

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ



ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ  
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΕΞΥΠΙΝΗ ΠΟΛΗ

Διπλωματική Εργασία

της

Αγγελικής Αραμπατζή

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2019



ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ – ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ  
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ

Αγγελική Αραμπατζή

Πτυχίο Διοίκησης Τεχνολογίας,  
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 2014

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής  
Κωνσταντίνος Ψάννης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 25/06/2019

Ψάννης Κωνσταντίνος

Αλεξανδροπούλου Ευγενία

Μαντάς Μιχαήλ

.....

.....

.....

Αραμπατζή Αγγελική

.....

## Περίληψη

Όπως είναι γνωστό, ο τομέας της τεχνολογίας και της επικοινωνίας αναπτύσσεται, ραγδαία, εδώ και αρκετά χρόνια. Σύνολο ενσωματωμένων συστημάτων μέσα σε ένα κοινό δίκτυο επικοινωνούν και ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους, συνθέτοντας το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» (IoT). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως ενσωματώνονται και σε άλλες τεχνολογίες όπως είναι το «Cloud Computing» καθώς και τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (WSNs). Με το συνδυασμό όλων αυτών, αναπτύσσεται εύκολα και με ποικίλους τρόπους μία «Εξυπνη Πόλη» (Smart City). Αυτό συμβαίνει με απώτερο σκοπό τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών, τη καλύτερη επικοινωνία και ενημέρωση ιδιωτικών και δημοσίων φορέων αυτής της πόλης, καθώς και την ανάπτυξη μίας πιο ασφαλούς και λειτουργικής πόλης για όλους.

Μέχρι στιγμής, έχουν ήδη δημιουργηθεί, κάποια πρότυπα πόλεων σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Συνδυάζουν τις νέες τεχνολογίες και συγκεντρώνουν πολύ σημαντικά αποτελέσματα, αξιοποιώντας μεθόδους οι οποίες επιτηρούν και ελέγχουν διάφορους τομείς, χωρίς να απειλείται η ιδιωτικότητα των πολιτών της εκάστοτε πόλης.

Στην παρούσα έρευνα έχει γίνει μελέτη μερικών, ήδη, υπάρχουσών έξυπνων πόλεων και τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς. Ύστερα από χρήση αισθητήρων για έλεγχο κίνησης και παρακολούθησης σε προσομοίωση, σχεδιάσαμε ένα μοντέλο που συνδυάζει IoT και WSNs για συλλογή και ανάλυση αποτελεσμάτων. Τέλος, δημιουργήσαμε μία νέα εφαρμογή για έξυπνο παρκάρισμα αυτοκινήτων, η οποία συνδέεται με το προτεινόμενο μοντέλο της παρούσας έρευνας.

**Λέξεις κλειδιά:** διαδίκτυο των πραγμάτων, έξυπνη πόλη, σύστημα κυκλοφορίας, σύστημα ελέγχου, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, μέθοδοι επιτήρησης

## **Abstract**

As is well known, the technology and communication sector has been growing rapidly for several years. A set of embedded systems within a common network communicate and exchange data between them, which makes up the "Internet of Things" (IOT). What is important, however, is that it integrates with other technologies such as Cloud Computing and Wireless Sensor Networks (WSNs). By combining all of these, a Smart City is easily developing in a variety of ways. This is for the ultimate purpose of improving citizens' living standards, better communicating and informing private and public bodies in this city, and developing a safer and more functional city for everyone.

So far, some models of cities have already been created in different countries around the world. They have combined new technologies and have achieved very significant results by using methods that monitor and control various sectors, without threatening the privacy of the citizens.

In the present study, some of the existing smart cities and technologies used in various sectors have been studied. After using sensors for motion control and simulation monitoring, we designed a model combining IoT and Wireless Sensor Networks to collect and analyze results. Finally, we created a new application for smart car parking in relation to the proposed model of this research.

**Keywords: internet of things, smart city, transportation system, monitoring system, wireless sensor networks, observation methods**

## Ευχαριστίες

Πρώτα από όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου και αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος, κύριο Ψάννη Κωνσταντίνο για την επίβλεψη, την άριστη συνεργασία, την εμπιστοσύνη του και την άρτια επιστημονική του καθοδήγηση. Οφείλω να του εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για όλες τις γνώσεις καθώς και την ηθική υποστήριξη που μου πρόσφερε, κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών αλλά και μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ, στον υποψήφιο Διδάκτορα και πλέον φίλο μου Ανδρέα Πλαγερά, για το ήθος του, τον επαγγελματισμό του και την προθυμία του, να μου προσφέρει λίγο από τον χρόνο του και να μου δώσει κατευθυντήριες γραμμές πάνω στο θέμα.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, την καθηγήτρια του τμήματος κ. Αλεξανδροπούλου Ευγενία καθώς και τον επίκουρο καθηγητή του τμήματος Μαντά Μιχαήλ για τις πολύτιμες συμβουλές τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απονέμω στην φιλόλογο Ζουμπουρίδου Ελισάβετ, την υποψήφια διδάκτορα Καμαριώτου Μαρία και τον αγαπημένο μου Μελέτη Αλέξανδρο για τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις τους, σχετικά με την επιμέλεια της παρούσας εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ όλους όσους συνέβαλλαν έμμεσα και άμεσα στην πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Μα πιο πολύ θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου, τους γονείς μου Γιώργο και Ευαγγελία, τον αδερφό μου Μιχάλη και τον αγαπημένο μου Αλέξανδρο, για την υπομονή, την υποστήριξη και την αγάπη τους, όλο αυτό το δύσκολο διάστημα προς την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας και κατ' επέκταση, την ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	11
1.1. Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος	11
1.2. Σκοπός – Στόχοι	12
1.3. Βασική Ορολογία	12
1.3.1. Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)	12
1.3.2. Έξυπνη Πόλη (Smart City)	13
1.3.3. Έξυπνη Στάθμευση (Smart Parking)	14
1.3.4. Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (WSN)	15
1.3.5. Υπολογιστικό νέφους (Cloud Computing)	15
1.3.6. IEEE 802.11 (WiFi)	16
1.4 Διάρθρωση της διπλωματικής	17
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	19
2.1. Εισαγωγικά	19
2.2. Μεθοδολογία	19
2.3. Συναφείς εργασίες	19
2.4. Προσεγγίσεις σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο	28
2.4.1. Τι συμβαίνει ανά τον κόσμο	28
2.4.2. Διεθνείς Έξυπνες πόλεις	29
2.4.3. Προσεγγίσεις Έξυπνων πόλεων στον ελλαδικό χώρο	35
3. Μεθοδολογία και Υλοποίηση	39
3.1. Μεθοδολογία	40
3.2. Υλοποίηση	41
3.2.1. Δημιουργία Εφαρμογής για Android – Park It Easy	41
3.2.2. Σχεδιασμός του χώρου εισόδου και αναγνώρισης του οχήματος	49
3.2.3. Δημιουργία αλγορίθμου	52
3.2.4. Τελική υλοποίηση με χρήση πραγματικού κυκλώματος	55
4. Συγκριτική ανάλυση	57
4.1. Επιλογή και ανάλυση πέντε άρθρων	57
4.2. Συγκριτικός πίνακας	59
5. Επίλογος	61
5.1. Σύνοψη και συμπεράσματα	61
5.2. Όρια και περιορισμοί της έρευνας	61
5.3. Μελλοντικές Επεκτάσεις	62
Παράρτημα	64
Βιβλιογραφία	87

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1-1. Overview Topics Smart City Market.....	14
Εικόνα 2-1 Cloud Computing & Big Data .....	21
Εικόνα 2-2 Real time Traffic Density Management using IOT .....	24
Εικόνα 2-3 Architecture of proposed system .....	25
Εικόνα 2-4 Three-layer IoT architecture .....	27
Εικόνα 2-5 Smart Cities .....	29
Εικόνα 3-1 Σχεδιασμός Interface - Start.....	41
Εικόνα 3-2 Σχεδιασμός Interface - Log in.....	42
Εικόνα 3-3 Σχεδιασμός Interface – Register .....	42
Εικόνα 3-4 Σχεδιασμός Interface - Let's park it .....	43
Εικόνα 3-5 Σχεδιασμός Interface - Final Well Done .....	44
Εικόνα 3-6 Parkit Easy – Start .....	45
Εικόνα 3-7 Parkit Easy - Log in .....	46
Εικόνα 3-8 Parkit Easy – Register.....	46
Εικόνα 3-9 Parkit Easy - Select green number .....	47
Εικόνα 3-10 Parkit Easy – Reserve .....	47
Εικόνα 3-11 Parkit Easy - Well Done .....	48
Εικόνα 3-12 Arduino Uno R3 .....	49
Εικόνα 3-13 Ultrasonic Distance Sensor.....	50
Εικόνα 3-14 Leds Circuit.....	50
Εικόνα 3-15 Piezo Speaker - Buzzer .....	51
Εικόνα 3-16 My Algorithm .....	54
Εικόνα 3-17 My Circuit.....	55
Εικόνα 3-18 Αριστερός αισθητήρας με κόκκινο Led.....	55
Εικόνα 3-19 Δεξιός αισθητήρας με μπλε Led .....	56
Εικόνα 3-20 My Arduino .....	56



## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 4-1: Συγκριτικός πίνακας .....	60
--	----

## Συμβολισμοί

ADLS: Attack Algorithm for DLS

API: Application Programming Interface

BMS: Building Management System

DAS: Driver Assistance System

DLS: Dummy Location Selection

HEVC: High Efficiency Video Coding

IBs: Intelligent Buildings

IoT: Internet of Things

IoT- NRS: Internet of Things – Name Resolution Service

ITS: Intelligent Transportation System

LBS: Location Based Services

QoS: Quality of Service

RFID: Radio Frequency Identification

ROI: Region of Interest

SHVC: Scalable High Efficiency Video Coding

VANET: Vehicular Ad-hoc NETWORKs

# 1. Εισαγωγή

## 1.1. Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος

Με το πέρας των αιώνων, η αύξηση του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα ανά τον κόσμο, προκαλεί όλο και μεγαλύτερα προβλήματα στο οδικό δίκτυο. Σε κάποιες χώρες της Ευρώπης αλλά και της Ασίας, παρατηρείται ολοένα και περισσότερο η ανάγκη για τις απαραίτητες υποδομές και υπηρεσίες, που με τη βοήθεια της διαρκούς ανάπτυξης της τεχνολογίας και της επικοινωνίας, θα καταφέρουν να προσεγγίσουν τα πρότυπα για μία πιο βιώσιμη πόλη, πιο φιλική προς το περιβάλλον, τον πολίτη αλλά και τον τουρίστα.

