγείας, υγρασία κλπ. Φυσικά για όλα τα παραπάνω πρέπει οι συσκευές όλες να είναι συσκευές IoT, δηλαδή να συνδέονται και να επικοινωνούν με τεμαχικά η με κατάλληλους φορείς.

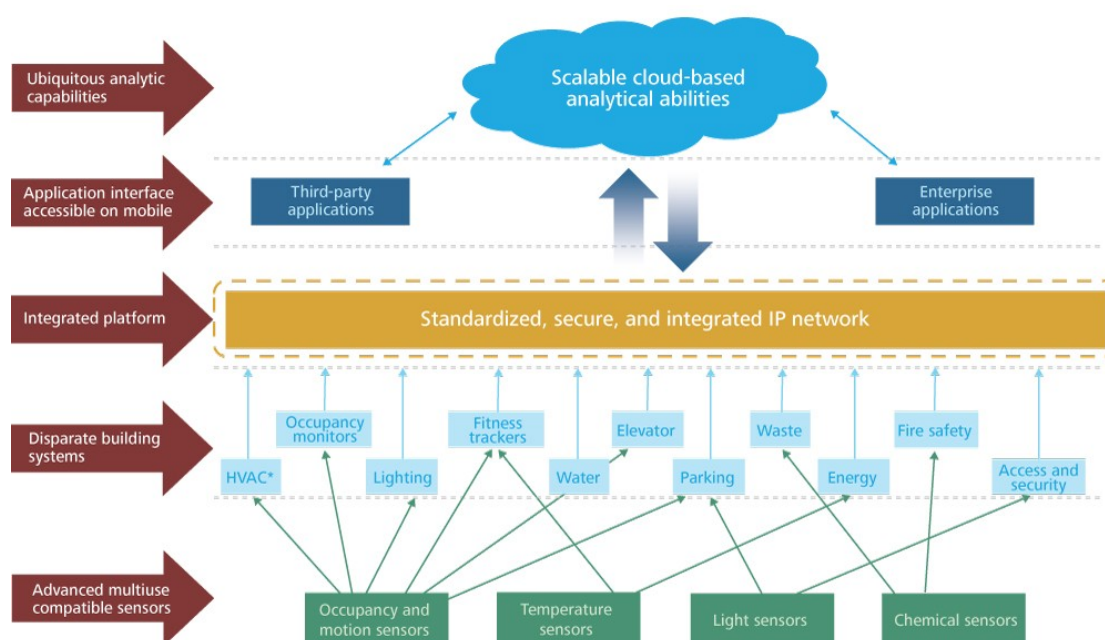


Σχήμα 2-12: Υπόδειγμα έξυπνου σπιτιού

Παραπάνω στην εικόνα βλέπουμε ένα παράδειγμα έξυπνου σπιτιού. Το σπίτι διαθέτει αυτόματες λάμπες, αισθητήρες κίνησης, έξυπνους καθρέφτες, αισθητήρες κρεβατιού, έξυπνη τουαλέτα και γενικότερα έχει κατασκευαστεί με πρότυπα ενός έξυπνου σπιτιού. Φυσικά οι συσκευές συλλέγουν δεδομένα και μπορούν να επικοινωνούν ανάλογα το δίκτυο και τα πρότυπα που έχουν χρησιμοποιηθεί. Έτσι τα δεδομένα μπορούν να πηγαίνουν σε υπολογιστή και με την ανάλυση των δεδομένων να έχουμε βελτίωση της διαβίωσης με εφαρμογές διαχείρισης οικονομικών, ανάλυσης δεδομένων για πρόβλεψη με ειδικούς αλγόριθμους, βελτίωσης υγείας με τηλεϊατρική και διαχείριση και εξοικονόμηση φυσικών πόρων. Λόγο του IoT, κάποιος μπορεί να διαχειρίζεται το σπίτι του από απόσταση, αρκεί να έχει κάποια συσκευή όπως για παράδειγμα κινητό η τάμπλετ.

## 2.4.7 «Έξυπνα» κτίρια και «έξυπνες» πόλεις

Εφόσον ήδη αναπτύξαμε την ιδέα των έξυπνων σπιτιών, θα αναφέρουμε την γενίκευση του που είναι το έξυπνο κτίριο και πως αυτά θα διασυνδεθούν ως IoT και θα αποτελέσουν ένα σημαντικό μέρος αυτού που λέμε έξυπνη πόλη. Έξυπνο κτίριο λοιπόν, είναι ένα ολόκληρο οικοδόμημα το οποίο έχει πολλά διαμερίσματα και τα οποία μπορούν να είναι και αυτά από μόνα τους έξυπνα σπίτια. Το έξυπνο κτίριο όμοια με το έξυπνο σπίτι, φέρουν ηλεκτρονικές συσκευές και αισθητήρες για τον έλεγχο και την αυτόματη διαχείριση των διαφόρων λειτουργιών με την χρήση των ίδια τεχνολογίας. Κατά βάση ο αυτοματισμός θα ελέγχει πράγματα που αφορούν υπηρεσίες όπως φωτισμός, διαχείριση ενέργειας, ποιότητα αέρα – υγρασία, ασφάλεια και γενικότερα πράγματα που αφορούν τους ένοικους. Στόχος στο τέλος είναι το κεντρικό σύστημα του κτιρίου σαν μονάδα, να μπορεί να επικοινωνεί στο IoT και να λαμβάνει χρήσιμες πληροφορίες για την βελτίωση της διαβίωσης και συντήρησης.



Source: Jim Young, "BioT—BUILDING Internet of Things™," Realcomm, January 23, 2014; Deloitte Center for Financial Services analysis.  
\*HVAC refers to heating, ventilation, and air-conditioning.

Graphic: Deloitte University Press | DUPress.com

Σχήμα 2-13: επίπεδα της λογικής πίσω από ένα έξυπνο κτίριο

Παραπάνω βλέπουμε τα διάφορα επίπεδα της λογικής πίσω από ένα έξυπνο κτίριο. Αρχικά οι διάφοροι αισθητήρες συλλέγουν τα δεδομένα και τα οποία αναλύονται ανάλογα τα διάφορα συστήματα που τρέχουν στον κεντρικό υπολογιστή. Ύστερα τα δεδομένα στέλνονται στην κεντρική πλατφόρμα η οποία επικοινωνεί με τον έξω κόσμο και κατά βάση με τις υπηρεσίες cloud.

Στόχος των έξυπνων σπιτιών είναι:

- Σύνδεση πολλών κτιρίων
- Διασύνδεση ανθρώπων και υπηρεσιών

- Σύνδεση τεχνολογίας με παγκόσμιο περιβάλλον
- Σύνδεση στο «έξυπνο» πλέγμα ενέργειας
- Σύνδεση σε ένα ευφυές μέλλον

#### 2.4.8 Η συσκευή Alexa της Amazon

Το Alexa είναι ένα σύστημα αναγνώρισης φωνής της Amazon. Στην ουσία είναι ένα λογισμικό κατασκευασμένο με έξυπνους αλγόριθμους αναγνώρισης φωνής και υποστήριξη τεχνητής νοημοσύνης, θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι ο εγκέφαλος πίσω από τις συσκευές αυτές. Το σύστημα αυτό βρίσκεται πίσω από πολλές συσκευές που έχουν κατασκευαστεί για έξυπνα σπίτια όπως το echo της ίδιας εταιρίας. Το echo είναι μία συσκευή που διαθέτει μικρόφωνο και ηχεία για την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το σύστημα Alexa.



Σχήμα 2-14: Συσκευή Amazon echo

Οι χρήστες μπορούν να τροποποιήσουν το σύστημα στις δικές τους ανάγκες και για να ελέγξουν το σπίτι δίνοντας φωνητικές εντολές. Το σύστημα επιτρέπει τον χειρισμό οικιακών αντικειμένων όπως κάμερες, κλειδαριές, συστήματα διασκέδασης, φως και θερμοστάτη. Φυσικά δεν περιορίζεται μόνο σε αυτά αλλά μπορεί να συνδεθεί στο ίντερνετ και να παίξεις ένα τραγούδι η να κάνει μία αναζήτηση στο ίντερνετ.

Παρακάτω θα γίνει μία συνοπτική αναφορά μερικών συσκευών που συλλειτουργούν με το σύστημα Alexa:

- Echo: Το σύστημα αυτό αναλύθηκε παραπάνω.
- Cloud Cam: είναι μία κάμερα υψηλής ανάλυσης η οποία έχει την δυνατότητα να συνδέεται στο δίκτυο και να αποστέλλει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.
- Λαμπτήρες φωτισμού Philips Hue White LED: είναι λαμπτήρες που εκτός από την τεχνολογία που φέρουν σαν λάμπες, μπορούν να ελεγχθούν από μακριά.
- Nesto hello: Σύστημα αναγνώρισης εικόνας για τον χειρισμό της ασφάλειας της οικίας. Το σύστημα αναγνωρίζει πως κάποιος είναι έξω από την πόρτα και ενημερώνει τον ιδιοκτήτη είτε μέσω του Alexa είτε με email. Ταυτόχρονα

επιτρέπει την επικοινωνία με αυτόν που βρίσκεται έξω από την πόρτα και την ζωντανή απεικόνιση μέσω της κάμερας που διαθέτει.

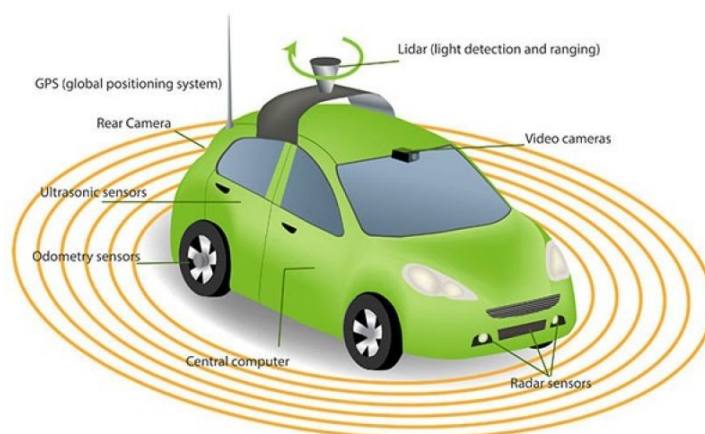
- Robot Vacuum: Συσκευή καθαρισμού που ελέγχεται μέσω του συστήματος και επικοινωνεί αλλά και ενημερώνει τον χρήστη για την κατάσταση της καθαριότητας του σπιτιού.

## 2.5 Συσκευές, Αισθητήρες και οι Τεχνολογίες του IoT

Μέχρι στιγμής έχουμε αναφέρει τις βασικές αρχές του διαδικτύου των πραγμάτων, δηλαδή τι είναι, από ποια μέρη αποτελείται αλλά και διάφορες τεχνολογίες και τρόπους επικοινωνίας αυτών. Στο μέρος αυτό της εργασίας θα δούμε διάφορες βασικές συσκευές που υπάρχουν στο IoT αλλά και αισθητήρες μαζί με τις αντίστοιχες λειτουργίες τους. Φυσικά οι συσκευές είναι πολλές και θα αναφερθούν οι σημαντικότερες μαζί με τις βασικές τους λειτουργίες. Ταυτόχρονα και οι αισθητήρες είναι πολλοί αλλά είναι ο κύριος κορμός ενός IoT γι' αυτό θα κάνουμε μία εκτενή αναφορά και περιγραφή τους.

### 2.5.1 «Έξυπνα» αυτοκίνητα

Τα έξυπνα αυτοκίνητα όπως πλέον και τα «παλιά» έχουν κεντρική μονάδα επεξεργασίας δεδομένων. Είναι ικανά εκτός από τις ήδη υπάρχουσες δυνατότητες που φέρανε τα συστήματά τους, όπως έλεγχος και επιτήρηση της κατάστασης του αυτοκινήτου, να συνδέονται στο ίντερνετ. Αυτό επιτρέπει πληθώρα δυνατοτήτων όπως ενημέρωση λογισμικού, οδική υποβοήθηση, αναγνώριση εντολών μέσω εικόνας ή ήχου αλλά η επανάσταση βρίσκεται στην αυτόνομη οδήγηση. Φυσικά η συγκεκριμένη λειτουργία είναι ακόμα υπό εξέλιξη όπως και τα αυτοκίνητα αλλά λέγεται πως μέχρι το 2030 θα υπάρχουν έως και 300 εκατομμύρια τέτοια.



Σχήμα 2-15: ένα έξυπνο αυτοκίνητο

Ένα παράδειγμα τέτοιου αυτοκινήτου φέρει κάμερες για πλήρη ορατότητα όλου του χώρου γύρω του, με την συλλογή των εικόνων και την ανάλυση σε ζωντανό χρόνο σε συνδυασμό με την θέση και τοποθεσία που λαμβάνει το σύστημα από το GPS, το λογισμικό είναι ικανό να οδηγήσει πλήρως το αυτοκίνητο καλύτερα από έναν άνθρωπο. Φυσικά το όχημα δεν είναι ανάγκη να περιορίζεται στις βασικές αισθήσεις

όρασης καθώς μπορεί να φέρει και σύστημα radar αλλά και αισθητήρες οδομετρίας και υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα στατιστικά δείχνουν πως η αυτόνομη οδήγηση θα μειώσει τα θανατηφόρα ατυχήματα κατά 50%. Παραπάνω βλέπουμε ένα τέτοιο αυτοκίνητο.

### 2.5.2 «Έξυπνα» ψυγεία

Τα έξυπνα ψυγεία έχουν την δυνατότητα μέσα από κάμερες να αναγνωρίζουν τι είδους προϊόντα υπάρχουν, να ελέγχουν και να θέτουν την θερμοκρασία ανάλογα το είδος του προϊόντος, να παραγγέλνουν όλα όσα χρειάζεται το σπίτι ανάλογα με τις ρυθμίσεις που του έχουν δοθεί και να προτείνει προϊόντα στον χρήστη μέσα από στατιστικά.

### 2.5.3 «Έξυπνα» φανάρια

Τα έξυπνα φανάρια θα είναι συστήματα σηματοδοτών που θα ελέγχουν την κυκλοφορία και ταυτόχρονα θα επικοινωνούν. Εύκολα κανείς θα παρατηρήσει πως λόγω της αυτοματοποίησης των φαναριών η κατανομή της κίνησης στους δρόμους δεν είναι ιδανική και πολλές φορές απαιτείται να επέμβει τροχονόμος. Τα έξυπνα φανάρια θα είναι ικανά να παρατηρούν και να μετρούν την κίνηση των οχημάτων και των πεζών και έτσι με εσωτερικούς αλγορίθμους θα ανάβουν για καλύτερη σηματοδότηση και κυκλοφορία. Τα στατιστικά δείχνουν βελτίωση κίνησης 20 με 30 %.

### 2.5.4 «Έξυπνοι» θερμοστάτες

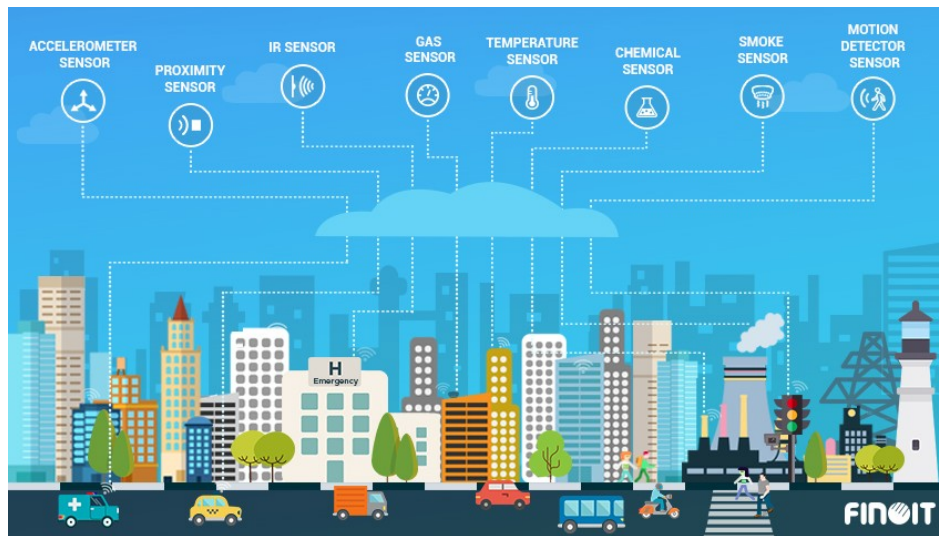
Οι έξυπνοι θερμοστάτες είναι ικανοί να ελέγχουν και να προγραμματίζουν την θέρμανση κάθε δωματίου για την βέλτιστη κατανάλωση ενέργειας αλλά και κατανομή της θερμοκρασίας στο σπίτι.

## 2.6 Οι αισθητήρες του IoT

Οι βιομηχανίες και οι οργανισμοί χρησιμοποιούσαν εδώ και πολλά χρόνια αισθητήρες διαφόρων ειδών όμως το ίντερνετ των πραγμάτων έχει πάει τον ρόλο των αισθητήρων σε ένα εντελώς διαφορετικό επίπεδο

Παρακάτω θα αναφερθούμε σε αισθητήρες και ύστερα θα πούμε μερικές εφαρμογές στις οποίες οι αισθητήρες αυτοί θα είναι χρήσιμοι.





Σχήμα 2-16: Εικόνα έξυπνης πόλης και αισθητήρες

### 2.6.1 Αισθητήρες θερμοκρασίας

Οι αισθητήρες αυτοί εξ ορισμού, είναι συσκευές που μετρούσαν την ποσότητα της θερμικής ενέργειας η οποία επέτρεπε τον εντοπισμό μίας φυσικής μεταβολής, στην θερμοκρασία από μία συγκεκριμένη πηγή και την μετέτρεπε σε δεδομένα για μία συσκευή. Οι αισθητήρες αυτοί υπάρχουν πολύ καιρό μέσα σε πολλές συσκευές. Όμως με το ίντερνετ των πραγμάτων βρέθηκαν πολύ περισσότερες χρήσεις του σε πολύ περισσότερες συσκευές.

Πριν από μόλις μερικά χρόνια κατά βάση χρησιμοποιούνταν μόνο σε κλιματιστικά, ψυγεία η τέτοιες παρόμοιες συσκευές που είχαν ως βάση τον έλεγχο θερμοκρασίας ανάλογα την χρήση. Τώρα όμως με το IoT βρήκαν χρήση σε παραγωγή προϊόντων, στην καλλιέργεια και στον τομέα της υγείας. Στην παραγωγή πολλές μηχανές απαιτούν συγκεκριμένες θερμοκρασίες στις οποίες λειτουργούν σωστά και με την χρήση τέτοιου είδους αισθητήρων αυτό γίνεται δυνατό.