Για να καλυφθούν λοιπόν, καθημερινές ανάγκες των κατοίκων μιας πόλης, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να αξιοποιηθούν κατάλληλα έξυπνες τεχνολογίες και αισθητήρες που θα καταστήσουν έτσι μία πόλη «έξυπνη». Με τη καθημερινή χρήση των προσωπικών μας έξυπνων συσκευών (π.χ. smartphone, tablet, laptop, smart watch), ο πολίτης μέσω μίας απλής εφαρμογής, εγκατεστημένης στην έξυπνη συσκευή του και με ασύρματο δίκτυο ή τεχνολογία 4G δικτύου, μπορεί να έχει πρόσβαση σε σημαντικές πληροφορίες, που του εμφανίζονται, με ένα απλό κλικ. Μπορεί μπροστά του να έχει μετρήσεις και αποτελέσματα για το αστικό περιβάλλον που ζει, σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, παρατηρείται ιδιαίτερα μεγάλη πρόοδος στην Υπολογιστική Νέφος (Cloud Computing) και στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (WSNs). Ενδιαφέρον παρουσιάζουν, τα συστήματα παρακολούθησης που έχουν δημιουργηθεί, τα οποία αποτελούνται, κατά κύριο λόγο, από αισθητήρες, ενεργοποιητές, κάμερες, πρωτόκολλα περιορισμένης εφαρμογής (COAP), κλιμακούμενη κωδικοποίηση σε βίντεο υψηλής απόδοσης (SHVC) κ.ά. Ο συνδυασμός όλων αυτών, επιτρέπει την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, τόσο σε οικιακούς όσο και σε εργασιακούς τομείς. Τέτοια συστήματα, μπορούν να φανούν χρήσιμα, κυρίως, για υπηρεσίες που απαιτούν απομακρυσμένη παρακολούθηση.

Ένα μείζον θέμα της εποχής μας, αποτελεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση και το αποτύπωμα υδροξειδίου του άνθρακα. Σε αυτή την κατεύθυνση, αναζητούνται, διαρκώς, ευφυείς τρόποι για την αποφυγή της άσκοπης κυκλοφορίας και της συμφόρησης. Βάσει αυτού, καθίσταται απαραίτητος, ο έλεγχος ροής σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να αποφευχθούν σημαντικά προβλήματα, ειδικότερα σε ώρες αιχμής ή σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, που απαιτείται η άμεση και εύκολη πρόσβαση στον προορισμό.

Οι ανάγκες της καθημερινότητας, οδηγούν σε προηγμένη συνδεσιμότητα συστημάτων και συσκευών μέσω διαφόρων τύπων επικοινωνίας, όπως human to human, object to human, object to object, κυρίως μέσω αισθητήρων. Σε αυτούς τους τύπους επικοινωνίας, γίνεται

μετάδοση δεδομένων για κίνηση, τοποθεσία, θερμοκρασία, ανάλογα με τις απαιτούμενες ανάγκες.

Το πρόβλημα που καλούμαστε να εξετάσουμε σε αυτήν την εργασία, αφορά την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Το πείραμα, σχεδιάστηκε έχοντας σαν μελέτη περίπτωσης, ένα μεγάλο αστικό κέντρο και πιο συγκεκριμένα, το κέντρο της Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για μια περιοχή που “πλήττεται”, σημαντικά, σε διαθέσιμο, δημόσιο, χώρο στάθμευσης. Αποτελεί ένα φαινόμενο σύνηθες για τα μεγάλα αστικά κέντρα, λόγω της συγκέντρωσης μεγάλου όγκου εργαζομένων αλλά και επισκεπτών. Οι διαθέσιμοι, δημόσιοι, χώροι στάθμευσης, είναι λιγιστοί, έχοντας σαν αποτέλεσμα, ένα εξαιρετικά υψηλό ποσοστό πληρότητας, σε σταθερή βάση. Αυτό σε συνδυασμό, με την ελλιπή πληροφόρηση που υπάρχει για τις εναπομείνουσες ελεύθερες θέσεις, προκαλεί κυκλοφοριακά προβλήματα. Τα παραπάνω, οδηγούν στην ανάγκη εύρεσης και εκμετάλλευσης επιπρόσθετων χώρων στάθμευσης (ιδιωτικά Parking) και σε μια πιο άμεση και αποδοτική διοχέτευση αυτών των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.

Το πείραμα, παρουσιάζει μία γρήγορη, χρηστική εφαρμογή που ικανοποιεί την ανάγκη του πολίτη για άμεσο εντοπισμό θέσης στάθμευσης, στην εξεταζόμενη περιοχή, δείχνοντας μας, εύκολα και γρήγορα, σε real-time χρόνο, τη διαθεσιμότητα του εκάστοτε Parking, εξετάζοντας ταυτόχρονα και την ιδιαιτερότητα κάθε οχήματος.

## **1.2. Σκοπός – Στόχοι**

Το παρόν έγγραφο έχει ως σκοπό να παρουσιάσει έναν συνδυασμό τεχνολογιών και αισθητήρων, όπως είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things), το Υπολογιστικό Σύννεφο (Cloud Computing) και τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (WSN). Οι τεχνολογίες αυτές, επικοινωνώντας μεταξύ τους, δίνουν σημαντικά αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας έτσι τους χρήστες αυτού του συστήματος, στην παρακολούθηση και διαχείριση των δεδομένων. Πρόκειται για ένα εγχείρημα, που αν λάβει χώρα σε πραγματικές συνθήκες, θα αποτελέσει ένα βήμα ακόμα για τη συγκρότηση και την ορθή λειτουργία μίας Έξυπνης Πόλης (Smart City). Έχει ως απώτερο σκοπό, να παρέχει στους πολίτες της, τη γνώση, την ευελιξία, την ασφάλεια και την αποτελεσματική ενημέρωση που τους αξίζει.

## **1.3. Βασική Ορολογία**

### **1.3.1. Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)**

Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) πρόκειται για συγχώνευση πολλών πραγμάτων, που αξιοποιούν το διαδίκτυο ως βασική ραχοκοκαλιά του συστήματος επικοινωνίας για τη δημιουργία μιας έξυπνης αλληλεπίδρασης μεταξύ των ανθρώπων και των γύρω αντικειμένων.

Χαρακτηρίζεται ως ένα παγκόσμιο δίκτυο με συνδεδεμένα αντικείμενα που τους έχουν δοθεί μοναδικές διευθύνσεις αναγνώρισης. Πρόκειται ουσιαστικά για μία διασύνδεση που ανιχνεύει και ενεργοποιεί συσκευές, παρέχοντάς τους τη δυνατότητα να αλληλοεπιδράσουν και να ανταλλάξουν πληροφορίες σε όλες τις πλατφόρμες μέσω ενός ενιαίου πλαισίου. Αυτό συντάσσει μια κοινή επιχειρηματική εικόνα που ενεργοποιεί καινοτόμες εφαρμογές. Έτσι ξεκίνησε και η έννοια της έξυπνης πόλης που περιλαμβάνει ποικίλες εφαρμογές του διαδικτύου των πραγμάτων, επεκτεινόμενη σε διάφορους τομείς, παρέχοντας σημαντικές υπηρεσίες που συντάσσουν την καθημερινότητα του ανθρώπου. [1]

Τομείς στους οποίους εφαρμόζεται το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, με μεγάλη επιτυχία ανά τον κόσμο και σιγά σιγά και στον ελλαδικό χώρο, είναι επιγραμματικά:

- Έξυπνη πόλη (Smart City)
- Έξυπνη κινητικότητα και μεταφορά (Internet of Vehicles)
- Έξυπνη υγεία (Connected Health)
- Έξυπνη γεωργία και εκτροφή (Smart Agriculture )
- Έξυπνο εργοστάσιο και βιομηχανοποίηση (Smart Industrial)
- Έξυπνη λιανική και αποθήκη (Smart Shops and Logistics)
- Έξυπνο σπίτι και κτίρια (Smart Home and Building)
- Έξυπνοι τρόποι εκμάθησης (Smart Education)
- Έξυπνη ενέργεια και δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (Smart Grid)

### 1.3.2. Έξυπνη Πόλη (Smart City)

*Έξυπνη Πόλη (Smart City)*, είναι ένα ήδη υπάρχον αστικό σύστημα, στο οποίο προστίθεται ψηφιακή νοημοσύνη με τη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και μετατρέπεται έτσι σε ένα ευφυές περιβάλλον πιο διαδεδομένο και πιο ολοκληρωμένο. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται επίσης, η ομαλή διασύνδεση, αλληλεπίδραση, ο έλεγχος και η παροχή πληροφοριών στα διάφορα κατακερματισμένα συστήματα εντός μίας πόλης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρατηρείται στους επιμέρους τομείς από τους οποίους συγκροτείται μία Έξυπνη πόλη. [2]

Αναφέρουμε ενδεικτικά τους σημαντικότερους τομείς που έχει δώσει λύσεις το IoT, πιο αναλυτικά θα τους δείτε στην Εικόνα 1, παρακάτω:

- Συνδεδεμένοι φανοί δρόμου
- Ευφυείς μεταφορές και οχήματα π.χ. έξυπνος χώρος στάθμευσης, συνδεδεμένα συστήματα κυκλοφορίας, αυτόνομα οχήματα, απομακρυσμένη διάγνωση και συντήρηση

- Έξυπνες υπηρεσίες κοινής ωφέλειας π.χ. έξυπνες μετρήσεις για ηλεκτρική ενέργεια, νερό, φυσικό αέριο, έξυπνη κάδοι για διαχείριση αποβλήτων
- Ηλεκτρικά οχήματα όπως σταθμοί φόρτισης, συνδεδεμένη υποδομή
- Δημόσια ασφάλεια, π.χ. πρώτος πομπός, παρακολούθηση καιρού, παρακολούθηση βίντεο, μείωση τροχαίων ατυχημάτων
- Και πολλές άλλες, όπως η έξυπνη διακυβέρνηση, η εμπλοκή των πολιτών, τα ανοιχτά δεδομένα.[3]