Από την άλλη, στη γεωργία η θερμοκρασία του χώματος είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ανάπτυξη των φυτών. Έτσι με χρήση αισθητήρων και συσκευών που διαβάζουν τις ενδείξεις επιτρέπεται η βέλτιστη ανάπτυξη. Υπάρχουν διάφορες υποκατηγορίες τέτοιου είδους αισθητήρων οι οποίοι είναι:

- **Θερμίστορ:** είναι αντιστάτες οι οποίοι είναι ευαίσθητοι στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Καθώς αλλάζει η θερμοκρασία του αλλάζει και η αντίσταση και έτσι αλλάζει το ρεύμα και η τάση την οποία μπορεί εύκολα κάποιος να μετρήσει για να καταλάβει ποια είναι η θερμοκρασία του.
- **IC-ολοκληρωμένα κυκλώματα:** είναι ημιαγωγοί που λειτουργούν γραμμικά, δηλαδή καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται και η αγωγιμότητα. Το πλεονέκτημα της συσκευής αυτής είναι ότι δίνει σε ψηφιακή μορφή λεπτομερή αποτελέσματα και λειτουργεί πολύ καλά σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- **Αισθητήρες υπέρυθρου:** Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν την θερμοκρασία με βάση την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπει ένα σώμα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση στερεών και υγρών μόνο. Δεν είναι ικανοί να μετρήσουν αέρια λόγω της φύσης τους.

## 2.6.2 Αισθητήρες εγγύτητας

Μία συσκευή που μπορεί να εντοπίζει την παρουσία η απουσία ενός αντικειμένου η ιδιότητες αυτού και να το μετατρέψει σε σήμα το οποίο ύστερα θα χρησιμοποιηθεί πολύ εύκολα από έναν χρήστη η μία ηλεκτρονική συσκευή χωρίς να έρθει σε επαφή με αυτήν. Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κατά βάση στην λιανική καθώς μπορούν να εντοπίσουν την κίνηση και την συσχέτιση μεταξύ των πελατών και των προϊόντων για τα οποία αυτοί ενδιαφέρονται. Ο χρήστης ενημερώνεται άμεσα για προσφορές για τα σχετικά προϊόντα.

Ακόμη μία χρήση είναι στα οχήματα. Στα αυτοκίνητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απόσταση που έχει το όχημα μας από κάποιο άλλο. Έτσι νεκρά σημεία(μη εμφανή από καθρέπτες) μπορούν να ελεγχθούν με κάποιον ήχο. Για παράδειγμα στο πάρκινγκ. Επίσης χρησιμοποιούνται σε μεγάλα καταστήματα και εμπορικά κέντρα για να ξέρει κάποιος πελάτης αν υπάρχει διαθεσιμότητα. Οι διάφοροι αισθητήρες εγγύτητας είναι:

- **Επαγωγικοί αισθητήρες:** οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για εντοπισμό αντικειμένων μεταλλικών και μη που βρίσκονται σε απόσταση με την χρήση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου η δέσμη ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Μπορεί να λειτουργεί σε μεγάλες ταχύτητες.
- **Χωρικοί αισθητήρες:** Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να εντοπίσουν μεταλλικά και μη αντικείμενα τα οποία έχουν διηλεκτρική σταθερά διαφορετική από τον αέρα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό πολύ μικρών αντικειμένων μέσα από πολλά άλλα. Έτσι χρησιμοποιείται σε δύσκολες και σύνθετες εφαρμογές.
- **Φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες:** Οι αισθητήρες αυτοί κατασκευάζονται από ευαίσθητα στο φως μέρη και χρησιμοποιούν μία ακτίνα φωτός για να εντοπίσουν την παρουσία η απουσία ενός αντικειμένου. Είναι ιδανικοί αντικαταστάτες των επαγωγικών αισθητήρων όταν θέλουμε να εντοπίσουμε αντικείμενα τα οποία βρίσκονται πολύ μακριά.
- **Αισθητήρες υπέρηχων:** Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό παρουσίας η όχι αλλά και την μέτρηση της απόστασης μεταξύ του αντικειμένου και του ιδίου. Η λειτουργία είναι όμοια με αυτή του ραντάρ και του σόναρ.

## 2.6.3 Αισθητήρες πίεσης

Οι αισθητήρες πίεσης είναι συσκευές που μπορούν να εντοπίσουν πίεση και να την μετατρέψουν σε ηλεκτρικό σήμα. Προφανώς η ποσότητα του ηλεκτρισμού θα εξαρτάται από την δύναμη πίεσης που ασκείται. Υπάρχει πληθώρα συσκευών που βασίζονται σε υδροστατική η άλλης μορφής πίεση. Οι αισθητήρες αυτοί κάνουν δυνατή την δημιουργία συστημάτων IoT που παρακολουθούν συστήματα και συσκευές προωθημένες υπό πίεση. Με οποιαδήποτε μεταβολή από την βασική ένδειξη η συσκευή ενημερώνει το σύστημα διαχείρισης, έτσι ξεκινά η επισκευή. Συσκευές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται συχνά σε συστήματα υδρορροών, στην βιομηχανία αλλά και στην συντήρηση.

#### 2.6.4 Αισθητήρες αναγνώρισης ποιότητας νερού

Το όνομα του αισθητήρα αυτού προδίδει την ιδιότητα του. Προφανώς ο αισθητήρας αυτός ελέγχει την ποιότητα του νερού στα συστήματα ύδρευσης καθώς αυτό κατανέμεται στις κατοικίες. Πρακτικά το νερό βρίσκει χρήση παντού. Όμως ανάλογα την χρήση η ποιότητα του νερού πρέπει να είναι διαφορετική επομένως οι αισθητήρες αυτοί βοηθούν στην κατανομή του νερού ανάλογα την χρήση του.

Παρακάτω θα αναφέρουμε μερικούς τέτοιους αισθητήρες:

- **Αισθητήρας χλωρίνης:** ο αισθητήρας αυτός μετράει την ποσότητα χλωρίνης που υπάρχει στο νερό.
- **Αισθητήρας οργανικού άνθρακα:** Ο αισθητήρας αυτός μετράει τα διάφορα οργανικά στοιχεία που υπάρχουν στο νερό.
- **Αισθητήρας θολότητας:** Ο αισθητήρας αυτός μετράει τα διάφορα άλατα και άλλα στερεά σώματα που μπορεί να υπάρχουν στο νερό. Τυπικά χρησιμοποιείται στα ποτάμια στις ροές και στα απόβλητα.
- **Αισθητήρες pH:** Μετρούν το pH του νερού. Πολύ σημαντική εφαρμογή στις καλλιέργειες καθώς το νερό και το χώμα θέλουμε να έχει συγκεκριμένο pH.

#### 2.6.5 Χημικοί αισθητήρες

Οι χημικοί αισθητήρες έχουν ευρεία εφαρμογή στην βιομηχανία. Η χρήση τους έχει στόχο την παρακολούθηση και ένδειξη μεταβολών, στις χημικές μεταβολές υγρών και αερίων. Παίζουν σημαντικό ρόλο, σε μεγάλες πόλεις όπου είναι σημαντικό για την προστασία της υγείας των πολιτών και γενικότερα του πληθυσμού να ελέγχονται οι μεταβολές αυτές.

Η βασική χρήση των χημικών αισθητήρων όμως είναι στην βιομηχανική περιβαλλοντολογική παρακολούθηση και ο έλεγχος των διάφορων διαδικασιών έτσι ώστε να μην υπάρχει σκόπιμη και μη απελευθέρωση επιβλαβών, εκρηκτικών η και ραδιενεργών ουσιών. Ταυτόχρονα βοηθούν στην παρακολούθηση της ανακύκλωσης στους διαστημικούς σταθμούς, στις φαρμακοβιομηχανίες και στα εργαστήρια.

Παρακάτω αναφέρονται μερικοί χημικοί αισθητήρες:

- Χημικό Transistor.
- Χημική αντίσταση.
- Ηλεκτροχημικός αισθητήρας αερίου.
- Φθορίζον αισθητήρας χλωρίου.
- Γυάλινο ηλεκτρόδιο pH.
- Αισθητήρας δυναμικού.
- Αισθητήρας ψευδάργυρου.





Σχήμα 2-17: Αισθητήρας που τροφοδοτείται από τον άνθρωπο

### 2.6.6 Αισθητήρες αερίου

Οι αισθητήρες αερίου είναι όμοιοι με τους χημικούς αλλά είναι σχεδιασμένοι ειδικά για να εντοπίζουν μεταβολές στην ποιότητα του αέρα και την παρουσία άλλων αερίων. Όπως και οι χημικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές στην βιομηχανία, γεωργία και υγεία. Ο εντοπισμός τοξικών ή εύφλεκτων αερίων σε οποιοδήποτε περιβάλλον εργασίας είναι κρίσιμος και γι' αυτό βρίσκουν εφαρμογή πολύ συχνά.

Παρακάτω θα αναφέρουμε μερικούς αισθητήρες αερίου:

- Αισθητήρας διοξειδίου του άνθρακα
- Αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα
- Αισθητήρας υδρογόνου
- Αισθητήρας αζώτου
- Αισθητήρας οξυγόνου
- Αισθητήρας όζων
- Αισθητήρας ηλεκτροχημικών αερίων
- Υδρόμετρο.

### 2.6.7 Αισθητήρες καπνού

Οι αισθητήρες καπνού είναι συσκευές που αναγνωρίζουν αερομεταφερόμενα σωματίδια τα οποία προέρχονται από κάποιου είδους καύση. Εδώ και πολλά χρόνια χρησιμοποιούνται σε χώρους για την προστασία από πυρκαγιά. Ωστόσο με την ανάπτυξη του IoT έγιναν ακόμη πιο αποτελεσματικοί καθώς συνδέονται στο σύστημα και ενημερώνουν τους χρήστες για τυχόν προβλήματα που συμβαίνουν σε διάφορους τομείς της ζωής και της βιομηχανίας.

Οι αισθητήρες αυτί χρησιμοποιούνται πλέον στην βιομηχανία, σε συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης χώρου καθώς και σε κτίρια γενικής χρήσης. Προφανώς λειτουργούν για την προστασία ανθρώπων αλλά και μηχανημάτων από επικίνδυνες καταστάσεις.



Σχήμα 2-18: Αισθητήρας καπνού ελεγχόμενος απο εφαρμογή smartphone

Τυπικοί ανιχνευτές καπνού είναι:

- **Κλασικός ανιχνευτής καπνού:** εντοπίζει καπνό και φλόγες σε κάποιον χώρο. Έχουμε τους εξής 2 τρόπους εντοπισμού:
- **Οπτικός ανιχνευτής καπνού:** ο ανιχνευτής αυτός ελέγχει έναν χώρο για καπνό μέσω του εντοπισμού φωτονίων.
- **Ανιχνευτής καπνού ιόντων:** Ο ανιχνευτής αυτός λειτουργεί με βάση την αρχή του ιοντισμού. Ελέγχει έναν χώρο για ιοντισμένα σωματίδια τα οποία εκπέμπονται με την παρουσία φλόγας.

### 2.6.8 Υπέρυθροι αισθητήρες

Οι αισθητήρες αυτού του τύπου, χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος στο οποίο είναι εγκατεστημένοι είτε με το να εκπέμπουν η να εντοπίζουν υπέρυθρη ακτινοβολία. Είναι επίσης δυνατόν να μετρήσουν την θερμότητα που εκπέμπει ένα αντικείμενο. Αυτήν την στιγμή χρησιμοποιούνται σε πληθώρα εφαρμογών του IoT, ιδιαίτερα στην υγεία. Επιτρέπουν την παρακολούθηση της ροής του αίματος και της πίεσης ενός ασθενή. Επίσης, βρίσκουν εφαρμογή σε έξυπνες συσκευές όπως έξυπνα ρολόγια η smartphones. Άλλες κοινές χρήσεις είναι σε εφαρμογές σπιτιού, βιομετρικές αναλύσεις, υπέρυθρη όραση, οπτική επικοινωνίας, μέτρηση θερμότητας χωρίς επαφή και εντοπισμό νεκρής γωνίας σε αυτοκίνητα. Η χρησιμότητα τους δεν σταματά εδώ καθώς βοηθούν στα συστήματα ασφάλειας σπιτιού. Οι αισθητήρες αυτοί είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για τις έξυπνες πόλεις όπως θα αναφέρουμε και παρακάτω.



Σχήμα 2-19: Υπέρυθροι αισθητήρες, λειτουργία

### 2.6.9 Αισθητήρες στάθμης

Οι αισθητήρες αυτοί είναι ικανοί να εντοπίσουν την στάθμη ή την ποσότητα υγρών ή γενικότερα ρευστών που βρίσκονται σε ένα κλειστό ή ανοιχτό σύστημα.

Η βασική χρήση τους ήταν να εντοπίζουν στάθμη σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης υγρών ή σε νεπόζιτα στα αυτοκίνητα ή σε διάφορες βιομηχανίες αλλά και εταιρίες αποθήκευσης κάποιου υγρού όπως παράδειγμα κρασί.

Οι πιο σημαντικές μέχρι στιγμής εφαρμογές είναι εντοπισμός στάθμης καυσίμου σε κλειστά ή ανοιχτά δοχεία, στάθμη θάλασσας για εντοπισμό τσουνάμι, δεξαμενές νερού, υγρά για ιατρικό εξοπλισμό, συμπιεστές και υδραυλικές δεξαμενές.

Οι αισθητήρες αυτοί βοηθούν ιδιαίτερα στις διάφορες βιομηχανίες καθώς επιτρέπουν την παρακολούθηση των επιπέδων διαφόρων υγρών που πιθανόν να πρέπει να μένουν σε σταθερά επίπεδα. Έτσι η παραγωγή γίνεται καλύτερη.

Υπάρχουν 2 βασικοί τύποι αισθητήρων στάθμης:

- **Αισθητήρες στάθμης σημείων:** Ο αισθητήρας αυτός ελέγχει συγκεκριμένα σημεία και όχι τις ενδιάμεσες στάθμες
- **Αισθητήρες συνεχόμενης στάθμης:** Οι αισθητήρες αυτοί ελέγχουν υγρά ή ξηρά προϊόντα σε ένα συγκεκριμένο συνεχές εύρος τιμών. Το καλύτερο παράδειγμα είναι στις σύγχρονες ενδείξεις καυσίμου στα αυτοκίνητα.



Σχήμα 2-20: Αρχή λειτουργίας αισθητήρα στάθμης

### 2.6.10 Αισθητήρες εικόνας

Οι αισθητήρες αυτοί είναι σαν κάμερες που παρακολουθούν έναν χώρο λαμβάνοντας εικόνες τις οποίες μετατρέπουν σε ηλεκτρονικά σήματα για την απεικόνιση ή την αποθήκευση των αρχείων. Η βασική τους χρήση είναι στις ψηφιακές κάμερες, αναπαράσταση ιατρικών αρχείων εικόνας, νυχτερινή όραση, θερμικός εντοπισμός, ραντάρ, σόναρ, έξυπνα σπίτια με εφαρμογές μουσικής και βίντεο, βιομετρικός εντοπισμός και σάρωση ίριδος για την ασφάλεια.



Σχήμα 2-21: Αισθητήρας εικόνας

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι τέτοιων αισθητήρων που είναι CCD (charged coupled device) και CMOS (complementary metal-oxide semiconductor). Και οι δύο κάνουν την ίδια λειτουργία, δηλαδή λαμβάνουν εικόνες αλλά με διαφορετική τεχνολογία. Κάποιος εύκολα μπορεί να μπερδευτεί και να νομίζει πως μιλάμε για μία κανονική κάμερα, όμως αυτό δεν είναι αλήθεια. Οι αισθητήρες εικόνας είναι συνδεδεμένοι με πολλές άλλες συσκευές, επιτρέποντας έτσι την επικοινωνία μεταξύ τους και την λειτουργικότητα της συσκευής πολύ πιο χρήσιμη.

Μία ιδιαίτερη εφαρμογή που βρίσκουν αυτού του τύπου οι αισθητήρες είναι στην βιομηχανία αυτοκινήτων. Οι διάφορες εταιρίες προσπαθούν να αναπτύξουν λογισμικό κατάλληλο για να μπορεί το αυτοκίνητο να υποβοηθά τον χρήστη στην οδήγηση με απώτερο σκοπό την αυτόνομη οδήγηση.

### 2.6.11 Αισθητήρες εντοπισμού κίνησης

Οι αισθητήρες αυτοί είναι ηλεκτρονικές συσκευές που εντοπίζουν φυσικές κινήσεις σε μία συγκεκριμένη περιοχή και την μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα. Μπορεί να εντοπιστεί η κίνηση ενός αντικειμένου ή ενός ανθρώπου. Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κατά βάση για την ασφάλεια σε χώρους. Διάφορες εταιρίες τοποθετούν αισθητήρες κίνησης σε χώρους στους οποίους δεν θα έπρεπε να υπάρχει κίνηση, έτσι μπορεί να εντοπιστεί οποιοσδήποτε πάει να παραβιάσει τον χώρο. Σε άλλες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται σε συστήματα αυτοματισμού όπως είναι οι αυτόματες θύρες, έξυπνες κάμερες, διόδια, αυτόματα συστήματα πάρκινγκ, αυτόματες τουαλέτες, στεγνωτήρες χεριών, συστήματα διαχείρισης ενέργειας όπως

για παράδειγμα αυτόματο φως, κλιματιστικό χώρου, ανεμιστήρες και άλλες συσκευές χώρου που δεν είναι απαραίτητο να λειτουργούν αν δεν υπάρχει άνθρωπος.

Σε πιο προηγμένα συστήματα, οι εταιρίες χρησιμοποιούν αισθητήρες κίνησης για να παρακολουθήσουν χαρακτηριστικές κινήσεις ανθρώπων όπως το κούνημα του χεριού, για να εντοπίσουν πατέντες χρήσιμες για την επικοινωνία ανθρώπου – μηχανής. Αν και αρχικά χρησιμοποιούνται για την ασφάλεια, όσο μεγαλώνει η βιομηχανία και το IoT, οι αισθητήρες αυτοί βρίσκουν όλο και περισσότερες εφαρμογές.



Σχήμα 2-22: Αισθητήρας κίνησης με υπέρηχους

Παρακάτω αναφέρουμε κάποιους βασικούς αισθητήρες κίνησης:

- **Παθητικοί αισθητήρες υπέρυθρων:** Αναγνωρίζει την θερμότητα του σώματος και είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος σε συστήματα ασφάλειας σπιτιού.
- **Αισθητήρες υπέρηχων:** Αυτού του τύπου οι αισθητήρες αντιγράφουν την λειτουργία της νυχτερίδας για να εντοπίσουν μεταβολές στον χώρο. Στέλνουν ήχο και τον εντοπίζουν βλέποντας αλλαγές στην ταχύτητα των κυμάτων.
- **Αισθητήρες μικροκυμάτων:** Στέλνουν παλμούς ραδιοκυμάτων και μετρούν την αντανάκλαση κινούμενων αντικειμένων. Αυτού του είδους οι αισθητήρες μπορούν να εντοπίσουν κίνηση σε μεγαλύτερο χώρο αλλά είναι ευάλωτοι σε ηλεκτρικές παρεμβολές και ακριβοί στην κατασκευή.