Overview on Smart Cities

 IOT ANALYTICS  
MARKET INSIGHTS FOR THE INTERNET OF THINGS

## Overview of Smart City Topics

A	Connected streetlights	C	Smart Waste Management	E	Vehicle Vehicles (EV) & EV Infra
1	 Connected streetlights	9	 Smart Bins	18	 Electric Vehicles
		10	 Pneumatics Waste Disposal System	19	 Electric Vehicles Infrastructure
B	Intelligent Transportation	D	Public Safety & First Responders	F	Smart Utilities
2	 Autonomous Vehicles	11	 Weather Monitoring	20	 Smart Meter - Electricity
3	 Connected Traffic Management	12	 Gun Shot Detection	21	 Smart Meter- Water
4	 Connected Traffic Lights	13	 Drone First Responder	22	 Smart Meter- Gas
5	 Smart Road Sign	14	 Wearables	G	Smart Governance
6	 Smart Parking	15	 Video Surveillance	23	 E-Governance
7	 Shared Mobility	16	 Intelligent Care for Elderly	24	 Open Data
8	 Fleet Management	17	 Environment Monitoring	25	 Citizen Engagement
				26	 Public Wi-Fi Hotspot

Source: IoT Analytics Research - Connected Streetlights Market Report 2018-2023

Copyright © 2018 by www.iot-analytics.com All rights reserved

Εικόνα 1-1. Overview Topics Smart City Market

(Πηγή: <https://iot-analytics.com/iot-segments/smart-city-market/pages/2/>)

### 1.3.3. Έξυπνη Στάθμευση (Smart Parking)

Έξυπνη Στάθμευση (Smart Parking), πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύστημα που βασίζεται στις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας για ελεγχόμενη στάθμευση. Γίνεται χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και έτσι υποστηρίζεται από εφαρμογές σε έξυπνα κινητά τηλέφωνα και ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο τους οδηγούς για διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης. Η υπηρεσία Smart Parking, βασίζεται σε αισθητήρες αυτοκινητοδρόμων

που δείχνουν στους οδηγούς την καλύτερη πορεία που πρέπει να ακολουθήσουν για να βρουν παρκινγκ. Τα οφέλη από μια τέτοια υπηρεσία είναι πολλαπλά καθώς έχουμε γρηγορότερη πρόσβαση σε παρκινγκ, άρα μικρότερη διαδρομή, άρα μικρότερη εκπομπή καυσαερίου και αποσυμφόρηση της κυκλοφοριακής κίνησης. Για να μπορεί να υφίσταται αυτή η ενημέρωση, χρειάζεται να τοποθετηθούν:

- αισθητήρες στο οδόστρωμα ή στο πεζοδρόμιο για έλεγχο της θέσης στάθμευσης
- οπτικοί αισθητήρες σε κατάλληλη θέση και ύψος, εγκατεστημένοι σε φωτιστικά σώματα ή κτίρια για να μπορούν να ανιχνεύσουν τις θέσεις στάθμευσης
- τεχνολογία υπό μορφή εφαρμογής smartphone ή GPS για ενημέρωση και κατεύθυνση του χρήστη - οδηγού [4]

#### **1.3.4. Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (WSN)**

Ένα *Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (Wireless Sensor Network)* αποτελείται από διασκορπισμένους αυτόνομους αισθητήρες για την παρακολούθηση φυσικών ή περιβαλλοντολογικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, ο ήχος, η ατμοσφαιρική πίεση, η απόσταση κτλ. και μέσω συνεργασίας να μεταφέρει τα δεδομένα μέσω του δικτύου σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Τα πιο μοντέρνα δίκτυα είναι ικανά και δίνουν αλλά και να δέχονται πληροφορίες, πράγμα που τους επιτρέπει να ελέγχουν την δραστηριότητα των αισθητήρων.

Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός WSN περιλαμβάνουν:

- Περιορισμούς κατανάλωσης ενέργειας για κόμβους που χρησιμοποιούν μπαταρίες ή τη συλλογή της ενέργειας
- Δυνατότητα αντιμετώπισης των αποτυχιών του κόμβου
- Κινητικότητα των κόμβων
- Αποτυχίες επικοινωνίας
- Ετερογένεια των κόμβων
- Κλιμάκωση σε μεγάλη κλίμακα της ανάπτυξης
- Ικανότητα να αντέχει σε σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες
- Ευκολία στη χρήση [5]

#### **1.3.5. Υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing)**

Το *Υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing)* είναι η διάθεση υπολογιστικών πόρων μέσω διαδικτύου (π.χ. servers, apps), από κεντρικά συστήματα που βρίσκονται απομακρυσμένα από

τον τελικό χρήστη, τα οποία τον εξυπηρετούν αυτοματοποιώντας διαδικασίες, παρέχοντας ευκολίες και ευελιξία σύνδεσης.

Υπάρχουν τέσσερις βασικές κατηγορίες μοντέλων υπηρεσιών σύννεφου:

1. Software-as-a-Service (SaaS): Εφαρμογές διατίθενται μέσω του διαδικτύου για την κατανάλωση του τελικού χρήστη
2. Platform-as-a-Service (PaaS): Χρήση πλατφόρμας και εργαλείων
3. Infrastructure-as-a-Service (IaaS): Βασικές υλικές συσκευές βρίσκονται φυσικά σε ένα κεντρικό σημείο, τα οποία μπορούν να προσπεραστούν και να χρησιμοποιηθούν από το διαδίκτυο, χρησιμοποιώντας συστήματα ελέγχου ταυτότητας σύνδεσης και τους κωδικούς πρόσβασης από οποιοδήποτε dump τερματικό ή συσκευή
4. Desktop-as-a-Service (DaaS): Χρησιμοποιεί μια αρχιτεκτονική πολλαπλών μισθώσεων, πράγμα που σημαίνει ότι μια μοναδική εμφάνιση μιας εφαρμογής εξυπηρετείται σε πολλούς χρήστες, που αναφέρονται ως "ενοικιαστές". Ο πάροχος λύσεων λογισμικού cloud είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση του cloud και της υποκείμενης υποδομής και το επίπεδο εξυπηρέτησης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της υποδομής είναι ότι οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και τις εφαρμογές τους από σχεδόν οποιαδήποτε συσκευή, οπουδήποτε.[6]

### 1.3.6. IEEE 802.11 (WiFi)

Το *IEEE 802.11* είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή. Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως «WiFi» επειδή η WiFi Alliance, ένας οργανισμός ανεξάρτητος της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που εμπίπτουν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων.

Η ονομασία WiFi χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές WLAN που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11 b/g/n και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Ωστόσο το WiFi έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Player και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης, όπως



π.χ. στη μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία και εκτύπωση, αν και σε αυτόν τον τομέα έχει υποσκελιστεί από το πρωτόκολλο Bluetooth για τα πολύ μικρότερης εμβέλειας ασύρματα προσωπικά δίκτυα. [7]

## 1.4 Διάρθρωση της διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Ειδικότερα, στο κεφάλαιο 1, εξετάσαμε κάποια εισαγωγικά θέματα για καλύτερη κατανόηση και προσέγγιση του θέματος που θα εξεταστεί αργότερα. Γίνεται αναφορά στους στόχους αυτής της εργασίας, στα προβλήματα που αποσκοπεί να “θεραπεύσει” και στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται, δίνοντας κάποιους ορισμούς.

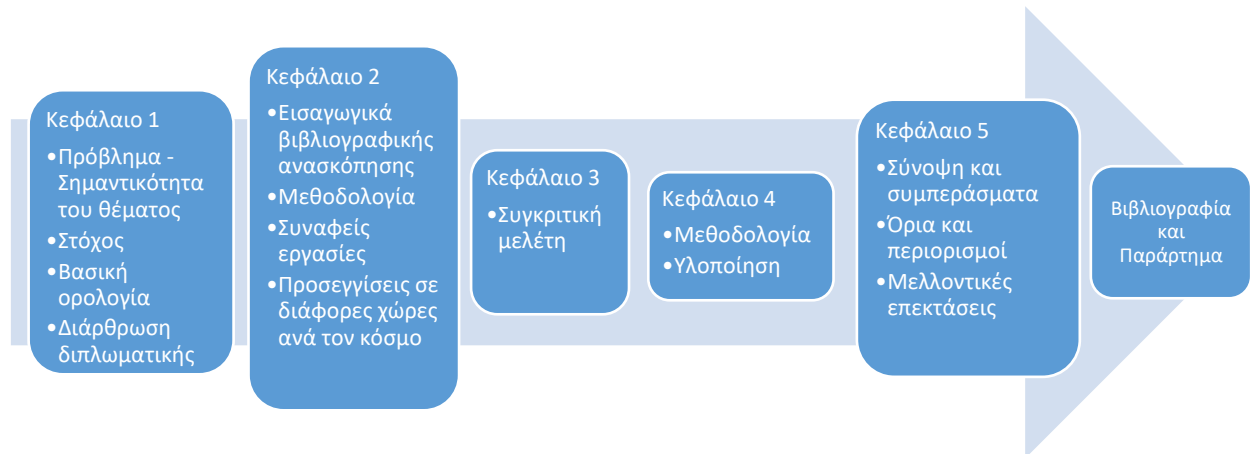
Έπειτα, στο κεφάλαιο 2, ξεδιπλώνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Ο αναγνώστης θα έχει πρόσβαση μέσω αυτού του κεφαλαίου, σε ήδη υπάρχουσες έρευνες θεμάτων που έχουν εξεταστεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων πέντε ετών. Πρόκειται, ουσιαστικά, για μια ανασκόπηση σε μελέτες, γενικές αλλά και πιο ειδικές, αναφορικά με το θέμα της παρούσας εργασίας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει, σε αυτό το κεφάλαιο, μία μικρή αναφορά σε μερικές έξυπνες πόλεις ανά τον κόσμο αλλά και στον ελλαδικό χώρο.

Στο κεφάλαιο 3, γίνεται μία συγκριτική μελέτη, σε σχέση με υπάρχουσες έρευνες και δουλειές που έχουν ήδη γίνει, εφαρμόζοντας παρόμοιες ή και ίδιες τεχνολογίες με εμάς. Εφόσον εξεταστούν πέντε συγκεκριμένες κατηγορίες και συγκριθούν, ενσωματώνουμε στον σχετικό πίνακα και τη δική μας πρόταση.

Ακολουθεί το κεφάλαιο 4, στο οποίο γίνεται παρουσίαση της εφαρμογής που δημιουργήσαμε, των γλωσσών προγραμματισμού και των προγραμμάτων που χρησιμοποιήσαμε καθώς επίσης και του πειράματός μας, με χρήση και ανάλυση συγκεκριμένων τεχνολογιών που απαιτήθηκαν για την ολοκλήρωσή του. Αξίζει να σημειωθεί πως χρησιμοποιήθηκε και συγκεκριμένο πρόγραμμα που συνδέθηκε με το πείραμα και έδωσε σημαντικά αποτελέσματα για την πλήρη κατανόηση της επιτυχημένης λειτουργίας του πειράματός μας.

Στη συνέχεια, το κεφάλαιο 5 αποτελεί τον επίλογο της παρούσας εργασίας. Αναπτύσσουμε τα συμπεράσματα και μία μικρή σύνοψη όσων προηγήθηκαν. Σημειώνονται τα όρια και οι περιορισμοί καθώς και οι μελλοντικές επεκτάσεις της, δημιουργώντας έτσι ένα έναυσμα για να υπάρξει συνέχεια και εξέλιξη, με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη ολοένα και περισσότερων έξυπνων πόλεων.

Τέλος, η διπλωματική αυτή εργασία κλείνει με την βιβλιογραφία και το απαιτούμενο παράρτημα. Αυτές οι δύο ενότητες δίνουν τη δυνατότητα σε κάθε αναγνώστη, να έχει πρόσβαση στις πηγές που χρησιμοποιήθηκαν, στον αλγόριθμο που αναπτύχθηκε καθώς και στον κώδικα δύο διαφορετικών γλωσσών προγραμματισμού για τον σχεδιασμό και την τελική εμφάνιση της εφαρμογής σε android περιβάλλον.



## **2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

### **2.1. Εισαγωγικά**

Στο παρόν κεφάλαιο, θα αναφέρουμε, επιγραμματικά, τον τρόπο με τον οποίο καταλήξαμε στη παρούσα βιβλιογραφία. Έπειτα, θα παρουσιάσουμε την βιβλιογραφική ανασκόπηση στην ερευνητική περιοχή του Διαδικτύου των Πραγμάτων με τη μορφή τριών ενοτήτων. Η πρώτη ενότητα, εξ' αυτών, αφορά τις συναφείς εργασίες που χρονολογούνται από το 2014 έως και το 2018. Έπειτα, στις δύο τελευταίες ενότητες αυτού του κεφαλαίου, θα μιλήσουμε συνοπτικά για κάποιες πόλεις ανά τον κόσμο που έχουν κάνει χρήση σημαντικών τεχνολογιών κατακτώντας, σιγά σιγά, τον τίτλο της Έξυπνης Πόλης. Οι δύο αυτές ενότητες, διαχωρίζονται σε έξυπνες πόλεις τους εξωτερικού και σε ελληνικές πόλεις, αντίστοιχα. Το κεφάλαιο αυτό, όπως είναι σαφές, αποτελεί τη ραχοκοκαλιά μιας εργασίας, καθώς μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, ο μελλοντικός αναγνώστης μπορεί να εξοικειωθεί με τη παρούσα μελέτη.

### **2.2. Μεθοδολογία**

Η αρχική αναζήτηση έγινε με δοκιμές συγκεκριμένων λέξεων-κλειδιά που αφορούν τη θεματολογία που επιθυμούσαμε εξ' αρχής να εξετάσουμε. Ξεκινήσαμε με γενικές λέξεις: smart city, transportation system, monitoring system, internet of things, internet of things for smart cities, cloud computing, μέθοδοι επιτήρησης, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, πρότυπα πόλεων. Τις παραπάνω λέξεις-κλειδιά τις χρησιμοποιήσαμε προς αναζήτηση άρθρων σε ελληνική και αγγλική γλώσσα, δημοσιευμένα σε επιστημονικά περιοδικά, συνέδρια και βιβλία. Οι βάσεις αναζήτησης δεδομένων που επιλέξαμε να συμβουλευτούμε είναι: Google Scholar, Research Gate, Semantic Scholar και Science Direct. Λόγω μεγάλου αριθμού αποτελεσμάτων, καθορίσαμε ως φίλτρα, επιθυμητές χρονολογίες και πιο συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά. Έτσι επιλέξαμε άρθρα και περιλήψεις από το έτος του 2014 και έπειτα, με σκοπό να δούμε τα προβλήματα που προσπαθούσαν να επιλύσουν σε βάθος χρόνου και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνταν από τότε για να εφαρμόσουν το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

### **2.3. Συναφείς εργασίες**

Η έννοια της έξυπνης – ευφυούς πόλης (smart city), έχει απασχολήσει ποικίλους ερευνητές ανά τον κόσμο. Αποτελείται από ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων, αρχιτεκτονικών και μεθόδων που επιτρέπει μία πόλη να αποκτήσει τον τίτλο της έξυπνης πόλης. Εξαιτίας της συνεχούς αύξησης της πυκνότητας του πληθυσμού, οι πόλεις άρχισαν να έχουν μεγαλύτερες

απαιτήσεις για την παροχή υπηρεσιών και υποδομών, προκειμένου να καλύψουν βασικές ανάγκες των ανθρώπων που ζουν για μεγάλο ή μικρό χρονικό διάστημα στη πόλη. Έχουν παρατηρηθεί δράσεις που έχουν ως σκοπό τους την κλιματική αλλαγή καθώς και ενέργειες για έναν μεταβαλλόμενο κόσμο. Χαρακτηριστικά, μέχρι το 2020 αποσκοπούσαν σε:

- > μείωση κατά 20% ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με τα επίπεδα του έτους 1991,
- > αύξηση κατά 20% χρήσης εναλλακτικών ανανεώσιμων μορφών ενέργειας,
- > μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Η αναλογία των ευρωπαϊών πολιτών, που ζουν και εργάζονται σε μεγάλα αστικά κέντρα ευρωπαϊκών χωρών, είναι 4 στους 5. Πρόκειται, ουσιαστικά, για μία αναλογία που μας δείχνει το βαθμό της δυσκολίας που εμφανίζεται για την πραγματοποίηση των παραπάνω στόχων. Έτσι λοιπόν, αυτό που απαιτείται είναι η ενεργή συμμετοχή τους και η ευαισθητοποίηση για το παραπάνω εγχείρημα. Βασικό παράγοντα αποτελεί η συνεργασία των ανθρώπων της πόλης, συνυπολογίζοντας σημαντικά και το επίπεδο τεχνογνωσίας αυτών. Με όλα όσα προαναφέρθηκαν, σίγουρα μπορούμε να μιλάμε για ανάπτυξη και σχεδιασμό πόλεων βάσει των Τεχνολογικών Πληροφορίας και Επικοινωνίας.[8]

Σύμφωνα με έρευνες, αυτό που θα πρέπει να χαρακτηρίζει το νέο είδος πόλης, από τη μία πλευρά, είναι οι τρεις βασικές μορφές της ανάπτυξης: 1) Έξυπνη ανάπτυξη, βασισμένη στη γνώση και την καινοτομία, 2) Διατηρήσιμη ανάπτυξη, με αποδοτική χρήση των διαθέσιμων πόρων για πιο πράσινη και ανταγωνιστική οικονομία και 3) Ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς, με υψηλά ποσοστά απασχόλησης που θα επιτυγχάνει την κοινωνική και εδαφική συνοχή. Από την άλλη πλευρά, έρχεται στο προσκήνιο και ο νέος πολεοδομικός σχεδιασμός που απαιτείται για αυτό το νέο είδος πόλης. Αυτό λοιπόν θα πρέπει να ικανοποιεί σημαντικές καθημερινές ανάγκες, να διαμορφώνει ένα πιο υγιές και ανταγωνιστικό περιβάλλον και να ενδυναμώνει μία περιβαλλοντική ηθική σε όλους. [9]

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν έρευνες που εξετάζουν τα Δεδομένα μεγάλου όγκου (Big Data) σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και τη τεχνολογία Mobile Cloud Computing (MCC) που βρισκόταν στα σκαριά τους. Οι τεχνολογίες αυτές εξελίσσονται, ραγδαία, στον τομέα των ασύρματων τηλεπικοινωνιών και διαρκώς προκύπτουν κοινά χαρακτηριστικά και οφέλη. Βάσει αυτών των ερευνών, παρατηρήθηκε πως το IoT συμβάλλει, κυρίως, στη διαμέριση δικτύων, ενώ το Mobile Cloud Computing στην αποδοτική και ολιστική δικτύωση των εφαρμογών Big Data, θέτοντας νέους στόχους για μελλοντικές έρευνες, με σκοπό τη περαιτέρω εξέταση των χαρακτηριστικών που έχουν οι εφαρμογές Big Data και πως θα μπορούσαν να βελτιωθούν με τη συμβολή των MCC και IoT καθώς και θέματα ασφάλειας στη μετάδοση δεδομένων. [10], [11], [12] Ως προέκταση των παραπάνω ερευνών, έρχονται

άρθρα που εξέτασαν τους περιορισμούς που θέτει η τεχνολογία Mobile Cloud Computing, καθώς σύμφωνα με την υποδομή της, η αποθήκευση και η επεξεργασία των δεδομένων γίνονται εκτός της κινητής συσκευής. Έμφαση δίνεται στο θέμα της ασφάλειας, τόσο για το Cloud Computing(CC), όσο και για το Διαδίκτυο των πραγμάτων(IoT). Τα αποτελέσματα αυτού του συνδυασμού δείχνουν πως η πρώτη βελτιώνεται με τη συμβολή της δεύτερης και πως υπάρχουν αρκετές προκλήσεις ασφάλειας της ενσωμάτωσής τους που σίγουρα θα πρέπει να επιλυθούν ή να περιοριστούν κατ' ελάχιστον. [13]

Αντίστοιχα, εξετάστηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των Δεδομένων μεγάλου όγκου (BD) και Cloud Computing (CC) για να βελτιστοποιηθούν θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας κατά τη λειτουργία τους. Υπάρχουν πολλοί περιορισμοί καθώς και σε αυτόν τον συνδυασμό ενσωμάτωσης, η αποθήκευση και η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιείται εκτός της συσκευής του χρήστη. Έτσι, προτάθηκε μια νέα μέθοδος ενός αλγορίθμου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ασφάλειας του Cloud Computing και να επιτευχθεί μεγαλύτερη ιδιωτικότητα στα δεδομένα που σχετίζονται με την τεχνολογία Big Data. [14], [15]