#### 2.6.12 Αισθητήρες επιτάχυνσης

Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν τις διάφορες μεταβολές της επιτάχυνσης που «αισθάνεται» ένα αντικείμενο εξαιτίας δυνάμεων αδράνειας. Οι μεταβολές λαμβάνονται από το μηχανήμα και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα. Η επιτάχυνση ορίζεται ως ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας η μπορούμε να λάβουμε την επιτάχυνση από τον λόγο της δύναμης ως προς την μάζα του σώματος. Υπάρχουν πολλές τεχνικές για την μέτρηση της ποσότητας αυτής ανάλογα την περίπτωση.

Οι αισθητήρες αυτοί βρίσκονται πλέον σε εκατομμύρια συσκευές καθώς τα περισσότερα αν όχι όλα τα smartphones και tablets που υπάρχουν στην αγορά έχουν

έναν τέτοιο αισθητήρα μέσα σε μορφή ολοκληρωμένου κυκλώματος. Χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό δονήσεων, στρέψης και επιτάχυνσης γενικότερα της ίδιας συσκευής καθώς υπάρχει πληθώρα εφαρμογών που απαιτούν αυτές τις μετρήσεις. Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται για αντικλεπτικά συστήματα.

Υπάρχουν διάφορα είδη τέτοιου τύπου αισθητήρες όπως: χωρικοί αισθητήρες οι οποίοι αναγνωρίζουν μία τάση εξόδου ανάλογα την απόσταση μεταξύ δύο επιφανειών. Αυτού του τύπου οι αισθητήρες δεν επηρεάζονται εύκολα από θόρυβο και μεταβολές στην θερμοκρασία.

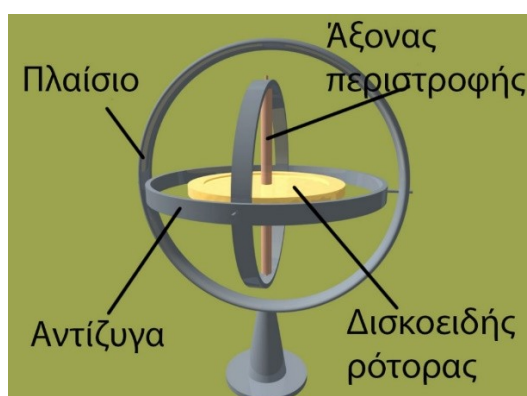
Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες επιτάχυνσης: Βασίζονται στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Είναι ιδανικοί για τον εντοπισμό δονήσεων και πίεσης.

### 2.6.13 Αισθητήρες αδράνειας

Οι αισθητήρες αδράνειας ή αλλιώς γυροσκοπικοί αισθητήρες, είναι συσκευές που ανιχνεύουν την γωνιακή ταχύτητα ενός αντικειμένου που περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα περιστροφής. Η γωνιακή ταχύτητα ορίζεται ως η ταχύτητα περιστροφής του αντικειμένου ως προς έναν άξονα. Οι αισθητήρες αυτοί είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι για την πλοήγηση σε τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων.

Η πιο συχνή τους χρήση είναι στις εφαρμογές που έχουν να κάνουν με την πλοήγηση συστημάτων σε αυτοκίνητα, ρομποτικός έλεγχος, drones, έλεγχος μηχανημάτων και πολλά άλλα. Υπάρχουν κάποιοι βασικοί τύποι αισθητήρων αδράνειας όπως:

- Περιτροφικά γυροσκόπια
- Δονούμενα γυροσκόπια
- Οπτικά γυροσκόπια
- MEMS (micro-electro-mechanical) gyroscopes



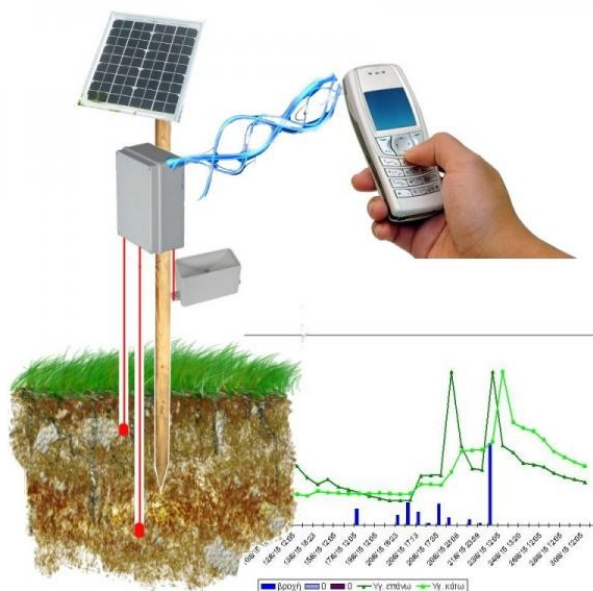
Σχήμα 2-23: Ένα γυροσκόπιο, με αυτήν την αρχή λειτουργεί ο αισθητήρας αδράνειας

### 2.6.14 Αισθητήρες υγρασίας

Η υγρασία ορίζεται ως η ποσότητα του υδατινού ατμού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα ή σε άλλα αέρια. Η πιο συχνή ορολογία είναι η σχετική υγρασία. Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούν συνήθως θερμικούς αισθητήρες, καθώς σε διάφορες



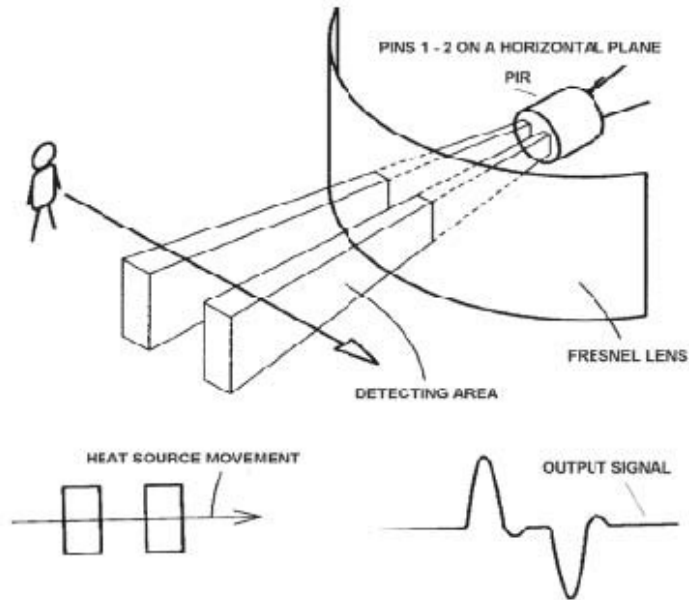
εφαρμογές υπάρχει η ανάγκη για συγκεκριμένες τιμές υγρασίας. Με την μέτρηση της υγρασίας και με συσκευές που είναι ικανές να μεταβάλουν την ποσότητα αυτή, μπορούμε να διατηρήσουμε την υγρασία σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο όπως ορίζεται από τον χρήστη. Παραδείγματα εφαρμογών είναι σε συστήματα οικιακής θέρμανσης, εξαερισμού, κλιματισμού κλπ. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αυτοκινητοβιομηχανία, σε μουσεία, βιομηχανικούς χώρους, θερμοκήπια, μετεωρολογικούς σταθμούς, νοσοκομεία και βιομηχανίες φαρμάκων (προστασία των φαρμάκων).



Σχήμα 2-24: Αισθητήρας υγρασίας

### 2.6.15 Οπτικοί αισθητήρες

Οι αισθητήρες που μετρούν την φυσική ποσότητα των ακτινών φωτός και την μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο ύστερα μπορεί εύκολα να μεταδοθεί σε άλλες συσκευές λέγονται αισθητήρες φωτός. Οι αισθητήρες αυτοί είναι ίσως και οι πιο σημαντικοί στο IoT καθώς είναι χρήσιμοι για την μέτρηση διαφορετικών πραγμάτων ταυτόχρονα. Η τεχνολογία πίσω από αυτούς τους αισθητήρες, επιτρέπει την εποπτεία ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας σε μορφή φωτός αλλά και ηλεκτρισμού και άλλου είδους ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Οι αισθητήρες αυτοί βρίσκουν εφαρμογή στην υγεία, περιβαλλοντολογική παρακολούθηση, ενέργεια και άλλες πολλές χρήσεις. Η βασική τους χρήση σε εφαρμογές έξυπνων σπιτιών είναι στην αναγνώριση φωτός, ψηφιακοί διακόπτες φωτός, οπτικές ίνες, συστήματα δικτύων υψηλών ταχυτήτων, έλεγχος θυρών ανελκυστήρα καθώς και συστήματα ασφάλειας.



Σχήμα 2-25: Αρχή λειτουργίας οπτικού αισθητήρα

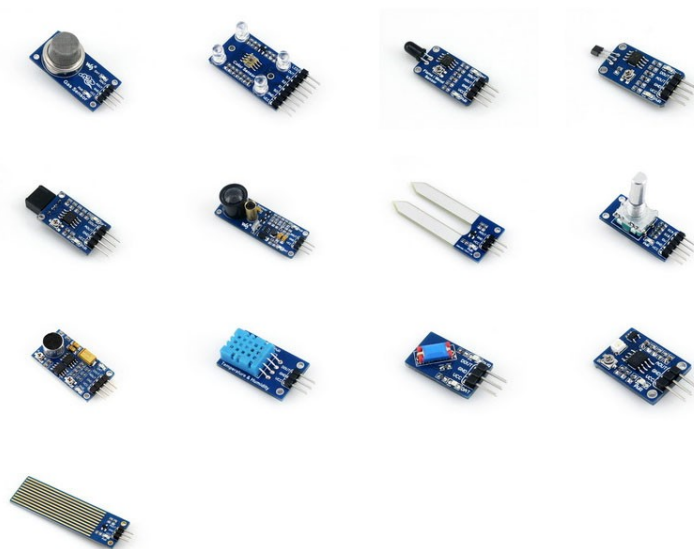
Παρακάτω αναφέρουμε μερικούς τύπους οπτικών αισθητήρων:

- **Φωτοανιχνευτής:** χρησιμοποιεί ημιαγωγικό υλικό ευαίσθητο στο φως για τον εντοπισμό ακτινών.
- **Οπτικές ίνες:** Οι οπτικές ίνες δεν έχουν ηλεκτρικό σήμα αλλά ακτίνες φωτός που διαδίδονται μέσα από το καλώδιο με ανάκλαση και διάθλαση. Δεν επηρεάζεται καθόλου από εξωτερικά ηλεκτρικά σήματα.
- **Πυρόμετρο:** Μπορεί να μετρά την θερμοκρασία ενός αντικειμένου από την συχνότητα του φωτός που εκπέμπει.



## 2.6.16 Ανακεφαλαίωση

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα είδη των αισθητήρων είναι πάρα πολλά. Αυτό είναι λογικό καθώς είναι ο κορμός του ίντερνετ των πραγμάτων. Δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει η ιδέα της επικοινωνίας ή του εντοπισμού φυσικών ποσοτήτων χωρίς να έχουμε την δυνατότητα να εντοπίσουμε όλες τις μεταβλητές που είναι απαραίτητες για την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλοντα χώρο. Για κάθε αισθητήρα η βασική ιδέα είναι μία. Εντοπισμός και μέτρηση μίας ποσότητας και μετατροπή αυτής σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο μεταδίδεται από συσκευή σε συσκευή μέχρι την αξιοποίηση της πληροφορίας αυτής από κάποια εφαρμογή ή χρήστη.



Σχήμα 2-26: Διαφόρων ειδών αισθητήρες με ποδαράκια για σύνδεση σε κύκλωμα

### 3 «ΕΞΥΠΝΕΣ» ΠΟΛΕΙΣ

#### 3.1 Τι είναι οι «έξυπνες» πόλεις

Μια έξυπνη πόλη είναι μια αστική περιοχή που χρησιμοποιεί διαφορετικούς τύπους ηλεκτρονικών αισθητήρων συλλογής δεδομένων για την παροχή πληροφοριών που χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων και των πόρων. Αυτό περιλαμβάνει στοιχεία που συλλέγονται από πολίτες, συσκευές και στοιχεία που επεξεργάζονται και αναλύονται για την παρακολούθηση και διαχείριση συστημάτων κυκλοφορίας και μεταφοράς, σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, δικτύων ύδρευσης, διαχείρισης αποβλήτων, επιβολής του νόμου, συστημάτων πληροφοριών, σχολείων, βιβλιοθηκών, νοσοκομείων και άλλων κοινοτήτων. Η έννοια της έξυπνης πόλης ενσωματώνει την τεχνολογία της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ) και τις διάφορες φυσικές συσκευές που συνδέονται στο δίκτυο για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών και των υπηρεσιών της πόλης και για τη σύνδεση με τους πολίτες. Η τεχνολογία έξυπνων πόλεων επιτρέπει στους αξιωματούχους της πόλης να αλληλοεπιδρούν άμεσα με την υποδομή της κοινότητας και της πόλης και να παρακολουθούν τι συμβαίνει στην πόλη και πώς εκείνη εξελίσσεται.



Σχήμα 3-27: Έξυπνες πόλεις

Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ποιότητας, των επιδόσεων και της αλληλεπίδρασης των αστικών υπηρεσιών, τη μείωση του κόστους και της κατανάλωσης πόρων και την αύξηση της επαφής μεταξύ πολιτών και κυβέρνησης. Οι έξυπνες εφαρμογές πόλης αναπτύσσονται για να διαχειρίζονται τις ροές των αστικών περιοχών και να επιτρέπουν απαντήσεις σε πραγματικό χρόνο. Μια έξυπνη πόλη μπορεί συνεπώς να είναι πιο προετοιμασμένη να ανταποκριθεί στις προκλήσεις με μια απλή «συναλλακτική» σχέση με τους πολίτες της. Ωστόσο, ο ίδιος ο όρος παραμένει ασαφής στις ιδιαιτερότητές του και επομένως είναι ανοικτός σε πολλές ερμηνείες.

Άλλοι όροι που έχουν χρησιμοποιηθεί για παρόμοιες έννοιες περιλαμβάνουν το cyberville, την ψηφιακή πόλη, τις ηλεκτρονικές κοινότητες, την ευελιξία, την πόλη πληροφοριών, την έξυπνη πόλη, την πόλη που βασίζεται στη γνώση, την πόλη MESH, την τηλεπικοινωνία, την πανταχού παρούσα πόλη και την ενσύρματη πόλη.

Σημαντικές τεχνολογικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές έχουν προκαλέσει ενδιαφέρον για έξυπνες πόλεις, όπως η αλλαγή του κλίματος, η οικονομική αναδιάρθρωση, η μετάβαση στο ηλεκτρονικό εμπόριο και η ψυχαγωγία, η γήρανση του πληθυσμού, η αύξηση του αστικού πληθυσμού και οι πιέσεις στα δημόσια οικονομικά. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει καταβάλει συνεχείς προσπάθειες για την εκπόνηση μιας στρατηγικής για την επίτευξη «έξυπνης» αστικής ανάπτυξης για τις μητροπολιτικές πόλεις-περιφέρειές της. Η ΕΕ έχει αναπτύξει μια σειρά προγραμμάτων στο πλαίσιο της «Ψηφιακής Ατζέντας της Ευρώπης». Το 2010, τόνισε την επικέντρωσή της στην ενίσχυση της καινοτομίας και των επενδύσεων στις υπηρεσίες ΤΠΕ με στόχο τη βελτίωση των δημόσιων υπηρεσιών και της ποιότητας ζωής. Η Agur εκτιμά ότι η παγκόσμια αγορά έξυπνων αστικών υπηρεσιών θα είναι 400 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως έως το 2020. Παραδείγματα τεχνολογιών και προγραμμάτων Smart City έχουν υλοποιηθεί στη Σιγκαπούρη, στο Ντουμπάι, στο Milton Keynes, στο Southampton, στο Άμστερνταμ, στη Βαρκελώνη, στη Μαδρίτη, στη Στοκχόλμη Κίνα και Νέα Υόρκη.

### 3.1.1 Τεχνολογικό πλαίσιο

Πολλές έννοιες της έξυπνης πόλης βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση της τεχνολογίας. Μια τεχνολογική έξυπνη πόλη δεν είναι μόνο μία ιδέα, αλλά υπάρχουν διαφορετικοί συνδυασμοί τεχνολογικής υποδομής που δημιουργούν μια έννοια έξυπνης πόλης.

**Ψηφιακή πόλη:** συνδυάζει υποδομές προσανατολισμένες προς την υπηρεσία, υπηρεσίες καινοτομίας και επικοινωνιακή υποδομή. Οι Yovanof, G. S. και Hazapis, O. N. ορίζουν μια ψηφιακή πόλη με τον εξής ορισμό: «μια συνδεδεμένη κοινότητα που συνδυάζει υποδομή ευρυζωνικών επικοινωνιών, μια ευέλικτη υπολογιστική υποδομή προσανατολισμένη στις υπηρεσίες που βασίζεται σε ανοικτά πρότυπα του κλάδου και καινοτόμες υπηρεσίες για την κάλυψη των αναγκών των κυβερνήσεων και των υπαλλήλων τους, των πολιτών και των επιχειρήσεων». Ο κύριος σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον στο οποίο οι πολίτες διασυνδέονται και μοιράζονται εύκολα πληροφορίες σε οποιοδήποτε σημείο της πόλης.

**Εικονική πόλη:** Σε αυτές τις πόλεις οι λειτουργίες υλοποιούνται σε έναν κυβερνοχώρο. Περιλαμβάνει την έννοια της υβριδικής πόλης, η οποία αποτελείται από μια πραγματικότητα με πραγματικούς πολίτες και οντότητες και μια παράλληλη εικονική πόλη πραγματικών οντοτήτων και ανθρώπων. Έχοντας μια έξυπνη πόλη που είναι εικονική σημαίνει ότι σε ορισμένες πόλεις είναι πιθανή η συνύπαρξη μεταξύ αυτών των δύο πραγματοτήτων, ωστόσο το ζήτημα της φυσικής απόστασης και της θέσης δεν είναι ακόμα εύκολο να διαχειριστεί. Το όραμα του κόσμου χωρίς απόσταση εξακολουθεί να μην ικανοποιείται από πολλές απόψεις. Στην πράξη, αυτή η ιδέα διατηρείται μέσω της φυσικής υποδομής πληροφορικής των καλωδίων, των κέντρων δεδομένων και των ανταλλαγών.