Εικόνα 2-1 Cloud Computing & Big Data

([https://www.researchgate.net/profile/Christos\\_Stergiou/publication/315823892\\_Efficient\\_and\\_secure\\_BIG\\_data\\_delivery\\_in\\_Cloud\\_Computing/links/59d633e3458515db19c4f020/Efficient-and-secure-BIG-data-delivery-in-Cloud-Computing.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Christos_Stergiou/publication/315823892_Efficient_and_secure_BIG_data_delivery_in_Cloud_Computing/links/59d633e3458515db19c4f020/Efficient-and-secure-BIG-data-delivery-in-Cloud-Computing.pdf))

Μία πιο πρόσφατη προσέγγιση δείχνει πως η ανάλυση του τεράστιου όγκου δεδομένων από πολλαπλές πηγές μπορεί να βοηθήσει τους οργανισμούς να σχεδιάσουν το μέλλον και να προβλέψουν τις μεταβαλλόμενες τάσεις της αγοράς καθώς και τις απαιτήσεις των ανθρώπων. Η κύρια εστίαση της μελέτης είναι πώς να ταξινομήσει κάποια δημοφιλή συστήματα διαχείρισης πόρων μεγάλων όγκου (BD) στο πλαίσιο του περιβάλλοντος του υπολογιστικού

νέφους (CC), έχοντας συγκεκριμένες απαιτήσεις. Παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν πολλές άτακτες και μετασχηματιστικές τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων που εξελίσσονται ραγδαία με σκοπό να παρέχουν περισσότερη γνώση και καινοτομία. Στη παρούσα έρευνα, εξετάστηκαν επτά βασικοί παράγοντες για το κάθε ένα πλαίσιο, αξιολογώντας έτσι τις επιδόσεις τους στη διαχείριση πόρων. [16]

Ο αστικός πληθυσμός, αυξάνεται και μαζί μ' αυτόν αυξάνονται και οι ανάγκες των πόλεων και των πολιτών. Έτσι εξετάστηκε ένα πλαίσιο που περιλάμβανε το πλήρες σύστημα αστικής πληροφόρησης, από το κατασκευάσμα αισθητήριων επιπέδων και υποστήριξης δικτύων, έως τη διαχείριση δεδομένων και την ενσωμάτωση των αντίστοιχων συστημάτων και υπηρεσιών με βάση το σύννεφο (cloud computing). Όλο αυτό αποτελεί ένα μετασχηματισμένο τμήμα του ήδη υπάρχοντος κυβερνο-φυσικού συστήματος. Έτσι οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο το Πραγμάτων, έδειξαν πως επιτρέπουν τη χαρτογράφηση ήχου στην πόλη της Μελβούρνης που συνεργάστηκε για τα παραπάνω αποτελέσματα. [17]

Ερευνητές ασχολήθηκαν με τις εφαρμογές Supermedia. Οι εφαρμογές αυτές επεξεργάζονται βίντεο, ηχητικά, απτικά και άλλα αισθητήρια δεδομένα. Έγιναν εκτεταμένες προσομοιώσεις ώστε να αξιολογηθεί η απόδοση των πρωτοκόλλων μεταφοράς ρευμάτων υψηλής απόδοσης βίντεο κωδικοποίησης, σε πραγματικό χρόνο. Οι μετρήσεις αφορούσαν τη καθυστέρηση, τη διακύμανση, την απόδοση, την απώλεια πακέτων και την απόκλιση άφιξης πακέτων. Παρατηρήθηκε πως η νέα κωδικοποίηση βίντεο HEVC προσφέρει μεγάλες βελτιώσεις στη μεταφορά των Supermedia μέσω διαδικτύου όπως αποφυγή συμφόρησης, μειωμένο τρέμουλο (jitter), καθυστέρηση και απώλεια πακέτων λόγω του μειωμένου, με μισό bit, ρυθμού της ροής βίντεο. Σε μία άλλη έρευνα, έγινε αποκλειστική ανάλυση νέου αλγορίθμου κρυπτογράφησης και μετάδοσης βίντεο HEVC. [18], [19]

Μια άλλη προσέγγιση δείχνει πως ο προτεινόμενος αλγόριθμος με το πρότυπο συμπίεσης βίντεο H.265/ MPEG-H, όπως είναι και αλλιώς γνωστό, αποδείχτηκε πως είναι πιο αποτελεσματικός και ασφαλής συγκριτικά με τη χρήση του προηγούμενου προτύπου H.264. Παρουσιάζει εξοικονόμηση εύρους ζώνης και απαιτεί λιγότερο χρόνο για κρυπτογράφηση με συναφείς αλγορίθμους. [20], [21] Ένα νεότερο πρότυπο κωδικοποίησης βίντεο υψηλής απόδοσης είναι και η κλιμακούμενη κωδικοποίηση (SHVC) που έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνα για να αποτελέσει μέρος συστήματος παρακολούθησης υγειονομικής περίθαλψης. Το πρότυπο αυτό, προσφέρει μεταφορά, ίδιας ποιότητας, βίντεο στο μισό του ρυθμού μετάδοσης απ' ότι με την HEVC. Μαζί με αυτό, χρησιμοποιήθηκε και το πρωτόκολλο περιορισμένης εφαρμογής (CoAP) για τη συμπίεση και μεταφορά δεδομένων. Στη συγκεκριμένη έρευνα, προτάθηκε μία

αρχιτεκτονική με όνομα “All4Health”, η οποία είναι βασισμένη σε IoT και αποτελείται από αισθητήρες, ενεργοποιητές και κάμερες, δείχνοντας συγκριτικά αποτελέσματα και πλεονεκτήματα αυτής, σε σχέση με άλλες αρχιτεκτονικές παρόμοιου σκοπού. Αξίζει να σημειωθεί πως τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά της είναι η δια-λειτουργικότητα, η αξιοπιστία, η προσαρμοστικότητα, η ανοχή σφάλματος και η επεκτασιμότητα. [22], [23]

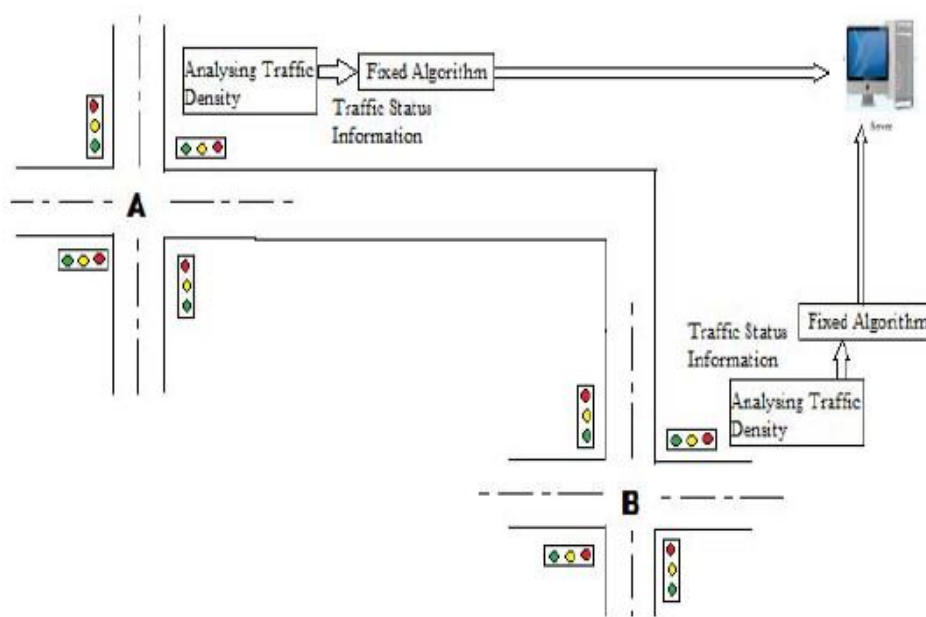
Το παραπάνω πρωτόκολλο χρησιμοποιήθηκε και σε άλλες έρευνες, λόγω του χαμηλού ποσοστού, αν όχι μηδενικού, των πακέτων που χάθηκαν κατά τη μετάδοση δεδομένων σε ένα σύστημα προσομοίωσης. Αυτό αποτελείται από το λογισμικό Contiki και τον εξομοιωτή Cooja, ώστε να έχουν πιο ρεαλιστική και λεπτομερή εικόνα του συστήματος που σχεδιάσανε. Τα συστήματα αυτά, έδωσαν στοιχεία για αποτελεσματική παρακολούθηση ασθενών σε νοσοκομειακά κτίρια καθώς και ένα στρώμα σχεδιασμού συστήματος διαχείρισης κτιρίων (BMS), γενικά. Όλα αυτά, αποτελούν κομμάτι των σημαντικών προόδων που σημειώνονται, χρόνο με το χρόνο και προσφέρονται καλύτερες λύσεις για τη διασύνδεση και την ασφάλεια Ευφών Κτιρίων (IBs) και για τη διαχείριση σημαντικών δεδομένων μεγάλου όγκου, όπως ιστορικό ασθενών, πληροφορίες υπαλλήλων ή οτιδήποτε άλλο απαιτείται. [24]–[27]

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στον τομέα των Δεδομένων Μεγάλου Όγκου (Big Data). Μία πρόσφατη έρευνα από το Ισπανικό Πανεπιστήμιο της Μούρθια, θέλησε να δείξει με δύο σενάρια ανάλυσης Μεγάλου όγκου δεδομένων, πως μπορεί να εφαρμοστεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων σε διαφορετικές εφαρμογές έξυπνων πόλεων και με μία γενική αρχιτεκτονική τεσσάρων στρωμάτων. Εξέτασε, λοιπόν, ορισμένες υπηρεσίες που εφαρμόζονται στην συγκεκριμένη πανεπιστημιούπολη, αλλά και μία υπηρεσία που αφορά τη διέλευση χιλιάδων καρτών σε τραμ της περιοχής. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι δυνατότητες τέτοιων εφαρμογών μπορούν να παρέχουν κερδοφόρες υπηρεσίες σε έξυπνες πόλεις, όπως είναι η διαχείριση κατανάλωσης ενέργειας και ιδανικής θερμοκρασίας σε έξυπνα κτίρια, καθώς επίσης και η ανίχνευση των προτιμήσεων των μέσων που χρησιμοποιούν για τα ταξίδια τους οι κάτοικοι της πόλης. [28]