**Πόλη πληροφοριών:** Συλλέγει πληροφορίες τοπικού χαρακτήρα και τις διαβιβάζει στη δημόσια πύλη. Στην πόλη αυτή, πολλοί κάτοικοι μπορούν να ζήσουν και ακόμη και να εργαστούν στο Διαδίκτυο επειδή μπορούν να αποκτήσουν κάθε πληροφορία μέσω των υποδομών πληροφορικής, χάρη στη μέθοδο ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των ίδιων των πολιτών. Χρησιμοποιώντας αυτή την προσέγγιση, μια πόλη πληροφόρησης θα μπορούσε να είναι ένα αστικό κέντρο τόσο από οικονομική όσο και από κοινωνική άποψη. το πιο σημαντικό είναι η σύνδεση μεταξύ των υπηρεσιών πολιτών, των αλληλεπιδράσεων των ανθρώπων και των κυβερνητικών θεσμών.

**Ευφυής πόλη:** περιλαμβάνει λειτουργία ως έρευνα ή τεχνολογική καινοτομία για τη στήριξη της διαδικασίας εκμάθησης και καινοτομίας. Η έννοια αυτή εμφανίζεται σε ένα κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο η γνώση, η μαθησιακή διαδικασία και η δημιουργικότητα έχουν μεγάλη σημασία και το ανθρώπινο κεφάλαιο θεωρείται ο πιο πολύτιμος πόρος σε αυτό το είδος τεχνολογικής πόλης. Συγκεκριμένα, ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης είναι ότι κάθε υποδομή είναι ενημερωμένη, δηλαδή διαθέτει την τελευταία τεχνολογία στον τομέα των τηλεπικοινωνιών, της ηλεκτρονικής και της μηχανικής τεχνολογίας. Σύμφωνα με τον Κομνηνό και τον Σεφέτζι, η προσπάθεια να οικοδομηθεί μια "έξυπνη" έξυπνη πόλη είναι περισσότερο μια ριζική καινοτομία παρά μια σταδιακή καινοτομία λόγω μιας μεγάλης ποσότητας προσπαθειών για τη χρήση της ΤΠ που προσπαθεί να μεταμορφώσει την καθημερινή ζωή.



Σχήμα 3-28: Συνδυασμός τεχνολογιών και πολιτικής για Ευφυείς Μεταφορές

**Πανεπιστήμιο (U-city):** Δημιουργεί ένα περιβάλλον που συνδέει τους πολίτες με οποιεσδήποτε υπηρεσίες μέσω οποιασδήποτε συσκευής. Σύμφωνα με τους Anthopoulos, L., & Fitsilis, P., [48] η U-city είναι μια περαιτέρω επέκταση της αρχιτεκτονικής της ψηφιακής πόλης λόγω της δυνατότητας πρόσβασης σε κάθε υποδομή. Αυτό καθιστά ευκολότερο για τον πολίτη τη χρήση οποιωνδήποτε διαθέσιμων συσκευών για τη διασύνδεσή τους. Στόχος του είναι να δημιουργήσει μια πόλη όπου οποιεσδήποτε πολίτης μπορεί να πάρει οποιεσδήποτε υπηρεσίες οπουδήποτε και οποτεδήποτε μέσω οποιουδήποτε είδους συσκευών. Είναι σημαντικό να υπογραμμίσουμε ότι η πανταχού παρούσα πόλη είναι διαφορετική από την

παραπάνω εικονική πόλη: ενώ η εικονική πόλη δημιουργεί έναν άλλο χώρο απεικονίζοντας τα πραγματικά αστικά στοιχεία εντός του εικονικού χώρου, η U-πόλη δίνεται από τα τσιπ υπολογιστών που έχουν εισαχθεί σε αυτά τα αστικά στοιχεία.

**Η γνωστική έξυπνη πόλη:** Η γνωστική έξυπνη πόλη επεκτείνει την έννοια της έξυπνης πόλης αναφερόμενη στη σύγκλιση του αναδυόμενου Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και των έξυπνων τεχνολογιών της πόλης, των μεγάλων δεδομένων που παράγει και των τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης. Η συνεχής μάθηση μέσω των ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων και, κατά συνέπεια, η πραγματοποίηση μιας δυναμικής και ευέλικτης συμπεριφοράς και ενεργειών που βασίζονται στο δυναμικό περιβάλλον της πόλης αποτελούν τα βασικά συστατικά ενός τέτοιου πλαισίου.

### 3.1.2 Ανθρώπινο πλαίσιο

Η ανθρώπινη υποδομή (δηλαδή τα δημιουργικά επαγγέλματα και το εργατικό δυναμικό, τα δίκτυα γνώσεων, οι εθελοντικές οργανώσεις) είναι ένας κρίσιμος άξονας για την ανάπτυξη των πόλεων.

**Δημιουργική πόλη:** η δημιουργικότητα αναγνωρίζεται ως βασικός οδηγός για την έξυπνη πόλη και αντιπροσωπεύει επίσης μια εκδοχή της. Οι κοινωνικές υποδομές, όπως για παράδειγμα το πνευματικό και κοινωνικό κεφάλαιο, είναι απαραίτητοι παράγοντες για την οικοδόμηση μιας πόλης που είναι έξυπνη σύμφωνα με το ανθρώπινο πλαίσιο. Οι υποδομές αυτές αφορούν τους ανθρώπους και τη σχέση τους. Το Smart City επωφελείται από το κοινωνικό κεφάλαιο και θα μπορούσε να είναι εφικτό και ευκολότερο να δημιουργηθεί μια ιδέα έξυπνης πόλης εάν υπάρχει συνδυασμός εκπαίδευσης και κατάρτισης, πολιτισμού και τέχνης, επιχειρηματικότητας και εμπορίου. Όπως είπε και ο Bartlett, L.

**Εκμάθηση της πόλης:** σύμφωνα με τον Moser, M. A., η πόλη μάθησης εμπλέκεται στην οικοδόμηση ειδικευμένου εργατικού δυναμικού. Αυτός ο τύπος πόλης στο ανθρώπινο πλαίσιο βελτιώνει την ανταγωνιστικότητα στην παγκόσμια οικονομία της γνώσης. Ο Campbell καθιέρωσε μια τυπολογία των πόλεων που μαθαίνουν να είναι έξυπνοι: ξεχωριστά προορατική πόλη, σύμπλεγμα πόλεων, σύνδεση ένας προς έναν μεταξύ πόλεων και δίκτυο πόλης. Αυτό οδηγεί μια πόλη να μάθει πώς πρέπει να είναι εφικτό και ρεαλιστικό να είναι έξυπνη μέσω μαθησιακής διαδικασίας ακολουθούμενη από εργατικό δυναμικό της πόλης.

**Η ανθρώπινη πόλη:** εκμεταλλεύεται το ανθρώπινο δυναμικό, ιδιαίτερα το εργατικό δυναμικό της γνώσης. Μετά από αυτή την προσέγγιση, είναι δυνατόν να επικεντρωθεί στην εκπαίδευση και να οικοδομήσει ένα κέντρο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, το οποίο είναι η πόλη, αποκτώντας καλύτερα μορφωμένα άτομα. Σύμφωνα με τους Glaeser, E. L., & Berry, C. R, αυτή η άποψη κινεί μια έννοια έξυπνης πόλης σε μια πόλη γεμάτη εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό. το ίδιο σκεπτικό θα μπορούσε να γίνει για εκείνους τους κλάδους υψηλής τεχνολογίας που είναι ευαισθητοποιημένοι στη γνώση και θέλουν να μεταναστεύσουν σε μια τόσο δυναμική κοινότητα. Ως συνέπεια του παραπάνω κινήματος, η διαφορά μεταξύ Smart City και όχι γίνεται όλο και ευρύτερη. Οι έξυπνοι χώροι γίνονται όλο και πιο έξυπνοι, ενώ άλλοι χώροι γίνονται λιγότερο έξυπνοι, διότι τέτοιες θέσεις λειτουργούν ως μαγνήτης για δημιουργικούς ανθρώπους και εργαζόμενους (Malanga, S. 2004 [53]).



**Γνωσιακή πόλη:** σχετίζεται με τη διαδικασία της οικονομίας της γνώσης και της καινοτομίας. Αυτός ο τύπος Smart City είναι πολύ παρόμοιος με μια πόλη μάθησης, η μόνη διαφορά αναφέρεται στην "πόλη της γνώσης συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με την οικονομία της γνώσης και η διάκριση της είναι το άγχος στην καινοτομία" (Dirks, S., Gurdgiev, C. & Keeling, M.

Η έννοια της πόλης της γνώσης συνδέεται με παρόμοιες εξελισσόμενες έννοιες του Smart City, όπως η έξυπνη πόλη και η πόλη που εκπαιδεύει. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό αυτής της πόλης είναι η θεμελιώδης έννοια της βασισμένης στη γνώση αστικής ανάπτυξης, η οποία έχει γίνει ένας σημαντικός και διαδεδομένος μηχανισμός για την ανάπτυξη των πόλεων της γνώσης.

### 3.2 Τα θεσμικά πλαίσια μίας έξυπνης πόλης

Σύμφωνα με τον Moser, M. A., από το 1990, το κίνημα των «έξυπνων κοινοτήτων» διαμορφώθηκε ως στρατηγική για τη διεύρυνση της βάσης των χρηστών που ασχολούνται με την πληροφορική. Τα μέλη αυτών των Κοινοτήτων είναι άνθρωποι που μοιράζονται το ενδιαφέρον τους και εργάζονται σε συνεργασία με κυβερνητικές και άλλες θεσμικές οργανώσεις με σκοπό να προωθήσουν τη χρήση της πληροφορικής με αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας της καθημερινής ζωής ως συνέπεια της διαφορετικής επιδείνωσης των καθημερινών ενεργειών. Ο Eger, J. M. δήλωσε ότι μια έξυπνη κοινότητα κάνει μια συνειδητή και συμφωνημένη απόφαση να αναπτύξει την τεχνολογία ως καταλύτη για την επίλυση των κοινωνικών και επιχειρηματικών της αναγκών. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε ότι αυτή η χρήση της πληροφορικής και η επακόλουθη βελτίωση θα ήταν πιο απαιτητικές αν δεν υπήρχε η θεσμική βοήθεια. Η εμπλοκή των θεσμικών οργάνων είναι απαραίτητη για την επιτυχία των πρωτοβουλιών της ευφυούς κοινότητας. Ακόμη, ο Moser, M. A. εξήγησε ότι "η οικοδόμηση και ο σχεδιασμός μιας έξυπνης κοινότητας επιδιώκει έξυπνη ανάπτυξη". Μια έξυπνη ανάπτυξη είναι αυτό που προσπαθεί να κάνει η συνεργασία μεταξύ των οργανώσεων των πολιτών και των θεσμικών οργάνων. Είναι δηλαδή, μια αντίδραση στην επιδείνωση των τάσεων στις καθημερινές συνθήκες, όπως για παράδειγμα η κυκλοφοριακή συμφόρηση, ο υπερπληθυσμός των σχολείων και η ατμοσφαιρική ρύπανση. Ωστόσο, είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η τεχνολογική διάδοση δεν είναι αυτοσκοπός, αλλά μόνο ένα μέσο για την επανεμφάνιση των πόλεων για μια νέα οικονομία και κοινωνία. Συμπερασματικά θα μπορούσε να τονιστεί πως οι πρωτοβουλίες Smart City απαιτούν τη στήριξη της διακυβέρνησης ώστε να οδεύσουν προς την επιτυχία.

Η σημασία αυτών των τριών διαφορετικών διαστάσεων συνίσταται στο ότι μόνο ένας δεσμός, η συσχέτιση μεταξύ τους, καθιστά δυνατή την ανάπτυξη μιας πραγματικής ιδέας του Smart City. Σύμφωνα με τον ορισμό του Smart City που δόθηκε από τους Caragliu, A., Del Bo, C. & Nijkamp, P., μια πόλη είναι έξυπνη όταν οι επενδύσεις σε ανθρώπινο / κοινωνικό κεφάλαιο και υποδομή πληροφορικής συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη και στην ενίσχυση της ποιότητας μέσω της συμμετοχικής διακυβέρνησης.

### 3.2.1 Ενεργειακό πλαίσιο

Οι έξυπνες πόλεις χρησιμοποιούν δεδομένα και τεχνολογία ώστε να είναι πιο αποτελεσματικές, να βελτιώσουν τη βιωσιμότητα, να δημιουργήσουν οικονομική ανάπτυξη και να βελτιώσουν τους παράγοντες ποιότητας ζωής για τους ανθρώπους που ζουν και εργάζονται στην πόλη. Αυτό σημαίνει παράλληλα πως η πόλη έχει μια πιο έξυπνη ενεργειακή υποδομή. Ένας πιο επίσημος ορισμός είναι το εξής: "Μια αστική περιοχή που έχει ενσωματώσει με ασφάλεια την τεχνολογία σε όλες τις πληροφορίες, και των τομέων Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) για την καλύτερη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων μιας πόλης.

Μια έξυπνη πόλη τροφοδοτείται από "έξυπνες συνδέσεις" για διάφορα αντικείμενα όπως ο φωτισμός του δρόμου, τα έξυπνα κτίρια, οι καταναμημένοι ενεργειακοί πόροι (DER), οι αναλύσεις δεδομένων και οι έξυπνες μεταφορές. Ανάμεσα σε αυτά, η ενέργεια είναι μεγαλύτερης σημασίας και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι επιχειρήσεις κοινής ωφελείας κατέχουν βασικό ρόλο στις έξυπνες πόλεις. Οι ηλεκτρικές εταιρείες, που συνεργάζονται με αξιωματούχους της πόλης, εταιρείες τεχνολογίας και μερικά άλλα ιδρύματα, είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες, καθώς βοήθησαν στην επιτάχυνση της ανάπτυξης των έξυπνων πόλεων της Αμερικής.

### 3.2.2 Πλαίσιο διαχείρισης δεδομένων

Η έξυπνη πόλη χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό τεχνολογιών συλλογής, επεξεργασίας και διάδοσης δεδομένων σε συνδυασμό με τεχνολογίες δικτύωσης και πληροφορικής, καθώς και μέτρα ασφάλειας και ιδιωτικότητας δεδομένων τα οποία ενθαρρύνουν την καινοτομία των εφαρμογών για την προώθηση της συνολικής ποιότητας ζωής των πολιτών της. Παράλληλα όμως καλύπτουν και διαστάσεις που περιλαμβάνουν: τις μεταφορές, την ψυχαγωγία και τις κυβερνητικές υπηρεσίες.

## 3.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

Σημαντικές στρατηγικές και επιτεύγματα που σχετίζονται με τη χωρική νοημοσύνη των πόλεων παρατίθενται στα βραβεία ευφυών κοινοτικών φόρουμ από το 1999 έως το 2010, στις πόλεις Songdo και Suwon (Νότια Κορέα), Στοκχόλμη (Σουηδία), Gangnam District of Seoul (Νότια Κορέα) (Καναδάς), Σεούλ (Νότια Κορέα), Νέα Υόρκη (ΗΠΑ), LaGrange, Γεωργία (Η.Π.Α.), Γουατεμάλο, Οντάριο (Καναδάς), Ταϊπέι (Ταϊβάν) και τη Σιγκαπούρη, οι οποίες αναγνωρίστηκαν για τις προσπάθειές τους για την ανάπτυξη ευρυζωνικών δικτύων και ηλεκτρονικών υπηρεσιών που υποστηρίζουν τα οικοσυστήματα καινοτομίας, την ανάπτυξη και την ένταξη. Υπάρχουν ορισμένες πόλεις που επιδιώκουν ενεργά μια έξυπνη στρατηγική πόλης:

### 3.3.1 Το Amsterdam, Ολλανδία

Οι λαμπτήρες δρόμου στο Άμστερνταμ έχουν αναβαθμιστεί ώστε να επιτρέψουν στα δημοτικά συμβούλια να μειώσουν τα φώτα λόγω της χρήσης πεζών.

Η πρωτοβουλία του Amsterdam Smart City, η οποία ξεκίνησε το 2009 περιλαμβάνει μέχρι σήμερα 170+ έργα που αναπτύσσονται από κοινού από τους κατοίκους της περιοχής, την κυβέρνηση και τις επιχειρήσεις. Αυτά τα έργα επεξεργάζονται σε μια διασυνδεδεμένη πλατφόρμα μέσω ασύρματων συσκευών με σκοπό την ενίσχυση της

ικανότητας λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο της πόλης. Ο Δήμος του Άμστερνταμ (City) ισχυρίζεται ότι σκοπός των έργων είναι η μείωση της κυκλοφορίας, η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας. Για να προωθήσει τις προσπάθειες των τοπικών κατοίκων, η πόλη διοικεί το Amsterdam Smart City Challenge ετησίως, δεχόμενη προτάσεις για εφαρμογές και εξελίξεις που εντάσσονται στο πλαίσιο της πόλης.



Σχήμα 3-29: Λάμπες στο Άμστερνταμ που αλληλεπιδρούν με τους πεζούς

Ένα παράδειγμα εφαρμογών που αναπτύσσονται σε κατοίκους είναι η MobyPark, η οποία επιτρέπει στους ιδιοκτήτες χώρων στάθμευσης να τις νοικιάζουν σε άτομα κατόπιν αμοιβής. Τα δεδομένα που παράγονται από αυτήν την εφαρμογή μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν από την πόλη για να καθορίσουν τη ζήτηση στάθμευσης και τις ροές κυκλοφορίας στο Άμστερνταμ. Ορισμένα σπίτια έχουν επίσης εφοδιαστεί με έξυπνους μετρητές ενέργειας, παρέχοντας κίνητρα σε όσους ενεργά μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας. Μερικές ακόμη πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν τον ευέλικτο φωτισμό του δρόμου (έξυπνος φωτισμός), ο οποίος επιτρέπει στους δήμους να ελέγχουν τη φωτεινότητα των φώτων δρόμου και την έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας. Με αυτόν τον τρόπο, η κυκλοφορία παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο από την πόλη και πληροφορίες σχετικά με τον τρέχοντα χρόνο ταξιδιού σε συγκεκριμένους δρόμους μεταδίδεται για να επιτρέψει στους αυτοκινητιστές να επιλέξουν τις καλύτερες διαδρομές που πρέπει να ακολουθήσουν.

### 3.3.2 Η Βαρκελώνη, Ισπανία

Η Βαρκελώνη έχει δημιουργήσει μια σειρά έργων που μπορούν να θεωρηθούν εφαρμογές "έξυπνης πόλης" στο πλαίσιο της στρατηγικής "CityOS". Για παράδειγμα, η τεχνολογία αισθητήρων εφαρμόστηκε στο σύστημα άρδευσης στο Parc del Centre de Poblenou, όπου τα δεδομένα πραγματικού χρόνου μεταδίδονται στα πληρώματα κηπουρικής σε σχέση με το επίπεδο νερού που απαιτείται για τα φυτά. Η Βαρκελώνη έχει επίσης σχεδιάσει ένα νέο δίκτυο λεωφορείων βασισμένο στην ανάλυση δεδομένων των πιο κοινών κυκλοφοριακών ροών στη Βαρκελώνη, χρησιμοποιώντας



κυρίως κατακόρυφες, οριζόντιες και διαγώνιες διαδρομές με αριθμό κόμβων. Η ενσωμάτωση πολλών τεχνολογιών έξυπνων πόλεων μπορεί να διαπιστωθεί μέσω της εφαρμογής έξυπνων φανών, καθώς τα λεωφορεία κυκλοφορούν σε διαδρομές που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτιστοποίηση του αριθμού των πράσινων φώτων.



Σχήμα 3-30: Ένα λεωφορείο στην Βαρκελώνη του οποίου το δρομολόγιο βασίζεται σε ανάλυση δεδομένων από έξυπνη πόλη

Επιπλέον, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης στη Βαρκελώνη, η κατά προσέγγιση διαδρομή του οχήματος έκτακτης ανάγκης εισέρχεται στο σύστημα φωτεινών σηματοδοτών, ρυθμίζοντας όλα τα φώτα σε πράσινο καθώς προσεγγίζει το όχημα μέσω ενός συνδυασμού GPS και λογισμικού διαχείρισης κυκλοφορίας, επιτρέποντας στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να φθάσουν το περιστατικό χωρίς καθυστέρηση. Μεγάλο μέρος αυτών των δεδομένων διαχειρίζεται η πλατφόρμα Sentilo.

### 3.3.3 Το Κολόμπους, Οχάιο

Το καλοκαίρι του 2017, η πόλη του Columbus, Ohio ξεκίνησε την επιδίωξη μιας έξυπνης πρωτοβουλίας πόλης. Συνεργάστηκε με την American Electric Power Ohio για να δημιουργήσει μια ομάδα νέων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Πολλές έξυπνες πόλεις όπως και αυτή, χρησιμοποιούν συμφωνίες για να προετοιμαστούν για την αλλαγή του κλίματος, να επεκτείνουν τις ηλεκτρικές υποδομές, να μετατρέψουν υπάρχοντα στόλους δημόσιων οχημάτων σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα και να δημιουργήσουν κίνητρα για να μοιραστούν οι άνθρωποι όταν ταξιδεύουν. Για το σκοπό αυτό, το Υπουργείο Μεταφορών των ΗΠΑ έδωσε στην πόλη του Columbus επιχορήγηση 40 εκατομμυρίων δολαρίων. Η πόλη έλαβε επίσης 10 εκατομμύρια δολάρια από τη Vulcan Inc.

Ένας βασικός λόγος για τον οποίο συμμετείχε στην επιλογή θέσεων για νέους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ήταν η συλλογή δεδομένων. Σύμφωνα με την Daily Energy Insider, ο όμιλος Infrastructure and Business Continuity για την AEP δήλωσε: "Δεν θέλετε να τοποθετήσετε υποδομή όπου δεν θα χρησιμοποιηθεί ή θα συντηρηθεί. Τα δεδομένα που συλλέγουμε θα μας βοηθήσουν να οικοδομήσουμε μια πολύ μεγαλύτερη αγορά στο μέλλον".

Επειδή τα αυτόνομα οχήματα παρατηρείται πως έχουν μια αυξημένη βιομηχανική έρευνα και μια νομοθετική ώθηση παγκοσμίως, η οικοδόμηση των διαδρομών και των συνδέσεων για αυτά είναι ένα άλλο σημαντικό μέρος του οράματος, που είναι το Smart City.

### 3.3.4 Το Δουβλίνο, Ιρλανδία

Το Δουβλίνο αποτελεί ένα απροσδόκητο κεφάλαιο για τις έξυπνες πόλεις καθώς το πρόγραμμα έξυπνων πόλεων για την πόλη διοικείται από το Smart Dublin, μια πρωτοβουλία των τεσσάρων Τοπικών Αρχών του Δουβλίνου για τη δέσμευση, με παρόχους έξυπνης τεχνολογίας, ερευνητές και πολίτες για την επίλυση των προκλήσεων της πόλης και τη βελτίωση της ζωής της πόλης. Ακόμη, περιλαμβάνει την ανοιχτή πλατφόρμα δεδομένων Dublinked-Dublin, η οποία φιλοξενεί δεδομένα ανοιχτής πηγής σε εφαρμογές έξυπνων πόλεων.

### 3.3.5 Η Λαγκούνα, Κροατία

Το PLANET είναι ένα έργο το οποίο έχει σχεδιαστεί από επαγγελματίες, ειδικούς στον πολεοδομικό σχεδιασμό και τις «έξυπνες επιχειρήσεις κοινής ωφελείας» και ένα έργο που χαρακτηρίζεται από εξελίξεις στην έννοια Smart City. Η «έξυπνη» πόλη γίνεται όλο και πιο περιεκτική, ανοίγοντας έναν νέο στόχο: τα χαμηλά μεσαία εισοδήματα. Μία από τις πιο σημαντικές έννοιες που αποτελούν το κλειδί για το σχέδιο Smart City είναι η οικολογική βιωσιμότητά του. Η PLANET επεκτείνει αυτή την έννοια σε στρατηγικό επίπεδο και σε οικονομικό επίπεδο. Η βιωσιμότητα του κόστους και των επενδύσεων αποτελεί βασική προτεραιότητα της «Κοινωνικής Έξυπνης Πόλης». Το PLANET δημιουργεί και υλοποιεί αυτό το έργο ενώ παραμένει εντός των οικονομικών παραμέτρων που επιβάλλονται από τα κυβερνητικά προγράμματα κοινωνικής στέγασης (Βραζιλιάνο Minha Casa, Minha Vida). Το Smart City δεν χρειάζεται να είναι κοντά σε μια προϋπάρχουσα πόλη καθώς πρόκειται για μια νέα αυτόνομη και λειτουργική πόλη και ως εκ τούτου μπορεί να προσελκύσει άτομα και επιχειρήσεις.

### 3.3.6 Η Μαδρίτη, Ισπανία

Η Μαδρίτη, η πρωτοποριακή έξυπνη πόλη της Ισπανίας, υιοθέτησε την πλατφόρμα MiNT Madrid Inteligente / Smarter ώστε να ενσωματώσει τη διαχείριση των τοπικών υπηρεσιών. Οι οποίες, περιλαμβάνουν τη βιώσιμη και μηχανογραφημένη διαχείριση των υποδομών, τη συλλογή απορριμμάτων και την ανακύκλωση, καθώς και δημόσιους χώρους και χώρους πρασίνου, μεταξύ άλλων. Το πρόγραμμα λειτουργεί σε συνεργασία με την IBM INSA, αξιοποιώντας τις δυνατότητες και την εμπειρία Big Data και analytics του τελευταίου. Η Μαδρίτη ενσωμάτωσε μια προσέγγιση από τη βάση προς την κορυφή των έξυπνων πόλεων, όπου τα κοινωνικά ζητήματα εντοπίζονται για πρώτη φορά και προσδιορίζονται μεμονωμένες τεχνολογίες ή δίκτυα για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων. Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει υποστήριξη και αναγνώριση για τις νεοσύστατες επιχειρήσεις μέσω του προγράμματος Digital Start Up της Μαδρίτης.

### 3.3.7 Το Μάντσεστερ, Ηνωμένο Βασίλειο

Τον Δεκέμβριο του 2015, το σχέδιο CityVerve του Μάντσεστερ επιλέχθηκε ως ο νικητής ενός διαγωνισμού τεχνολογίας με επικεφαλής την κυβέρνηση και απονεμήθηκε £ 10 εκ. για να αναπτύξει έναν διανομέα έξυπνων πόλεων του Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT).

Το έργο ιδρύθηκε τον Ιούλιο του 2016 και διεξάγεται από μια κοινοπραξία 22 δημόσιων και ιδιωτικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου του Συμβουλίου του Μάντσεστερ, και ευθυγραμμίζεται με τη συνεχιζόμενη δέσμευση της αποκεντρωμένης υπηρεσίας της πόλης.

Το έργο έχει διετή θητεία για να καταδείξει την ικανότητα των εφαρμογών διαδικτύου και να αντιμετωπίσει τα εμπόδια στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, όπως η διακυβέρνηση των πόλεων, η ασφάλεια των δικτύων, η εμπιστοσύνη των χρηστών και η υιοθέτηση, η διαλειτουργικότητα, η επεκτασιμότητα και η δικαιολόγηση των επενδύσεων.

Τέλος, το CityVerve βασίζεται σε μια αρχή ανοιχτών δεδομένων που ενσωματώνει μια «πλατφόρμα πλατφορμών» η οποία συνδέει τις εφαρμογές για τα τέσσερα βασικά θέματα: τις μεταφορές και τα ταξίδια, ιατρική και κοινωνική φροντίδα, ενέργειας και του περιβάλλοντος, τον πολιτισμό και τη δημόσια σφαίρα. Αυτό παράλληλα διασφαλίζει ότι το έργο είναι κλιμακωτό και μπορεί να ανακαταμεμηθεί σε άλλες τοποθεσίες παγκοσμίως.

### 3.3.8 Το Μίλτον Κέινς, Ηνωμένο Βασίλειο

Ο Μίλτον Κέινς δεσμεύεται να καταστεί η Έξυπνη Πόλη. Μέχρι σήμερα ο μηχανισμός προσέγγισης είναι η πρωτοβουλία MK: Smart, η συνεργασία των τοπικών αρχών, των επιχειρήσεων, του ακαδημαϊκού χώρου και των οργανώσεων του 3ου τομέα. Η πρωτοβουλία επικεντρώνεται στην πιο βιώσιμη χρήση της ενέργειας, της χρήσης των υδάτων και των μεταφορών, ενώ παράλληλα προωθεί την οικονομική ανάπτυξη της πόλης. Το κεντρικό στοιχείο του έργου είναι η δημιουργία ενός υπερσύγχρονου «MK Data Hub» που θα υποστηρίξει την απόκτηση και διαχείριση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων σχετικών με τα συστήματα πόλεων από διάφορες πηγές δεδομένων. Αυτά θα περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και νερού, τα δεδομένα μεταφορών, τα δεδομένα που έχουν αποκτηθεί μέσω της δορυφορικής τεχνολογίας, τα κοινωνικά και οικονομικά σύνολα δεδομένων και τα δεδομένα από κοινωνικά μέσα ή εξειδικευμένες εφαρμογές.

Η πρωτοβουλία MK: Smart έχει δύο πτυχές που διευρύνουν την κατανόησή μας για το πώς πρέπει να λειτουργούν οι έξυπνες πόλεις. Το πρώτο, το MK, είναι ένα σχέδιο για την προώθηση των θεμάτων βιωσιμότητας υπό την ηγεσία του πολίτη στην πόλη. Το πρόγραμμα παρέχει χρηματοδότηση και στήριξη για να συνεργαστεί με τους πολίτες και να βοηθήσει να μετατραπούν οι ιδέες τους γύρω από τη βιωσιμότητα σε πραγματικότητα. Η δεύτερη πτυχή είναι να παρέχουμε στους πολίτες τις δεξιότητες για να λειτουργούν αποτελεσματικά σε μια έξυπνη πόλη. Παράλληλα, υπάρχει το σχολείο Urban Data, το οποίο είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα για τη διδασκαλία των μαθητών σχετικά με τις δεξιότητες πληροφόρησης, ενώ το έργο έχει επίσης δημιουργήσει ένα MOOC για να ενημερώνει τους πολίτες για το τι είναι ένα Smart City.

### 3.3.9 Το Σαν Λέανδρο, ΗΠΑ

Η πόλη του San Leandro της Καλιφόρνια βρίσκεται στη μέση του μετασχηματισμού από ένα βιομηχανικό κέντρο σε έναν τεχνολογικό κόμβο του Ίντερνετ των πραγμάτων. Η εταιρία κοινής ωφελείας της Καλιφόρνια PG & E συνεργάζεται με την πόλη σε αυτή την προσπάθεια και σε ένα πιλοτικό πρόγραμμα έξυπνης ενέργειας που θα αναπτύξει ένα καταναμημένο ενεργειακό δίκτυο σε όλη την πόλη που θα παρακολουθείται από αισθητήρες IoT. Ο στόχος θα ήταν να δοθεί στην πόλη ένα ενεργειακό σύστημα που έχει αρκετή ικανότητα να λαμβάνει και να ανακαταθέτει ηλεκτρική ενέργεια από και προς πολλαπλές πηγές ενέργειας.

### 3.3.10 Η Σάντα Κρουζ, ΗΠΑ

Μια εναλλακτική χρήση τεχνολογίας έξυπνων πόλεων υπάρχει στη Σάντα Κρουζ της Καλιφόρνια, όπου οι τοπικές αρχές αναλύουν ιστορικά στοιχεία για το έγκλημα, προκειμένου να προβλέψουν αστυνομικές απαιτήσεις και να μεγιστοποιήσουν την αστυνομική παρουσία όπου είναι απαραίτητη. Τα αναλυτικά εργαλεία δημιουργούν έναν κατάλογο 10 θέσεων την ημέρα, όπου είναι πιο πιθανό να εμφανιστούν εγκλήματα ιδιοκτησίας, και στη συνέχεια να τοποθετηθούν οι αστυνομικές προσπάθειες σε αυτές τις περιοχές όταν οι αξιωματικοί δεν ανταποκρίνονται σε καμία κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Αυτή η χρήση της τεχνολογίας των ΤΠΕ είναι διαφορετική από τον τρόπο με τον οποίο οι ευρωπαϊκές πόλεις χρησιμοποιούν τεχνολογία έξυπνης πόλης, ενδεχομένως τονίζοντας το εύρος της έννοιας της έξυπνης πόλης σε διάφορα μέρη του κόσμου.

### 3.3.11 Έξυπνες πόλεις στην Ινδία

Πρόκειται για πρόγραμμα ανακατασκευής και ανανέωσης αστικών περιοχών, το οποίο διοικείται από το υπουργείο αστικής ανάπτυξης, κυβέρνηση της Ινδίας. Η κυβέρνηση της Ινδίας έχει το φιλόδοξο όραμα της ανάπτυξης 100 πόλεων εκσυγχρονίζοντας τις υπάρχουσες μεσαίου μεγέθους πόλεις.

### 3.3.12 Η Σιγκαπούρη

Παρά το μέγεθος και την έλλειψη φυσικών πόρων, η Σιγκαπούρη έχει ξεπεράσει πολλές από τις προκλήσεις της μέσα σε 50 χρόνια, για να γίνει μια από τις πιο προηγμένες και ζωντανές χώρες στον κόσμο. Έχει ξεκινήσει την επόμενη φάση μετασχηματισμού προς ένα Έξυπνο Έθνος και προσπαθεί να αξιοποιήσει τη δύναμη των δικτύων, των δεδομένων και των τεχνολογιών πληροφορικής για τη βελτίωση της διαβίωσης, τη δημιουργία οικονομικών ευκαιριών και την οικοδόμηση εγγύτερων κοινοτήτων.

### 3.3.13 Η Στοκχόλμη, Σουηδία

Η τεχνολογία της έξυπνης πόλης της Στοκχόλμης υποστηρίζεται από το σύστημα σκοτεινών ινών Stokab το οποίο αναπτύχθηκε το 1994 για να παρέχει ένα παγκόσμιο δίκτυο οπτικών ινών σε όλη τη Στοκχόλμη. Οι ιδιωτικές εταιρείες έχουν τη

δυνατότητα να εκμισθώνουν ίνες ως παροχές υπηρεσιών επί ίσοις όροις. Η εταιρεία ανήκει στην ίδια την πόλη της Στοκχόλμης και στο πλαίσιο αυτό η Στοκχόλμη δημιούργησε μια στρατηγική για την Πράσινη ΤΠ. Το πρόγραμμα Green IT αποσκοπεί στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της Στοκχόλμης μέσω λειτουργιών πληροφορικής, όπως τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια (ελαχιστοποίηση του κόστους θέρμανσης), η παρακολούθηση της κυκλοφορίας (ελαχιστοποίηση του χρόνου που δαπανάται στο δρόμο) και η ανάπτυξη ηλεκτρονικών υπηρεσιών (ελαχιστοποίηση χρήσης χαρτιού).

Ακόμη, η πλατφόρμα e-Στοκχόλμη επικεντρώνεται στην παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων των πολιτικών ανακοινώσεων, της κράτησης χώρων στάθμευσης και της εκκαθάρισης του χιονιού. Αυτό αναπτύσσεται περαιτέρω μέσω αναλυτικών συστημάτων GPS, επιτρέποντας στους κατοίκους να σχεδιάσουν τη διαδρομή τους μέσω της πόλης. Ένα παράδειγμα περιφερειακής τεχνολογίας έξυπνων πόλεων μπορεί να βρεθεί στην περιοχή Kista Science City. Αυτή η περιοχή βασίζεται στην έννοια της τριπλής έλικας των έξυπνων πόλεων, όπου το πανεπιστήμιο, η βιομηχανία και η κυβέρνηση συνεργάζονται για την ανάπτυξη εφαρμογών ΤΠΕ για εφαρμογή σε μια έξυπνη στρατηγική πόλης.

### **3.4 Τομείς των έξυπνων πόλεων**

#### **3.4.1 Ενέργεια**

Η ενέργεια είναι ίσως το σημαντικότερο αγαθό για την διατήρηση του πολιτισμού αυτήν την στιγμή καθώς όλο και περισσότερο χρειαζόμαστε ενέργεια για μετακίνηση, θέρμανση, λειτουργία συσκευών και πόρων. Στις έξυπνες πόλεις με την παρουσία των έξυπνων συσκευών και την καταγραφή της κίνησης των δεδομένων υπάρχει η δυνατότητα να βελτιστοποιήσουμε την κατανάλωση της ενέργειας με αποτέλεσμα να μην έχουμε σπατάλες.

#### **3.4.2 MME**

Η βελτίωση της κινητικότητας και η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης αποτελούν μερικές από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν σήμερα οι έξυπνες πόλεις. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση επηρεάζει την καθημερινή ζωή των μετακινούμενων, καθώς και των επιχειρήσεων και των επισκεπτών της πόλης. Για να ανταποκριθεί σε αυτή την πρόκληση, πολλοί πολεοδόμοι αναζητούν έξυπνες λύσεις μεταφοράς για να μειώσουν τη συμφόρηση καθώς και να βελτιστοποιήσουν τη χρήση των δημοσίων συγκοινωνιών στις πόλεις.

#### **3.4.3 Ιατρική**

Προκειμένου να παρέχονται καλύτερες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, οι ιατρικές και φαρμακευτικές εταιρείες, οι επαγγελματίες της υγείας, οι ερευνητές και οι διευθυντές των πόλεων ασχολούνται με λύσεις και συσκευές IoT που μπορούν να ελαχιστοποιήσουν το χρόνο απόκρισης, να προσφέρουν γρήγορες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης και να μειώσουν τον υπερπληθυσμό στα νοσοκομεία. Οι συσκευές του IoT παρατηρούν την σωματική κατάσταση με διάφορους αισθητήρες και ενημερώνει αυτόματα τις διάφορες μονάδες υγείας για ενδείξεις κακής κατάστασης υγείας.