Ως μία άλλη προσέγγιση των νέων τεχνολογιών, έρχεται μία ομάδα ερευνητών να ασχοληθούν με τον τομέα της εκπαίδευσης. Αναπτύσσουν μία αρχιτεκτονική υψηλού επιπέδου ενός έξυπνου, σύγχρονου, δια δραστικού εργαστηριακού μαθήματος που ονομάζεται Smart Interconnected Interactive Classroom (SIIC). Περιγράφει τη δια-λειτουργικότητα των τεχνολογιών τηλεπικοινωνιών, αισθητήρων και ενεργοποιητών σε ένα εικονικό περιβάλλον που ενισχύει τη μαθησιακή διαδικασία και την εμπειρία. Στο πλαίσιο αυτού του έργου, παρουσιάζονται άρτιες και εικονικές υπηρεσίες που μπορούν να βοηθήσουν τα συστήματα

ηλεκτρονικής μάθησης μέσω αλληλεπιδράσεων εικονικής πραγματικότητας και πραγματικού χρόνου. [29]

Μία διαφορετική οπτική της εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων, είναι η χρήση του στη διαχείριση της κυκλοφορίας μία πόλης, σε πραγματικό χρόνο. Σε πολλές μητροπολιτικές πόλεις, λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της πυκνότητας των οχημάτων, παρατηρείται μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση σε ώρες αιχμής και όχι μόνο. Για να εντοπίσουν τρόπους βελτιστοποίησης για τη συγκεκριμένη κατάσταση εξετάστηκαν δύο αλγόριθμοι. Η σηματοδότηση σταθερού χρόνου που χρησιμοποιείται σήμερα και η σηματοδότηση βάσει πυκνότητας που προτείνεται. Παρατηρήθηκε πως και για να διευκολυνθούν οχήματα έκτακτης ανάγκης, θα πρέπει να δίνεται υψηλή προτεραιότητα στη λωρίδα προσπέρασης, ώστε να μη χάνεται χρόνος λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης καθώς η διάσωση της ανθρώπινης ζωής είναι σημαντική. Πιο συγκεκριμένα φαίνεται η συμβολή του IoT στη παρακάτω εικόνα. [30]



Real time Traffic Density Management using IOT

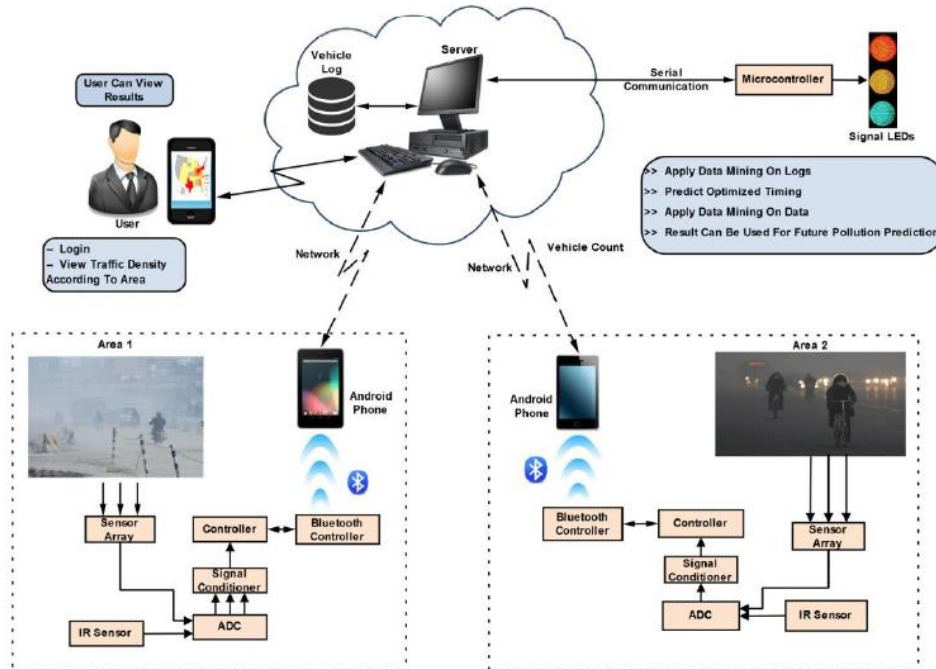
Εικόνα 2-2 Real time Traffic Density Management using IOT

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7754512>

Μία άλλη προσέγγιση, παρουσίασε πως με τη βοήθεια του Έξυπνου συστήματος μεταφοράς, οι τρέχουσες πληροφορίες για τη κυκλοφορία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το δωμάτιο ελέγχου προκειμένου να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της κυκλοφορίας. Έτσι προτάθηκε ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί νέες τεχνολογίες για να συλλέξει, να οργανώσει και να διαβιβάσει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, με σκοπό να παρέχει ακριβή



εκτίμηση της πυκνότητας της κυκλοφορίας και των καιρικών συνθηκών. Όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα χρειάστηκε κατά βάση ένας διακομιστής και μία εφαρμογή Android για τον χρήστη, ώστε να παίρνει αναφορά για τη κυκλοφοριακή συμφόρηση και σε ποια σημεία παρατηρείται, για τη ρύπανση, τις καιρικές συνθήκες κ.ά. [31]



Architecture of proposed system

Εικόνα 2-3 Architecture of proposed system

([https://www.researchgate.net/publication/277961383\\_Vehicle\\_Traffic\\_Congestion\\_Control\\_Monitoring\\_System\\_in\\_IoT](https://www.researchgate.net/publication/277961383_Vehicle_Traffic_Congestion_Control_Monitoring_System_in_IoT))

Οι ασύρματες επικοινωνίες και η δικτύωση παρουσιάζουν ταχεία αύξηση, κάτι το οποίο θα φέρει στη καθημερινότητα όλων, προηγμένα μέσα για ενημέρωση ανά πάσα στιγμή, σε οπουδήποτε μέρος και σε οποιαδήποτε συσκευή. Η ενημέρωση αυτή μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες όπως ένα βίντεο υψηλής ποιότητας σε 3D-HEVC. Το cloud Computing επιτρέπει εύκολη πρόσβαση σε δίκτυα, εφαρμογές, servers και υπηρεσίες που μπορούν να αλληλοεπιδράσουν. Έτσι, προτάθηκε ένας αποδοτικός αλγόριθμος για προηγμένα κλιμακούμενα smart big data, όπως 3D, Ultra HD, βασισμένα σε media συστήματα έξυπνου υπολογιστικού νέφους. Παρατηρήθηκε πως ο προτεινόμενος αλγόριθμος μπορεί να ενσωματωθεί σε HEVC χωρίς να παραβιάσει το συγκεκριμένο πρότυπο και να φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. [32], [33]

Καθώς το Διαδίκτυο των πραγμάτων επεκτείνεται όλο και περισσότερο, ερευνητές θέλησαν να το ενσωματώσουν με τη βίντεο – παρακολούθηση, με σκοπό τη συλλογή και

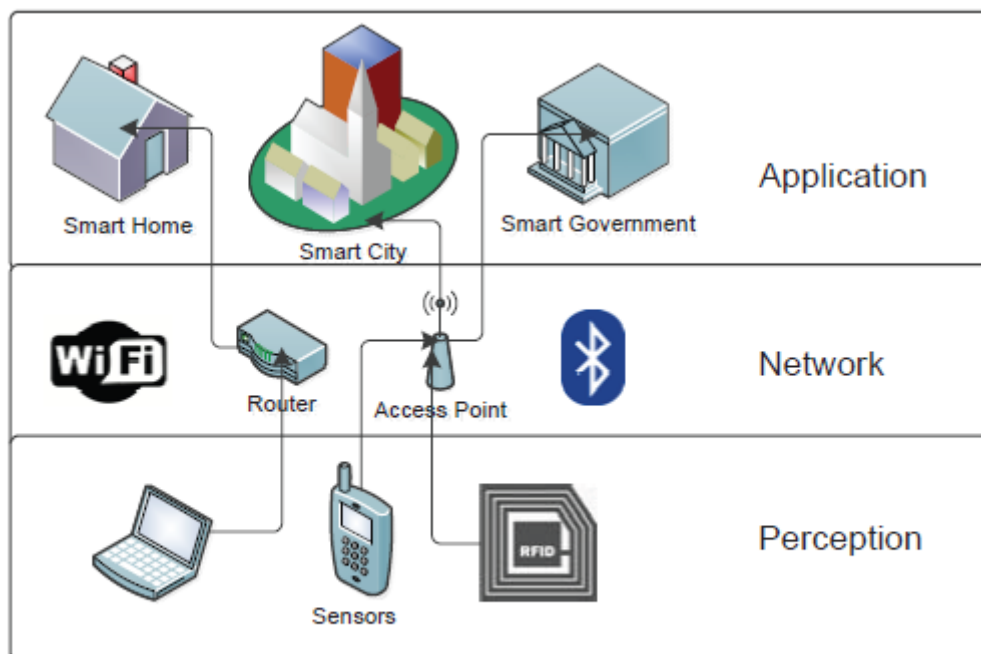
ανταλλαγή δεδομένων που καταγράφονται μέσω αισθητήρων και καμερών και αποστέλλονται μέσω διαδικτύου καθημερινά. Έτσι προτάθηκε μία τοπολογία, που σκοπό της είχε να αναδείξει τη βελτίωση της βίντεο – παρακολούθησης, καθώς και τη καλύτερη δυνατή μετάδοση δεδομένων βίντεο μέσω του διαδικτύου. Χρησιμοποιήθηκαν υπολογιστές, κάμερες, τηλέφωνα, βιομετρικά δεδομένα, RFID συσκευές προκειμένου να εντοπίσουν τη συνεισφορά των παρεχόμενων τεχνολογιών και να προκύψουν αποτελέσματα που αφορούν έξυπνες λύσεις σε καλάθια μεταφοράς, έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας που ενσωματώνουν περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών, αισθητήρες σε σπίτια και αεροδρόμια καθώς και αισθητήρες κινητήρα που ανιχνεύουν και προβλέπουν προβλήματα συντήρησης. [34]