#### 3.4.4 Γεωργία

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές του ίντερνετ των πραγμάτων στη γεωργία, όπως η συλλογή δεδομένων σχετικά με τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, την υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου, την προσβολή των παρασίτων, την περιεκτικότητα του εδάφους. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αυτοματοποίηση των γεωργικών τεχνικών, τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας, την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και των αποβλήτων και τη μείωση της προσπάθειας που απαιτείται για τη διαχείριση των καλλιεργειών. Για παράδειγμα, οι γεωργοί μπορούν πλέον να ανιχνεύσουν ποιες περιοχές γονιμοποιήθηκαν (ή λάμβαναν λάθος) αν η γη είναι πολύ ξηρή και να προβλέψει μελλοντικές αποδόσεις. Έτσι επιτρέπεται στους γεωργούς να κάνουν λιγότερη δουλειά με καλύτερα αποτελέσματα.

#### 3.4.5 Σπίτια και κτίρια

Οι συσκευές IoT αποτελούν μέρος της ευρύτερης έννοιας του αυτοματισμού στο σπίτι, που μπορεί να περιλαμβάνει φωτισμό, θέρμανση και κλιματισμό, μέσα ενημέρωσης και συστήματα ασφαλείας. Τα μακροπρόθεσμα οφέλη θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την εξοικονόμηση ενέργειας με την αυτόματη εξασφάλιση των φώτων και των ηλεκτρονικών συσκευών. Στην παρούσα εργασία έχει ήδη γίνει εκτενής αναφορά του θέματος στο κεφάλαιο 5.4.6.

### 3.5 Τα Επίπεδα μίας Έξυπνης Πόλης

#### 3.5.1 Επίπεδο I

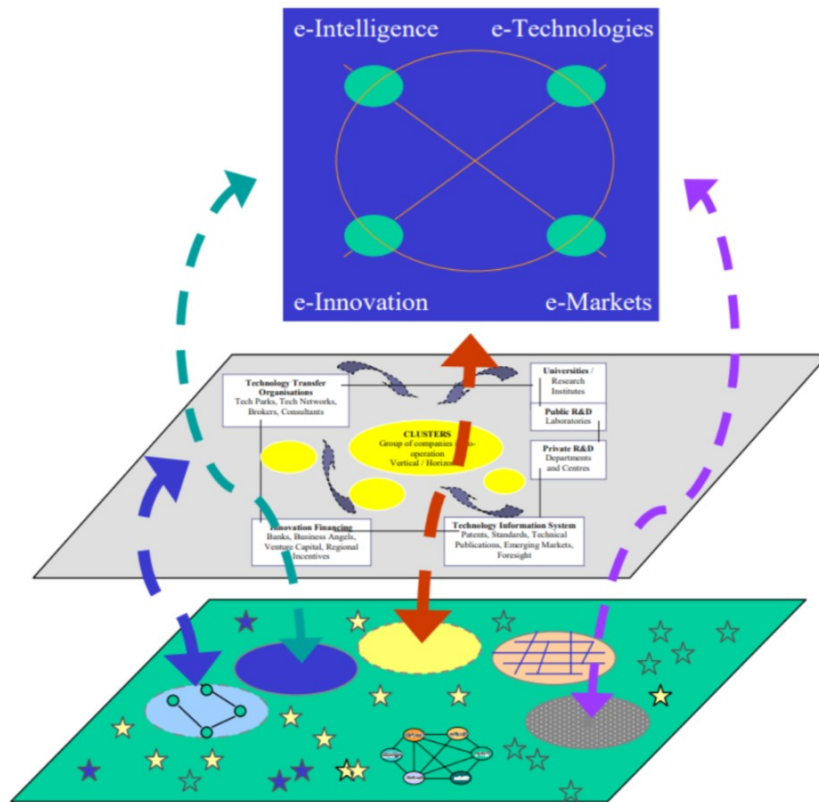
Το πρώτο επίπεδο μίας έξυπνης πόλης είναι η πόλη παραγωγικών συμπλεγμάτων, στο επίπεδο αυτό συγκεντρώνεται η δημιουργικότητα της πόλης που είναι οι άνθρωποι της δηλαδή οι καλλιτέχνες, επιστήμονες, δάσκαλοι, επιχειρηματίες. Είναι ουσιαστικά η βάση της πόλης ως προς τον φυσικό χώρο.

#### 3.5.2 Επίπεδο II

Το δεύτερο επίπεδο βασίζεται σε θεσμικούς μηχανισμούς και ροή γνώσης μέσω της συνεργασίας και της καινοτομίας. Αυτό το επίπεδο συγκεντρώνει τα όργανα ενίσχυσης καινοτομίας στην έρευνα και ανάπτυξη, ταμεία επιχειρηματικών κεφαλαίων, τεχνολογία κέντρα μεταφοράς κατάρτισης και πνευματική ιδιοκτησία.

#### 3.5.3 Επίπεδο III

Το τρίτο επίπεδο δημιουργείται από την τεχνολογία της πληροφορίας και επικοινωνιών, τα ψηφιακά εργαλεία και τους χώρους εκμάθησης και καινοτομίας. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την δημιουργία εικονικού χώρου καινοτομίας και ανάπτυξης.



Σχήμα 3-31: Τα 3 επίπεδα μίας έξυπνης πόλης

## 4 Υπηρεσίες Βάσει Τοποθεσίας - Location Based Services

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στις υπηρεσίες βάσει τοποθεσίας οι οποίες είναι εξαιρετικά χρήσιμες καθώς επιτρέπουν στις διάφορες συσκευές να «γνωρίζουν» που βρίσκονται οι ίδιες ή κάποιος χρήστης. Ταυτόχρονα είναι ιδιαίτερα σημαντικό κεφάλαιο για την παρούσα εργασία καθώς θα αναπτυχθεί μία εφαρμογή βασισμένη στην υπηρεσία αυτή.

### 4.1 Εισαγωγή στα Location Based Services

Μια υπηρεσία βάσει τοποθεσίας (LBS) είναι μια υπηρεσία λογισμικού που χρησιμοποιεί δεδομένα θέσης για τον έλεγχο διάφορων λειτουργιών. Ως εκ τούτου, το LBS είναι μια υπηρεσία πληροφόρησης και έχει πολλές χρήσεις στην κοινωνική δικτύωση σήμερα ως πληροφορία, ψυχαγωγία ή ασφάλεια, η οποία είναι προσβάσιμη με κινητές συσκευές μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και η οποία χρησιμοποιεί πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική θέση της κινητής συσκευής. Φυσικά δεν είναι χρήσιμη μόνο σε κινητές συσκευές αλλά και σε οποιεσδήποτε συσκευές του IoT που μπορούν να λάβουν τέτοιου είδους πληροφορίες και να τις διαχειρίζονται ανάλογα. Το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα πλαίσια, όπως η υγεία, η αναζήτηση εσωτερικών αντικειμένων, η διασκέδαση, η εργασία, η προσωπική ζωή ακόμη και στα ταξίδια.

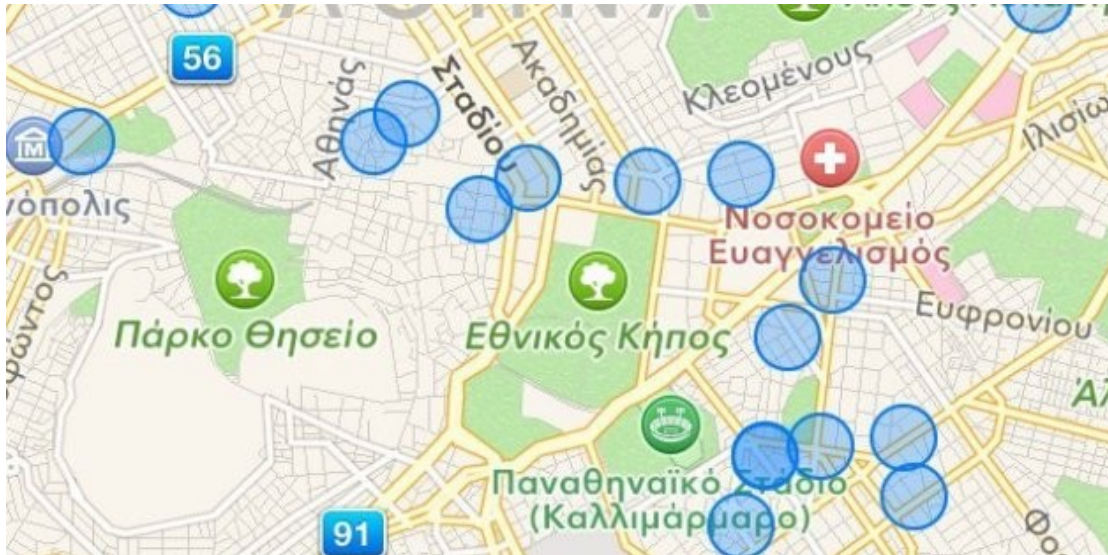
Το LBS περιλαμβάνει υπηρεσίες για τον εντοπισμό μιας θέσης ενός προσώπου ή ενός αντικειμένου, όπως η ανακάλυψη της πλησιέστερης τραπεζικής μηχανής (ATM) ή η τοποθεσία ενός φίλου ή υπαλλήλου. Η LBS περιλαμβάνει υπηρεσίες παρακολούθησης αποστολών και υπηρεσίες παρακολούθησης οχημάτων.

Το LBS μπορεί να περιλαμβάνει το κινητό εμπόριο όταν λαμβάνει τη μορφή κουπονιών ή διαφημίσεων που απευθύνονται σε πελάτες με βάση την τρέχουσα τοποθεσία τους. Περιλαμβάνουν εξατομικευμένες υπηρεσίες καιρού και ακόμη και παιχνίδια βάσει τοποθεσίας. Να αναφερθεί εδώ πως η υπηρεσία αυτή έγινε πολύ γνωστή με ένα παιχνίδι με όνομα Pokemon go που βγήκε στην αγορά το 2016 όπου εκατομμύρια χρήστες συνδέθηκαν με αποτέλεσμα την συμφόρηση του δικτύου. Οι χρήστες έπρεπε να μετακινούνται στον πραγματικό κόσμο με ενεργή υπηρεσία δικτύου και gps για να βρίσκουν διάφορα Pokemon και να τα πιάνουν. Από τότε πληθώρα εφαρμογών έχουν αναπτυχθεί. Διάφορα προβλήματα ιδιωτικότητας προέκυψαν έκτοτε καθώς κάποιος εύκολα μπορεί να γνωρίζει την ακριβή θέση μίας συσκευής και άρα ενός ατόμου.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε έναν χάρτη που προέκυψε από μία εφαρμογή κινητού που χρησιμοποιεί υπηρεσίες βάσει τοποθεσίας. Ο χρήστης αποθήκευσε κάθε τοποθεσία που έχει βρεθεί.

Οι διάφορες εταιρίες αναζητούν τρόπους για να διασφαλίσουν πως τα προσωπικά δεδομένα από τέτοιου είδους εφαρμογές δεν θα μπορούν να βρεθούν σε χέρια τρίτων. Φυσικά με την εξέλιξη των έξυπνων πόλεων και του IoT αυτό γίνεται όλο και πιο περίπλοκο.





Σχήμα 4-32 : Εικόνα απο πρόγραμμα που χρησιμοποιεί location based services

## 4.2 Μέθοδοι εύρεσης τοποθεσίας

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται πολλές μέθοδοι όμως εμείς θα αναφερθούμε στις δύο πιο γνωστές και ευρέως χρησιμοποιούμενες.

### 4.2.1 Εντοπισμός επιπέδου ελέγχου

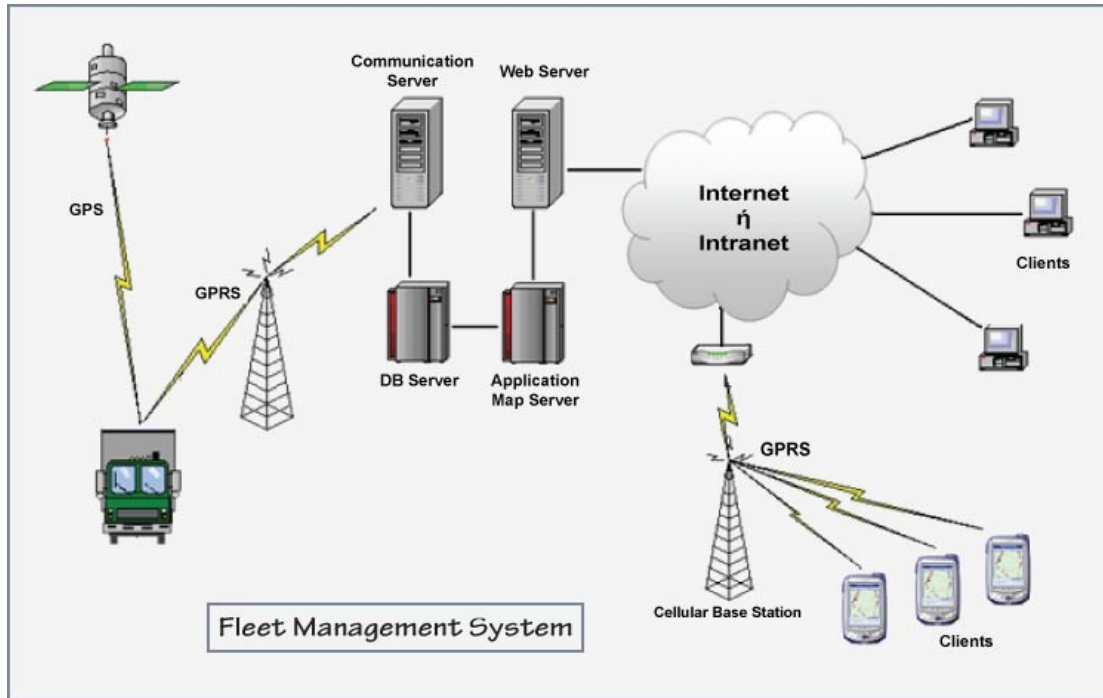
Με τον εντοπισμό του επιπέδου ελέγχου, μερικές φορές αναφέρεται ως εντοπισμός θέσης, ο πάροχος υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας παίρνει τη θέση με βάση την καθυστέρηση του ραδιοφωνικού σήματος των πλησιέστερων πύργων κυψελοειδούς τηλεφώνου (για τηλέφωνα χωρίς χαρακτηριστικά GPS) που μπορεί να είναι αρκετά αργή καθώς χρησιμοποιεί τη φωνή ελέγχου.

Για την παροχή μιας επιτυχημένης τεχνολογίας LBS πρέπει να πληρούνται οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Χαμηλότερο δυνατό κόστος
- Ελάχιστο αντίκτυπο στο υπάρχον δίκτυο και εξοπλισμό
- Ύπαρξη ακρίβειας στην θέση της συσκευής.

Για την εύρεση της θέσης του συνδρομητή μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες κατηγορίες μεθόδων. Η απλή και τυπική λύση είναι η LBS με βάση το GPS. Το "NearMe" της Sony Ericsson είναι ένα τέτοιο παράδειγμα. Χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της γνώσης σχετικά με την ακριβή τοποθεσία, ωστόσο μπορεί να είναι δαπανηρή για τον τελικό χρήστη, καθώς θα έπρεπε να επενδύσει σε ένα φορητό ακουστικό που διαθέτει εξοπλισμό GPS. Το GPS βασίζεται στην έννοια της τριπλασιασμού, μια βασική γεωμετρική αρχή που επιτρέπει την εύρεση μιας θέσης εάν γνωρίζουμε την απόσταση από άλλες, ήδη γνωστές τοποθεσίες.

Ένα πραγματικό παράδειγμα εντοπισμού θέσης για ένα σύστημα διαχείρισης φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 4-33: Σύστημα εντοπισμού ενός φορτηγού με προϊόντα

#### 4.2.2 Αυτοαναφερόμενη τοποθεσία

Μια εναλλακτική λύση χαμηλού κόστους στη χρήση της τεχνολογίας τοποθεσίας για την παρακολούθηση της συσκευής αναπαραγωγής, είναι να μην παρακολουθείτε καθόλου. Αυτό έχει αναφερθεί ως "αυτόματη αναφορά θέσης". Στην ουσία δεν υπάρχει κάποιου είδους εντοπισμός με βάση την θέση του χρήστη αλλά ο ίδιος ο χρήστης ορίζει στον χάρτη μίας εφαρμογής το που βρίσκεται. Αυτό είναι γνωστό στα social media ως check in. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το χαμηλό κόστος.



Σχήμα 4-34: Σχηματική αναπαράσταση εύρεσης τοποθεσίας μίας συσκευής.

### 4.3 Εφαρμογές Location Based Services

Παρακάτω θα αναφερθούμε σε μερικές εφαρμογές στις οποίες είναι χρήσιμες οι υπηρεσίες εντοπισμού θέσης.

- Κοινωνικές εκδηλώσεις
- Αναζήτηση πλησιέστερης επιχείρησης ή υπηρεσίες όπως καταστήματα ενδυμάτων κλπ
- Αναζήτηση διεύθυνσης ή δρόμου
- Βοηθητικά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης
- Εντοπισμός ατόμων που καταζητούνται ή βρίσκονται σε κίνδυνο
- Ενημέρωση κυκλοφορίας
- Αποκατάσταση περιουσιακών στοιχείων
- Παιχνίδια όπου η θέση του χρήστη είναι μέρος του παιχνιδιού
- Ερωτήσεις και απαντήσεις για καταστήματα και ρεστοράν σε πραγματικό χρόνο
- Αποστολή θέσης κινητού σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης

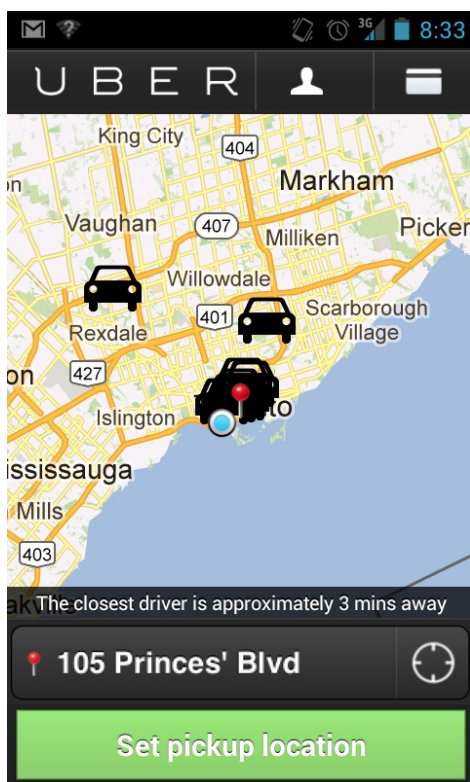
Για μεταφορείς, η υπηρεσία εντοπισμού θέσης επιτρέπει τα παρακάτω:

- Παρακολούθηση πόρων. Αντικείμενα χωρίς έλεγχο απορρήτου, χρησιμοποιώντας παθητικούς αισθητήρες ή ετικέτες RF, όπως πακέτα και αμαξοστοιχίες.
- Παρακολούθηση πόρων με δυναμική διανομή.
- Πληρωμή με βάση την ταχύτητα διανομής

Μερικά παραδείγματα εφαρμογών:

#### 4.3.1 Αυτοκίνητα της Uber

Στο σημείο αυτό καλό θα ήταν να αναφέρουμε μία πολύ γνωστή εταιρία μεταφοράς προσώπων που χρησιμοποιεί τις προαναφερόμενες υπηρεσίες. Ο χρήστης που θέλει να μεταφερθεί από σημείο σε σημείο, μπαίνει στην εφαρμογή της εταιρίας και με βάση την τοποθεσία του αλλά και την τοποθεσία στην οποία θέλει να μεταφερθεί μπορεί να ενημερωθεί πόσο πρέπει να πληρώσει, σε πόση ώρα θα έρθει το αυτοκίνητο να τον παραλάβει αλλά και άλλες χρήσιμες πληροφορίες για την μεταφορά του. Η εταιρία ονομάζεται Uber και έχει έδρα το σαν Φρανσίσκο της Αμερικής. Πλέον η υπηρεσία αυτή είναι πολύ γνωστή και έχει αυτοκίνητα σχεδόν σε όλο τον κόσμο αλλά και στην Ελλάδα.



Σχήμα 4-35: Uber εφαρμογή

Παραπάνω βλέπουμε ένα στιγμιότυπο από την εφαρμογή της Uber. Ο χρήστης βλέπει τα αυτοκίνητα της εταιρίας καθώς και την θέση του. Μπορεί εύκολα να θέσει σημείο συνάντησης και το πρόγραμμα τον ενημερώνει για τον χρόνο που θα χρειαστεί για να έρθει να τον παραλάβει.

## Σύστημα Πάρκινγκ

Σε πολλές πόλεις ανά τον κόσμο, υπάρχει πλέον ηλεκτρονικό σύστημα πάρκινγκ όπου ο χρήστης που θέλει να αφήσει το αυτοκίνητο του μπορεί εύκολα να μπει με το κινητό του σε μία εφαρμογή και να σταθμεύσει το αυτοκίνητο του σε μία θέση η οποία είναι εμφανής μέσω της υπηρεσίας. Έτσι ο χρήστης χρεώνεται ανάλογα τον χρόνο που θα αφήσει το αυτοκίνητο μέσω της εφαρμογής.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το σύστημα ελεγχόμενης στάθμευσης στην Θεσσαλονίκη, το οποίο επιτρέπει στους κατοίκους να χρησιμοποιούν την εφαρμογή για να σταθμεύσουν σε χώρους στο κέντρο αλλά και σε άλλους χώρους όπου συνήθως υπάρχει συμφόρηση.

## Αφίξεις αστικών λεωφορείων

Ήδη τα τελευταία χρόνια στις μεγάλες πόλεις στην Ελλάδα υπάρχουν εφαρμογές που επιτρέπουν στους χρήστες να βλέπουν που βρίσκονται τα λεωφορεία γραμμών. Ο χρήστης εύκολα μπορεί να κατεβάσει την εφαρμογή και να δει σε ζωντανό χρόνο που βρίσκεται το κάθε λεωφορείο.

Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα εφαρμογής:

The screenshot displays a mobile application interface for bus line 224: Kaisariani - El. Venizeloy. It is divided into three main sections:

- Left Panel:** Shows a street view of a city street. Below it, a list of bus stops with their respective travel times:
  - AKADIMIA - AG. PARASKEYI - HOYSA: 3 min.
  - KAREAS - AKADIMIA (LJKI): 15 min.
  - MOUSEIO - AKADIMIA - LYKAVITTOΣ: 25 min.
- Middle Panel:** Displays a map of the route with bus stop icons and labels in Greek, including 'Kaisariani', 'Zografou Zωγράφου', and 'Vryonas Βρυωνιάς'.
- Right Panel:** Shows a timetable for 'WINTER SATURDAY' with two columns: 'To Arrival' and 'Return'.
 

| To Arrival | Return |
|------------|--------|
| 14:45      | 14:40  |
| 15:00      | 14:55  |
| 15:15      | 15:10  |
| 15:30      | 15:25  |
| 15:45      | 15:35  |
| 16:00      | 15:50  |
| 16:15      | 16:05  |
| 16:25      | 16:20  |
| 16:40      | 16:35  |
| 16:55      | 16:50  |
| 17:10      | 17:05  |

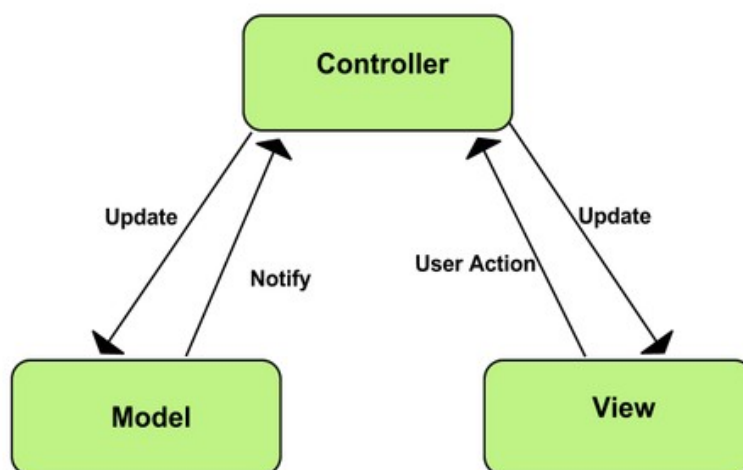
Σχήμα 4-36: Εντοπισμός λεωφορείων

## 5 Το Λογισμικό Model View Controller

Στην εργασία αυτή θα φτιάξουμε μία εφαρμογή Web η οποία θα πρέπει να χρησιμοποιεί το LBS το οποίο αναφέρθηκε και αναπτύχθηκε εκτενώς στην προηγούμενη ενότητα. Για την ανάπτυξη της εφαρμογής καλούμαστε να χρησιμοποιήσουμε το Model View controller, ένα μοντέλο αρχιτεκτονικής λογισμικού για την αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και εφαρμογής. Παρακάτω θα δούμε τι είναι το μοντέλο, λίγα ιστορικά γεγονότα και τον τρόπο λειτουργίας του.

### 5.1 Τι είναι το Model View Controller

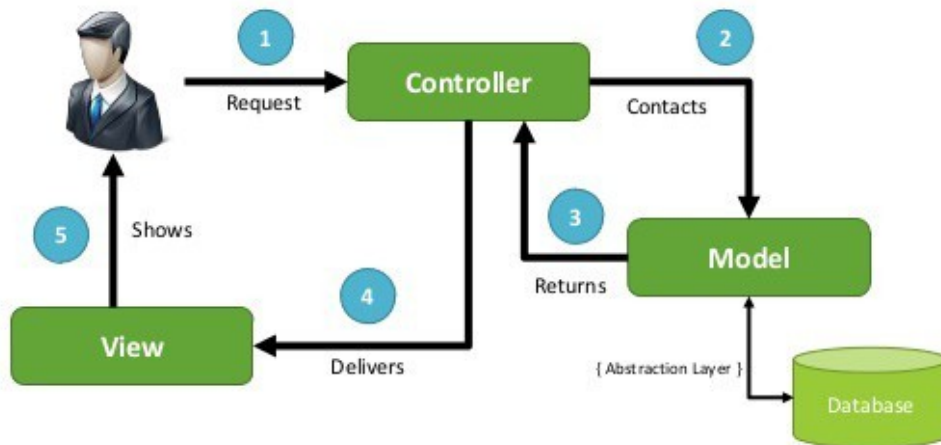
Το Model View controller, είναι ένα αρχιτεκτονικό μοτίβο που χρησιμοποιείται συνήθως για την ανάπτυξη διεπαφής χρήστη που χωρίζει μια εφαρμογή σε τρία διασυνδεδεμένα μέρη. Αυτό γίνεται για να διαχωριστούν οι εσωτερικές αναπαραστάσεις πληροφοριών από τους τρόπους με τους οποίους οι πληροφορίες παρουσιάζονται και γίνονται δεκτές από τον χρήστη. Παρακάτω φαίνεται η αναπαράσταση του μοντέλου.



Σχήμα 5-37: Σχηματική αναπαράσταση του MVC

Το μοτίβο σχεδιασμού του MVC επιτρέπει την αποσύνδεση των κύριων στοιχείων (controller, model, view) επιτρέποντας την αποτελεσματική επαναχρησιμοποίηση κώδικα και την παράλληλη ανάπτυξη του. Αρχικά η χρήση του μοντέλου ξεκίνησε σε εφαρμογές προσωπικού υπολογιστή για την ανάπτυξη γραφικών διεπαφών χρήστη(GUI). Τα τελευταία χρόνια όμως έχει γίνει ιδιαίτερα δημοφιλής για τον σχεδιασμό εφαρμογών διαδικτύου(web) αλλά και εφαρμογών smartphone και άλλων διαφόρων ειδών εφαρμογές. Οι δημοφιλέστερες γλώσσες προγραμματισμού όπως c#, java, Ruby, php σε συνεργασία με το μοντέλο αυτό χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές διαδικτύου.





Σχήμα 5-38: μία πιο αναλυτική εικόνα του μοντέλου με χρήστη και βάση δεδομένων

## 5.2 Στοιχεία και αλληλεπιδράσεις

Τα στοιχεία του μοντέλου είναι:

- **Το μοντέλο:** Το μοντέλο είναι το κεντρικό στοιχείο του σχεδίου. Είναι η δυναμική δομή δεδομένων της εφαρμογής, ανεξάρτητα από τη διεπαφή χρήστη. Διαχειρίζεται άμεσα τα δεδομένα, τη λογική και τους κανόνες της εφαρμογής.
- **Τα Views,** Τα views μπορεί να είναι οποιαδήποτε αναπαράσταση εξόδου πληροφοριών, όπως ένα γράφημα ή ένα διάγραμμα. Είναι δυνατές πολλαπλές προβολές των ίδιων πληροφοριών, όπως ένα διάγραμμα ράβδων για διαχείριση και μια προβολή πίνακα για τους λογιστές.
- Το τρίτο μέρος ή το τμήμα, ο **controller**(ελεγκτής), δέχεται είσοδο και το μετατρέπει σε εντολές για το μοντέλο ή την προβολή.

Το μοντέλο ορίζει συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων του.

Οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις είναι οι εξής:

- Το **μοντέλο** είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των δεδομένων της εφαρμογής. Λαμβάνει εισερχόμενα από τον ελεγκτή και τα διαχειρίζεται ανάλογα.
- Τα **views** ουσιαστικά παρουσιάζουν το μοντέλο με ένα συγκεκριμένο τρόπο που ορίζεται από την εφαρμογή.
- Ο **controller** ανταποκρίνεται στην είσοδο του χρήστη και πραγματοποιεί αλληλεπιδράσεις στα αντικείμενα μοντέλου δεδομένων. Ο ελεγκτής λαμβάνει την είσοδο, προαιρετικά επικυρώνει και στη συνέχεια διαβιβάζει την είσοδο στο μοντέλο.

### 5.2.1 Ιστορία του Model view controller και η χρήση του σε εφαρμογές web

Ένα από τα βασικά στοιχεία της πρώιμης ανάπτυξης των γραφικών διεπαφών χρήστη, η MVC έγινε μια από τις πρώτες προσεγγίσεις που περιγράφουν και υλοποιούν κατασκευές λογισμικού από την άποψη των ευθυνών τους. Ο επιστήμονας – μηχανικός λογισμικού Trygve Reenskaug εισήγαγε MVC σε μία μικρή ομιλία ενώ

επισκέφθηκε το Κέντρο Ερευνών Xerox τη δεκαετία του 1970. Στη δεκαετία του '80, ο Jim Althoff και άλλοι υλοποίησαν μια έκδοση του MVC για τη μία βιβλιοθήκη κλάσεων. Αρκετά αργότερα ένα άρθρο του 1988 στο The journal of object technology εκδόθηκε για πρώτη φορά το MVC σαν γενική ιδέα. Η χρήση του μοτίβου MVC σε εφαρμογές ιστού εξεργάγη σε δημοτικότητα μετά την εισαγωγή του WebObjects του NeXT το 1996, το οποίο αρχικά γράφτηκε στο Objective-C (το οποίο δανείστηκε πολύ από το Smalltalk - βιβλιοθήκη) και συνέβαλε στην επιβολή των αρχών της MVC. Αργότερα, το μοτίβο MVC έγινε δημοφιλές με τους προγραμματιστές Java, όταν το WebObjects μεταφέρθηκε στην Java. Τα αργότερα πλαίσια για την Java, όπως η Spring (που κυκλοφόρησε τον Οκτώβριο του 2002), συνέχισαν τον ισχυρό δεσμό μεταξύ της Java και της MVC. Η εισαγωγή των πλαισίων Django (Ιούλιος 2005, Python) και Rails (Δεκέμβριος 2005, για τον Ruby), τα οποία είχαν μεγάλη έμφαση στην ταχεία ανάπτυξη, αύξησαν τη δημοτικότητα του MVC εκτός του παραδοσιακού επιχειρηματικού περιβάλλοντος στο οποίο είναι πολύ δημοφιλής. Τα MVC web frameworks κατέχουν πλέον μεγάλα μερίδια αγοράς σε σχέση με μη-MVC εργαλεία ιστού.

## Εφαρμογή σε web

Παρόλο που αναπτύχθηκε αρχικά για επιτραπέζιους υπολογιστές και διεπαφή μεταξύ χρήστη και εφαρμογής, η MVC υιοθετήθηκε ευρέως ως αρχιτεκτονική για εφαρμογές παγκόσμιου ιστού σε μεγάλες γλώσσες προγραμματισμού (Java, php, c, κλπ). Έχουν δημιουργηθεί διάφορα frameworks ιστού που επιβάλλουν το πρότυπο. Αυτά τα frameworks λογισμικού διαφέρουν στον τρόπο που χρησιμοποιούν το μοντέλο, κυρίως με τον τρόπο που οι ευθύνες MVC διαιρούνται μεταξύ του πελάτη και του εξυπηρετητή. Ορισμένα πλαίσια ιστού MVC υιοθετούν μια προσέγγιση thin client που τοποθετεί σχεδόν ολόκληρο το μοντέλο, την προβολή και τη λογική του ελεγκτή στο διακομιστή. Αυτό αντικατοπτρίζεται σε πλαίσια όπως το Django, το Rails και το ASP.NET MVC (το οποίο θα χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή μας). Σε αυτήν την προσέγγιση, ο πελάτης στέλνει στον υπεύθυνο ελέγχου είτε αιτήσεις υπερσυνδέσμων είτε υποβολές φόρμας και στη συνέχεια λαμβάνει μια πλήρη και ενημερωμένη ιστοσελίδα (ή άλλο έγγραφο) από την προβολή. το μοντέλο υπάρχει εξ ολοκλήρου στο διακομιστή.

## 5.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μοντέλου

Πλεονεκτήματα:

- Ταυτόχρονη ανάπτυξη - Πολλοί προγραμματιστές μπορούν να εργάζονται ταυτόχρονα στο μοντέλο.
- Υψηλή συνοχή - η MVC επιτρέπει τη λογική ομαδοποίηση των σχετικών ενεργειών σε έναν ελεγκτή μαζί. Οι απόψεις για ένα συγκεκριμένο μοντέλο είναι επίσης ομαδοποιημένες.
- Χαμηλή σύζευξη - Η ίδια η φύση του πλαισίου MVC είναι τέτοια που υπάρχει χαμηλή σύζευξη μεταξύ μοντέλων, προβολών ή ελεγκτών
- Ευκολία τροποποίησης - Λόγω του διαχωρισμού των ευθυνών, η μελλοντική ανάπτυξη ή η τροποποίηση είναι ευκολότερη



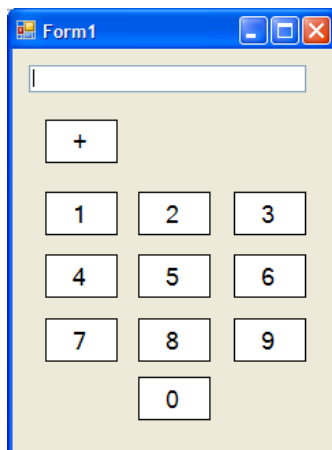
- Πολλαπλές προβολές για ένα μοντέλο - Τα μοντέλα μπορούν να έχουν πολλαπλές προβολές

Μειονεκτήματα:

- Πλοήγηση κώδικα - Η πλοήγηση πλαισίου μπορεί να είναι περίπλοκη επειδή εισάγει νέα επίπεδα αφαίρεσης και απαιτεί από τους χρήστες να προσαρμόζονται στα κριτήρια αποσύνθεσης του MVC.
- Η αποσύνθεση ενός χαρακτηριστικού σε τρία αντικείμενα προκαλεί σκέδαση. Έτσι, απαιτώντας από τους προγραμματιστές να διατηρούν τη συνέπεια πολλαπλών αναπαραστάσεων ταυτόχρονα.
- Μαθησιακή καμπύλη - Η γνώση σχετικά με τις πολλαπλές τεχνολογίες γίνεται ο κανόνας. Οι προγραμματιστές που χρησιμοποιούν MVC πρέπει να είναι ειδικευμένοι σε πολλαπλές τεχνολογίες κάτι που απαιτεί χρόνο.

## 5.4 Παράδειγμα χρήσης του Model View Controller

Παρακάτω παραθέτουμε ένα απλό παράδειγμα εφαρμογής που χρησιμοποιεί το MVC. Ένα απλό παράδειγμα είναι το κλασικό κομπιουτεράκι το οποίο κάνει μόνο την πράξη της πρόσθεσης. Η εφαρμογή θα ήταν όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω:



Σχήμα 5-39 : ένα απλό πρόγραμμα mvc

Για εξοικονόμηση χώρου ο κώδικας του προγράμματος δεν παρατίθεται στην εργασία. Στόχος είναι να υποδείξουμε το MVC. Στο παράδειγμα αυτό θα είχαμε τρεις κλάσεις, μία για τον controller, μια για τα views και μία model. Αυτές οι κλάσεις θα επικοινωνούσαν μεταξύ τους σύμφωνα με το πρότυπο που αναλύσαμε πιο πάνω. Πιο αναλυτικά ο ελεγκτής λαμβάνει μια διασύνδεση με την προβολή και το μοντέλο. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι η προβολή θα αλληλεπιδρά κατά κανόνα με τον ελεγκτή αν χρειαστεί να ειδοποιηθεί για συμβάντα που έρχονται μέσω της προβολής (όπως κλικ με κουμπί). Σε αυτήν την περίπτωση, φτιάχνουμε έναν κατασκευαστή των ελεγκτών για να περάσει μια αναφορά στον εαυτό του στην κλάση views. Τα views

δεν αλληλεπιδρούν με το μοντέλο παρά μόνο λαμβάνουν ειδοποιήσεις από τον controller.