Η ασφάλεια με την οποία μεταδίδονται τα ευαίσθητα δεδομένα μεγάλου όγκου μέσω του διαδικτύου, είναι ένα φλέγον ζήτημα που έχει απασχολήσει πλήθος ερευνητών. Το διαδίκτυο των πραγμάτων επεκτείνει διαρκώς τα όριά του και ολοένα και μεγαλώνει η ποικιλία υπολογιστικών συσκευών που περιλαμβάνει. Μεγάλο μέρος των πληροφοριών που διακινούνται μέσω του διαδικτύου, εκτίθεται σε ένα ευρύ και συχνά άγνωστο κοινό, γεγονός που παρουσιάζει πολλές προκλήσεις ασφάλειας. Έτσι λοιπόν, μία πρόσφατη έρευνα αφού εξέτασε και ανέλυσε τις υπάρχουσες λύσεις στο πρόβλημα της ασφάλειας καθώς και τα μειονεκτήματά τους, πρότεινε έναν ενοποιημένο σχεδιασμό αρχιτεκτονικής IoT με βάση το δίκτυο MobilityFirst, το οποίο αντιμετωπίζει προβλήματα ασφάλειας και αυξάνει την εμπιστοσύνη για ασφαλή λειτουργία του IoT. Σε αυτό εισήγαγε ένα νέο επίπεδο, το middleware, το οποίο έχει ως βασικό συστατικό του, την υπηρεσία προσδιορισμού ονομάτων IoT (IoT-NRS). Εγγράφει συσκευές που επικοινωνούν μεταξύ τους, παρέχει ονομασία και διαχείριση κλειδιών, παρέχοντας έτσι, μεγαλύτερη ασφάλεια. [35]

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα που βασίστηκε στην ανάλυση του αλγορίθμου DLS, μιας αποτελεσματικής προσέγγισης διατήρησης της ιδιωτικότητας, σχεδιάζοντας έναν αλγόριθμο επίθεσης για το DLL (ADLS). Βάσει των παραπάνω, προτάθηκε ο αλγόριθμος προστασίας δεδομένων εικονικής θέσης (DLP), εξετάζοντας το υπολογιστικό κόστος και τις απαιτήσεις απορρήτου διαφορετικών χρηστών. Προέκυψε λοιπόν, πως ο εν λόγω αλγόριθμος DLP, έχει σαφή πλεονεκτήματα έναντι του αλγορίθμου DLS. Παρατηρήθηκε μικρότερη πιθανότητα αποκάλυψης της πραγματικής θέσης του χρήστη, βελτιωμένο υπολογιστικό κόστος και αποτελεσματικότητα, διατηρώντας το ίδιο επίπεδο απορρήτου με τον συγκρινόμενο αλγόριθμο. [36]

Είναι σημαντικό, το IoT, να δίνει τη δυνατότητα μετάδοσης οποιασδήποτε πληροφορίας, οπουδήποτε και οποιαδήποτε στιγμή, εξασφαλίζοντας την ασφάλεια. Έτσι θα

πρέπει να εφαρμοστούν ορισμένες αρχές σε κάθε στρώμα της αρχιτεκτονικής του για να επιτευχθεί η ασφαλής υλοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Έρευνες που διεξήχθησαν επικεντρώθηκαν στα πρωτόκολλα ελέγχου ταυτότητας και ελέγχου πρόσβασης, όμως λόγω της συνεχούς εξέλιξης συνέστησαν πως είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση πρωτοκόλλων δικτύωσης IPv6 και 5G για να επιτευχθεί η δυναμική διαμόρφωσης της τοπολογίας του Διαδικτύου. Το πλαίσιο του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι επιρρεπές σε επιθέσεις και για να δούμε τη πραγματική του μεταμόρφωση, θα πρέπει να ξεπεραστούν οι ανησυχίες με την ασφάλεια, όπως η προστασία της ιδιωτικότητας, η εμπιστευτικότητα, η εξακρίβωση της γνησιότητας, ο έλεγχος πρόσβασης, η ασφάλεια από άκρο σε άκρο καθώς και οι παγκόσμιες πολιτικές. Παρακάτω απεικονίζονται το τρία πλαίσια αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου των πραγμάτων στα οποία απαιτούνται οι αρχές ασφάλειας. [37], [38]



**Three-layer IoT architecture.**

*Εικόνα 2-4 Three-layer IoT architecture*

*([http://www.aloul.net/Papers/faloul\\_icitst15.pdf](http://www.aloul.net/Papers/faloul_icitst15.pdf))*

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι η ευελιξία ώστε να μπορεί να υποστηρίξει διάφορες απαιτήσεις εφαρμογών και η ευκολία στη διαχείριση της υποδομής της. Έτσι, οι συγγραφείς ενός πολύ ενδιαφέροντος άρθρου, πρότειναν και εξέτασαν διεξοδικά μία αρχιτεκτονική κατά την οποία οι κεντρικοί ελεγκτές έχουν σχεδιαστεί για τη διαχείριση των φυσικών συσκευών. Επίσης, έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρέχουν APIs για την ανάκτηση δεδομένων, τη μεταφορά και την επεξεργασία, με σκοπό την

ανάπτυξη εφαρμογών αστικής ανίχνευσης. Η αρχιτεκτονική αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι είναι ευέλικτη και διάφορες εφαρμογές μπορούν να συνυπάρχουν στην κοινή υποδομή για περαιτέρω μείωση του συνολικού κόστους κεφαλαίου και συντήρησης. [39]

Μία άλλη έρευνα θέλησε να εξετάσει τα πρότυπα τηλεπικοινωνίας 4G LTE και 4G LTE Advanced, με σκοπό την ενίσχυση των υφιστάμενων περιορισμών των Κινητής Υπολογιστικής Νέφους. Παρουσιάζει τα σημαντικότερα χαρακτηριστικών αυτών των δύο προτύπων, καθώς και τις μεγάλες προκλήσεις που προκύπτουν από τη συμβολή τους στην ενεργειακή απόδοση, στη κινητικότητα, στην ασφάλεια πρωτοκόλλου σχεδιασμού και στη χρήση ραδιοσυχνοτήτων. Τα συγκεκριμένα πρότυπα αποτελούν εξέλιξη των συστημάτων 3G και σκοπός τους είναι να παρέχουν επίπεδα ποιότητας παρόμοια με εκείνα των ενσύρματων δικτύων. Η συγκεκριμένη έρευνα έδειξε πως τα κύρια θετικά στοιχεία της τεχνολογίας 4G/LTE μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση των κύριων αρνητικών χαρακτηριστικών της τεχνολογίας MCC. [40], [41]

## **2.4. Προσεγγίσεις σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο**

### **2.4.1. Τι συμβαίνει ανά τον κόσμο**

Σε αυτή την ενότητα, θα εξετάσουμε κάποιες περιπτώσεις μεγάλων πόλεων που μπορούν, επάξια, να φέρουν τον χαρακτηρισμό της Έξυπνης Πόλης, γνωστές και ως Smart Cities. Έχουν καταφέρει να προσαρμόσουν τις υπάρχουσες υποδομές και να εκπαιδεύσουν τους πολίτες, σε νέες τεχνολογίες, νέες εγκαταστάσεις και τρόπους που διευκολύνουν την καθημερινότητα όλων.

Μιλώντας για τον Ελλαδικό χώρο, παρόλο που έχουν παρατηρηθεί αξιόλογες προσπάθειες για μία προσέγγιση των νέων τεχνολογιών, ακόμα βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο και θα χρειαστούν να περάσουν αρκετά χρόνια για να μπορέσει να προσαρμοστεί σε νέα τεχνολογικά πλαίσια. Σε επόμενη ενότητα θα δούμε κάποιες σχετικές αναφορές σε ελληνικές έξυπνες πόλεις.



Εικόνα 2-5 Smart Cities

(<https://www.smartcitiesworld.net/news/news/coalition-explores-impact-of-smart-cities-2813>)

#### 2.4.2. Διεθνείς Έξυπνες πόλεις

Αρχικά, θα εξετάσουμε τα εγχειρήματα που έχουν ξεκινήσει να εφαρμόζονται, κατά την τρέχουσα περίοδο προγραμματισμού 2014-2020. Σύμφωνα με τη στρατηγική «Ευρώπη 2020», η βιώσιμη ανάπτυξη συνδέεται, στενά, με την έξυπνη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη, στο πλαίσιο του στρατηγικού στόχου της πολιτικής συνοχής, παρέχοντας σε κάθε κράτος μέλος πολλαπλά μέσα και ευκαιρίες χρηματοδότησης, σύμφωνα με τα κριτήρια βιωσιμότητας. Κατά τη διάρκεια της εποχής που ξεκίνησαν οι αλλαγές στην οικονομία και στην αγορά, οι χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης ασχολήθηκαν με τη δημιουργία του νομικού και θεσμικού πλαισίου για την προστασία του περιβάλλοντος ως σημαντική συνιστώσα της στρατηγικής για την αειφόρο ανάπτυξη, σύμφωνα με τις απαιτήσεις ένταξης στην ΕΕ. [42]

Παράλληλα με τις προσπάθειες δημιουργίας μιας πραγματικής περιβαλλοντικής κουλτούρας, είχαν ξεκινήσει να κάνουν, δυναμικά, την εμφάνισή τους, τα οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα, όπως η καθίζηση της παραγωγής και η αυξανόμενη ανεργία. Αργότερα, στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής άρχισε να δημιουργείται ένα πιο ευνοϊκό

πλαίσιο για την αντιμετώπιση των στόχων της αιεφόρου ανάπτυξης. Παρακάτω, θα δούμε παραδείγματα πόλεων ανά τον κόσμο, που υιοθέτησαν τις νέες τεχνολογικές τάσεις και παρά τις οικονομικές και πολιτικές δυσκολίες, έχουν καταφέρει, μέχρι και σήμερα, να θέσουν σε εφαρμογή μεγάλα εγχειρήματα προκειμένου να κατακτήσουν τον τίτλο “Smart City”. Βελτίωσαν, έτσι, σε μεγάλο ποσοστό το βιοτικό τους επίπεδο και ταυτόχρονα μείωσαν σημαντικούς, επιβλαβείς, ρύπους συμβάλλοντας έτσι στη προστασία του περιβάλλοντος. Απώτερος στόχος όλων, είναι να γίνει πιο “έξυπνη” και “πράσινη” η καθημερινότητα των πολιτών.