Το MVC εμφανίζεται συχνά σε εφαρμογές ιστού, όπου η προβολή είναι η πραγματική σελίδα HTML και ο ελεγκτής είναι ο κώδικας που συλλέγει δυναμικά δεδομένα και παράγει το περιεχόμενο μέσα στο HTML. Τέλος, το μοντέλο αντιπροσωπεύεται από το πραγματικό περιεχόμενο, συνήθως αποθηκευμένο σε μια βάση δεδομένων ή αρχεία XML, καθώς και τους επιχειρηματικούς κανόνες που μετατρέπουν το περιεχόμενο αυτό με βάση τις ενέργειες των χρηστών.

Αν και η MVC έρχεται σε διάφορες μορφές, η ροή ελέγχου λειτουργεί γενικά ως εξής:

- Ο χρήστης αλληλεπιδρά με τη διεπαφή χρήστη με κάποιο τρόπο (π.χ. πιέζει ένα κουμπί).
- Ένας ελεγκτής χειρίζεται το συμβάν εισόδου από το περιβάλλον εργασίας χρήστη, συχνά μέσω καταχωρημένου χειριστή ή επανάκλησης.
- Ο ελεγκτής ειδοποιεί το μοντέλο της ενέργειας χρήστη, ενδεχομένως καταλήγοντας σε αλλαγή στην κατάσταση του μοντέλου. (π.χ. ο ελεγκτής ενημερώνει το καλάθι αγορών του χρήστη).
- Μια προβολή χρησιμοποιεί το μοντέλο (έμμεσα) για να δημιουργήσει ένα κατάλληλο περιβάλλον εργασίας χρήστη (π.χ. η προβολή παράγει μια οθόνη που απεικονίζει τα περιεχόμενα του καλαθιού αγορών). Η προβολή λαμβάνει τα δικά της δεδομένα από το μοντέλο. Το μοντέλο δεν έχει άμεση γνώση της άποψης.
- Η διεπαφή χρήστη περιμένει για περαιτέρω αλληλεπιδράσεις χρήστη, η οποία ξεκινά εκ νέου τον κύκλο.
- Με την αποσύνδεση μοντέλων και απόψεων, η MVC συμβάλλει στη μείωση της πολυπλοκότητας του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και στην αύξηση της ευελιξίας και της επαναχρησιμοποίησης.

## 6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

### 6.1.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε το πρακτικό κομμάτι της εργασίας μας το οποίο είναι η κατασκευή μίας εφαρμογής android η οποία χρησιμοποιεί Location based services για να βοηθήσει τον χρήστη να καταλάβει σε ποιο time zone βρίσκεται. Για την υλοποίηση της εφαρμογής θα χρησιμοποιήσουμε το Android studio το οποίο είναι περιβάλλον που επιτρέπει στον προγραμματιστή να κατασκευάσει εφαρμογές. Αρχικά θα κάνουμε μία σύντομη αναφορά στο Android studio και μετά θα δώσουμε την περιγραφή της εφαρμογής καθώς και τον κώδικα αυτής αλλά και τα απαραίτητα αρχεία τα οποία την αποτελούν. Φυσικά για κάθε κομμάτι θα υπάρχει αντίστοιχος σχολιασμός. Τέλος θα δείξουμε πως κάποιος μπορεί πολύ εύκολα με το πάτημα ενός κουμπιού να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή για να βρει τις συντεταγμένες στις οποίες βρίσκετε και να ρυθμίσει κατάλληλα την ζώνη ώρας σύμφωνα με το UTC (συντονισμένη παγκόσμια ώρα).

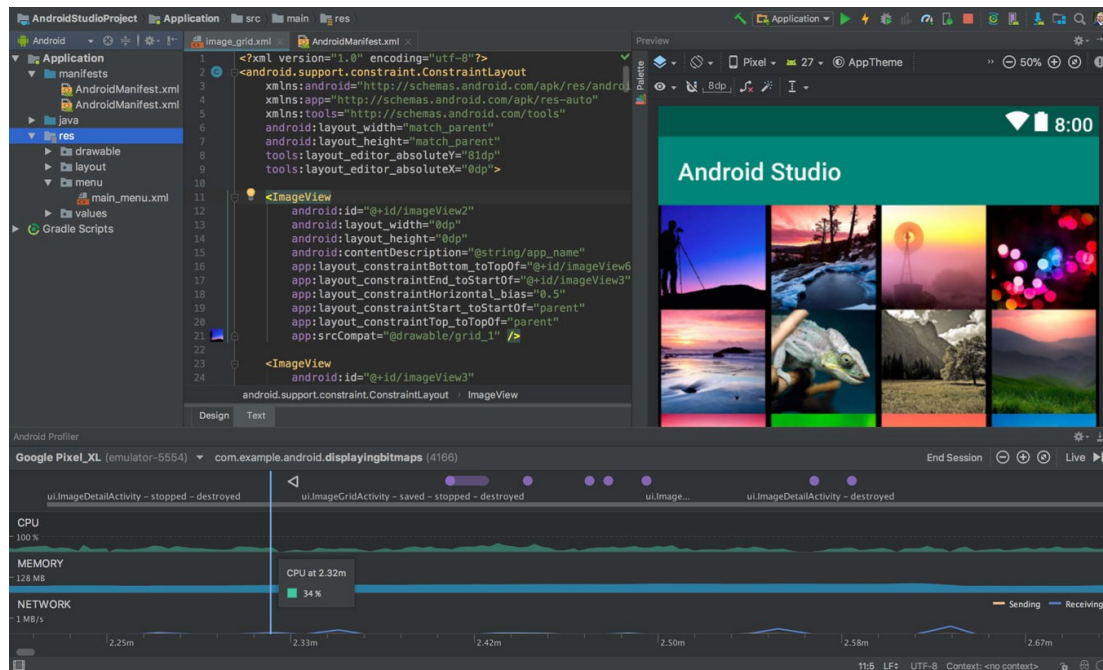
## 6.2 Το Android Studio

Το Android Studio είναι το επίσημο ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) για το λειτουργικό σύστημα Android της Google, το οποίο βασίζεται στο λογισμικό IntelliJ IDEA της JetBrains και έχει σχεδιαστεί ειδικά για ανάπτυξη Android. Είναι διαθέσιμο για λήψη στα λειτουργικά συστήματα Windows, MacOS και Linux. Αποτελεί αντικατάσταση του eclipse Android Development tools (ADT) ως πρωτεύον IDE για την ανάπτυξη εφαρμογών Android. Το Android Studio ανακοινώθηκε στις 16 Μαΐου 2013 στο συνέδριο I / O Google. Ήταν σε στάδιο πρώιμης προεπισκόπησης πρόσβασης ξεκινώντας από την έκδοση 0.1 τον Μάιο του 2013, στη συνέχεια μπήκε σε beta στάδιο ξεκινώντας από την έκδοση 0.8 που κυκλοφόρησε τον Ιούνιο του 2014. Η πρώτη σταθερή έκδοση κυκλοφόρησε τον Δεκέμβριο του 2014, ξεκινώντας από την έκδοση 1.0. Η τρέχουσα σταθερή έκδοση είναι 3.2.1, η οποία κυκλοφόρησε τον Οκτώβριο του 2018.<sup>1</sup>

Το περιβάλλον όπως φαίνεται και παραπάνω στην εικόνα, είναι χωρισμένο σε διάφορα κομμάτια. Τα κομμάτια είναι:

- Υποστήριξη build με βάση το Gradle
- Lint tools για την επισκευή διαφόρων προβλημάτων και συμβατότητας
- Ενσωματωμένο σύστημα Proguard για υπογραφή εφαρμογών
- Οδηγός για δημιουργία σχεδίων και εξαρτημάτων android
- Ένα πλούσιο layout που επιτρέπει στους χρήστες να μεταφέρουν και να αποθέσουν στοιχεία UI, δυνατότητα προεπισκόπησης των σχημάτων σε διάφορες διαμορφώσεις οθόνης
- Υποστήριξη για την ανάπτυξη εφαρμογών Android Wear
- Ενσωματωμένη υποστήριξη για την πλατφόρμα Google Cloud Platform
- Android Virtual Device (Emulator) - Εικονική συσκευή Android για την εκτέλεση και τον εντοπισμό σφαλμάτων σε εφαρμογές στο Android studio.

<sup>1</sup> Από την επίσημη ιστοσελίδα του android studio link : <https://developer.android.com/news/>



Σχήμα 6-40: Δείγμα από το περιβάλλον android studio

### 6.3 Εφαρμογή εύρεσης τοποθεσίας

Η εφαρμογή μας είναι πολύ απλή, αναζητά την τελευταία θέση που έχει καταχωρίσει το gps και το χρησιμοποιεί για να καταλάβει σε ποιο time zone βρισκόμαστε. Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας Java της εφαρμογής μαζί με τον αντίστοιχο σχολιασμό.

```
public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    private FusedLocationProviderClient client;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        requestPermission();

        client = LocationServices.getFusedLocationProviderClient(this);

        Button button = findViewById(R.id.refreshBtn);
        button.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {

            public void onClick(View view) {
                if (ActivityCompat.checkSelfPermission(MainActivity.this,
                    android.Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION) !=
                    PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {

                    return;
                }
                client.getLastLocation().addOnSuccessListener(MainActivity.this, new
                OnSuccessListener<Location>() {
                    @Override
                    public void onSuccess(Location location) {
                        if (location != null) {
                            TextView textView = findViewById(R.id.location);

```

```

TextView textView2 = findViewById(R.id.Lat);
textView.setText(location.toString());
double lat = location.getLatitude();
textView2.setText("latitude" + lat);
LatToZone(lat);
}
else {
TextView textView = findViewById(R.id.location);
textView.setText("failed to get location please check your gps");
}

}
});
}

});
}
private void requestPermission() {
ActivityCompat.requestPermissions(this, new String[]{ACCESS_FINE_LOCATION},
1);
}
private void LatToZone(double latitude) {
if (latitude >0 && latitude<= 15) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +0");
}
if (latitude >15 && latitude<= 30) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +1");
}
if (latitude >30 && latitude<= 45) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +2");
}

}
if (latitude >45 && latitude<= 60) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +3");
}
}
if (latitude >60 && latitude<= 75) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +4");
}
}
if (latitude >75 && latitude<= 90) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +5");
}
}
if (latitude >90 && latitude<= 105) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +6");
}
}
if (latitude >105 && latitude<= 120) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +7");
}
}
if (latitude >120 && latitude<= 135) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +8");
}
}
if (latitude >135 && latitude<= 150) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +9");
}
}
if (latitude >150 && latitude<= 165) {
TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
textView.setText("please set your GMT to UTC +10");
}
}

```

```

if (latitude >165 && latitude<= 180) {
    TextView textView = findViewById(R.id.MessageOfTimezone);
    textView.setText("please set your GMT to UTC +11");
}
}
}

```

Αρχείο Manifest:

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.example.used.ptysiaki">

    <uses-permission
        android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION"></uses-
        permission>

    <uses-permission
        android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION"></uses-
        permission>

    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"></uses-
        permission>

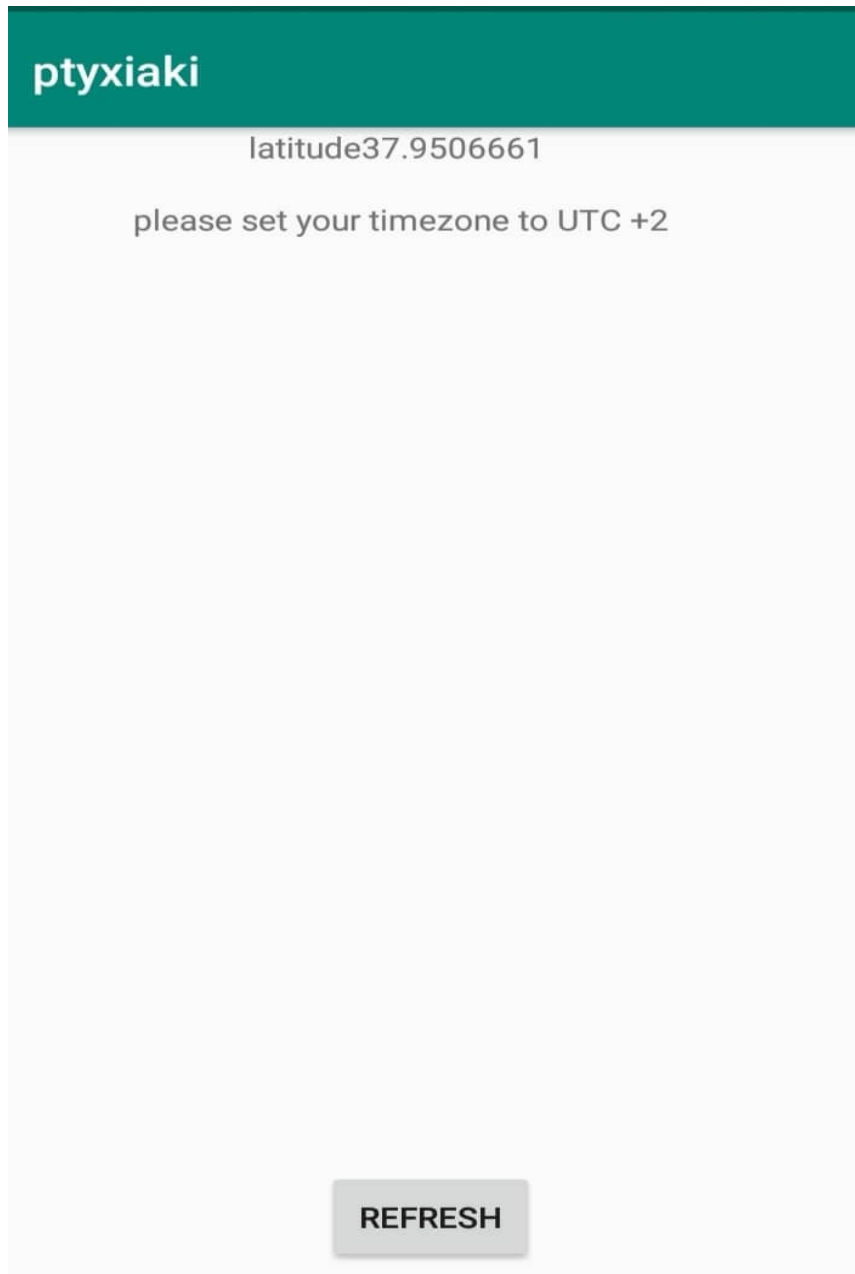
    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">
        <activity android:name=".MainActivity">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
    </application>

</manifest>

```

*Επεξήγηση της εφαρμογής:*



Η λειτουργία της είναι εξαιρετικά απλή, κάποιος χρήστης το μόνο που έχει να κάνει είναι να πατήσει το κουμπί refresh ενώ έχει ανοιχτό GPS και το πρόγραμμα του λέει που βρίσκεται αλλά και σε ποια ζώνη ώρας βρίσκεται για να αλλάξει την ώρα αντίστοιχα, για προφανείς λόγους δεν μπορούμε να αλλάζουμε την ώρα του συστήματος.

## 7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Εργασίες, σημειώσεις και ιστοσελίδες:

- ΠΑΠΑΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ (2017).Πτυχιακή εργασία internet of things.URL[<https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/20157/4/PapastathopoulouAlexandraMsc2017.pdf>]
- Μέμος Βασίλειος(2017).Μεταπτυχιακή εργασία ίντερνετ των πραγμάτων.URL[<https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/20983/3/MemosVasileiosMSc2017.pdf>]
- Στεργίου.(2016).Πτυχιακή εργασία πάνω στο ίντερνετ των πραγμάτων. [[http://helios-eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/15203/1/AIoT\\_I\\_event08Feb2016\\_Stergiou.pdf](http://helios-eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/15203/1/AIoT_I_event08Feb2016_Stergiou.pdf)]
- Wikipedia.URL[[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CF%84%CF%89%CE%BD\\_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD)]
- Παναγιώτης Τσαρχόπουλος .(2013).Διδακτορική διατριβή ΕΥΦΥΕΙΣ ΠΟΛΕΙΣ .URL [<http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/29854#page/1/mode/2up>]
- STEFANOS PAPADAKIS. (2009).PHD DISSERTATION ON WIRELESS NETWORK DEVICES AND POSITION LOCATION SERVICES. URL[[https://elocus.lib.uoc.gr/php/pdf\\_pager.php?filename=/var/www/dlib-portal//dlib/2/5/5/attached-metadata-dlib-b403b98150537167a1ec59e545c7e493\\_1275633966/PapadakisStefanosPhD.pdf&lang=el&pageno=1&pagestart=1&width=595&height=842&maxpage=146](https://elocus.lib.uoc.gr/php/pdf_pager.php?filename=/var/www/dlib-portal//dlib/2/5/5/attached-metadata-dlib-b403b98150537167a1ec59e545c7e493_1275633966/PapadakisStefanosPhD.pdf&lang=el&pageno=1&pagestart=1&width=595&height=842&maxpage=146)]
- E-book on internet of things for dummies. URL[[http://media.wiley.com/assets/7348/78/Vol\\_1\\_9781119349891\\_Internet\\_of\\_Things\\_FD\\_QorvoSE.pdf](http://media.wiley.com/assets/7348/78/Vol_1_9781119349891_Internet_of_Things_FD_QorvoSE.pdf)]
- Quercia, Daniele; Lathia, Neal; Calabrese, Francesco; Di Lorenzo, Giusy; Crowcroft, Jon (2010). Recommending Social Events from Mobile Phone Location Data (PDF). 2010 IEEE International Conference on Data Mining. p.
- "Foundations of Location Based Services", Stefan Steiniger, Moritz Neun and Alistair Edwardes, University of Zurich
- Buschmann, Frank (1996) Pattern-Oriented Software Architecture.
- P-MVC, ΜΑΚΡΗΣ ΝΙΚΟΣ – εκδότης ΘΕΡΜΑΙΚΟΣ
- Professional ASP.NET MVC 5, Galloway Jon, Wilson Brad, εκδόσεις John Wiley & Sons Inc
- <https://developer.android.com/news/>
- Internet of Things, Position Paper on Standardization for IoT technologies, EUROPEAN RESEARCH CLUSTER ON THE INTERNET OF THINGS link:



[http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC\\_Position\\_Paper\\_IoT\\_Standardization\\_Final.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Position_Paper_IoT_Standardization_Final.pdf)

- <https://developer.android.com/studio/releases/>