#### **2.4.2.1. Αμστερνταμ**

Ξεκίνησε το 2009. Περιλαμβάνει περισσότερα από 170 έργα που αναπτύσσονται από τοπικούς κατοίκους, την κυβέρνηση και τις επιχειρήσεις. Δημιουργήθηκε μια διασυνδεδεμένη πλατφόρμα μέσω ασύρματων συσκευών για να ενισχύσουν τις ικανότητες λήψης αποφάσεων της πόλης, σε πραγματικό χρόνο. Σκοπός των έργων είναι η μείωση της κυκλοφορίας, η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας. Η πόλη τρέχει το Amsterdam Smart City Challenge, ετησίως, δεχόμενη προτάσεις για νέες, εξελιγμένες εφαρμογές που εντάσσονται στο πλαίσιο της πόλης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής είναι η MobyPark, εφαρμογή, σύμφωνα με την οποία, οι πολίτες που διαθέτουν ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης, να μπορούν να τους νοικιάζουν σε άτομα που ενδιαφέρονται να σταθμεύσουν εκεί, έναντι αμοιβής. Τα δεδομένα που παράγονται από αυτήν την εφαρμογή, μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν από την πόλη για να προσδιορίσουν τη ζήτηση στάθμευσης και τις ροές κυκλοφορίας στο Άμστερνταμ. Ορισμένες κατοικίες έχουν, επίσης, εφοδιαστεί με έξυπνους μετρητές ενέργειας, παρέχοντας κίνητρα σε εκείνους που μειώνουν ενεργά την ενεργειακή κατανάλωση. Άλλες πρωτοβουλίες, περιλαμβάνουν τον ευέλικτο φωτισμό του δρόμου (Smart Lighting), κάτι που επιτρέπει στους δήμους να ελέγχουν τη φωτεινότητα των φώτων δρόμου, την έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας με την οποία παρακολουθείται η κίνηση σε πραγματικό χρόνο από την πόλη, έχοντας ως τελικό στόχο να δώσει πληροφορίες σχετικά με τον τρέχοντα χρόνο ταξιδιού σε συγκεκριμένους δρόμους, οι οποίες στη συνέχεια θα μεταδοθούν ζωντανά, ώστε να καθορίσουν τις καλύτερες διαδρομές που πρέπει να ακολουθήσουν. [43]

#### **2.4.2.2. Βαρκελώνη**

Η Βαρκελώνη έχει δημιουργήσει μια σειρά έργων που μπορούν να θεωρηθούν εφαρμογές "έξυπνης πόλης" στο πλαίσιο της στρατηγικής "CityOS". Για παράδειγμα, η

τεχνολογία αισθητήρων έχει εφαρμοστεί στο σύστημα άρδευσης στο Parc del Centre de Poblenou, όπου τα δεδομένα πραγματικού χρόνου μεταδίδονται στα πληρώματα κηπουρικής σχετικά 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 κάθετες, οριζόντιες και διαγώνιες διαδρομές με αριθμό κόμβων. Επίσης, τα λεωφορεία κυκλοφορούν σε διαδρομές που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτιστοποίηση του αριθμού των πράσινων φώτων. Κάτι πολύ σημαντικό είναι πως 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 προσεγγίσουν το περιστατικό, χωρίς καθυστέρηση. Μεγάλο μέρος αυτών των δεδομένων διαχειρίζεται η πλατφόρμα Sentilo. [44]

#### **2.4.2.3. Μαδρίτη- Σανταντέρ**

Η Μαδρίτη, πρωτοπόρος, στην εφαρμογή του εγχειρήματος Smart City, υιοθέτησε την πλατφόρμα MiNT Madrid Inteligente / Smarter της Μαδρίτης για να ενσωματώσει τη διαχείριση των τοπικών υπηρεσιών. Η πλατφόρμα αυτή περιλαμβάνει τη βιώσιμη και μηχανογραφημένη διαχείριση των υποδομών, τη συλλογή απορριμμάτων και την ανακύκλωση, καθώς και δημόσιους χώρους και χώρους πρασίνου. Το πρόγραμμα εκτελείται σε συνεργασία με την INSA της IBM, αξιοποιώντας τις δυνατότητες και την εμπειρία Big Data και analytics της IBM. Η Μαδρίτη θεωρείται ότι έχει υιοθετήσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση των έξυπνων πόλεων, όπου τα κοινωνικά ζητήματα εντοπίζονται και στη συνέχεια επιλέγονται τεχνολογίες για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων. Αυτή η προσέγγιση παρέχει υποστήριξη και αναγνώριση στις νεοσύστατες επιχειρήσεις μέσω του προγράμματος Digital Start Up της Μαδρίτης. Κάτι ακόμα που αξίζει να σημειωθεί, αφορά μία ακόμα ισπανική πόλη κοντά σχετικά στη Μαδρίτη, το Σανταντέρ. Πρόκειται για μία παραθαλάσσια πόλη, στις ισπανικές ακτές του Ατλαντικού, η οποία κατάφερε να προσελκύσει εκπροσώπους της Google, της Microsoft και της IBM, καθώς και αντιπροσωπείες από την Κίνα και την Ιαπωνία, κάτι που τελικά μετέτρεψε τη πόλη σ' ένα τεράστιο ζωντανό εργαστήριο, ιδανικό για την εφαρμογή των νέων καινοτόμων τεχνολογιών. Εγκαταστάθηκαν κάτω ακριβώς από την άσφαλτο των κεντρικών δρόμων 12.000 ηλεκτρονικοί αισθητήρες, οι οποίοι συνδέθηκαν με πομπούς στα φώτα των δρόμων, στις οροφές λεωφορείων ή ακόμη και πάνω σε δέντρα. Με τον τρόπο αυτό

οι αισθητήρες παρέχουν ανελλιπώς πληροφορίες, καλύπτοντας με μεγάλη επιτυχία τους παρακάτω τομείς:

- **Στατική και κινητή παρακολούθηση του περιβάλλοντος:** Αισθητήρες στις κολώνες φωτισμού και σε προσόψεις κτιρίων μετρούν διοξείδιο του άνθρακα, θερμοκρασία, θόρυβο, κίνηση πεζών και αυτοκινήτων και επίπεδο φωτισμού. Έτσι, για παράδειγμα, όχι μόνο παρέχονται πληροφορίες για το ποιοι λαμπτήρες φωτισμού είναι εκτός λειτουργίας, αλλά ο φωτισμός των δρόμων μπορεί να προσαρμόζεται δυναμικά (π.χ. χαμηλώνει όταν δεν κινούνται αυτοκίνητα ή όταν έχει πανσέληνο και, αντίστοιχα, μεγαλώνει σε συνθήκες κίνησης, βροχής ή ομίχλης). Αισθητήρες στους κάδους απορριμμάτων δείχνουν ποιοι κάδοι πρέπει να αδειάσουν, περιορίζοντας τις διαδρομές των απορριματοφόρων. Ο έλεγχος επεκτείνεται με αισθητήρες σε λεωφορεία, ταξί και αυτοκίνητα της αστυνομίας που μετρούν ένα σύνολο περιβαλλοντικών παραμέτρων.

- **Έλεγχος χώρων στάθμευσης:** Συσκευές που βρίσκονται κάτω από την άσφαλο δίνουν πληροφορίες σε φωτεινές επιγραφές που κατευθύνουν τους οδηγούς προς ελεύθερες θέσεις στάθμευσης.

- **Παρακολούθηση της κυκλοφορίας:** Αισθητήρες έχουν τοποθετηθεί στις εισόδους της πόλης επιτρέποντας μετρήσεις έντασης κυκλοφορίας, ταχύτητας οχημάτων, ουρών σε περιπτώσεις κυκλοφοριακής συμφόρησης, αλλά και εγκαίρως ενημερώνουν για συμβάντα οδικών ατυχημάτων.

- **Άρδευση χώρων πρασίνου:** Στα πάρκα υπάρχουν συσκευές που ελέγχουν θερμοκρασία, υγρασία ατμόσφαιρας-εδάφους, βροχόπτωση και ταχύτητα ανέμου, ώστε η άρδευση να είναι αποτελεσματική και οικονομική.

- **Ενημέρωση και συμμετοχή των πολιτών:** Ετικέτες RFID/QR κώδικα χρησιμοποιούνται για σήμανση αξιοθέατων, εμπορικών καταστημάτων και δημόσιων χώρων. Κάτοικοι και επισκέπτες λαμβάνουν πληροφορίες στα κινητά τους τηλέφωνα για τοποθεσίες που επισκέπτονται. Οι πολίτες συμμετέχουν στην έξυπνη πόλη έχοντας πρόσβαση μέσω κινητού τηλεφώνου στην υπηρεσία του «ρυθμού της πόλης». Ένας πολίτης μπορεί, αν κατευθύνει το κινητό του προς το μέγαρο πολιτιστικών εκδηλώσεων, να δει τις προσεχείς εκδηλώσεις, ενώ αν το κατευθύνει προς ένα εμπορικό κατάστημα να δει προσφορές. Με το κινητό τηλέφωνο μπορεί να φωτογραφίσει μια κακοτεχνία ή λακκούβα και να στείλει τη φωτογραφία στη δημοτική υπηρεσία, δίνοντας αυτόματα (από το GPS) τις συντεταγμένες. [45]



#### **2.4.2.4. Στοκχόλμη**

Η τεχνολογία έξυπνης πόλης της Στοκχόλμης, ξεκινά το 1994 αναπτύσσοντας το σύστημα σκοτεινών ινών Stokab, με σκοπό 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. Έτσι, η Στοκχόλμη δημιούργησε μια στρατηγική πράσινων τεχνολογιών πληροφορικής, στην οποία έχει πρόσβαση το 100% των επιχειρήσεων και το 95% των σπιτιών. Το πρόγραμμα Green IT επιδιώκει να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της πόλης. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούνται τα ενεργειακώς αποδοτικά κτίρια για ελαχιστοποίηση του κόστους θέρμανσης, η παρακολούθηση της κυκλοφορίας για ελαχιστοποίηση του χρόνου που δαπανάται στο δρόμο, καθώς και η ανάπτυξη ηλεκτρονικών υπηρεσιών για ελαχιστοποίηση χρήσης χαρτιού. Ψηφίστηκε ως η Πρώτη Ευρωπαϊκή Πράσινη Πρωτεύουσα, με 40% χώρο πρασίνου στην πόλη. Αξιοσημείωτο είναι πως αναπτύσσει τις πιο ασυνήθιστες μεθόδους εξοικονόμησης, οποιασδήποτε μορφής, ενέργειας, όπως για παράδειγμα η μετατροπή του ζεστού νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Η πλατφόρμα e-Stockholm, επικεντρώνεται στην παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων των πολιτικών ανακοινώσεων, της κράτησης θέσεων στάθμευσης κ.α. Αυτό αναπτύσσεται περαιτέρω μέσω αναλυτικών συστημάτων GPS, επιτρέποντας στους κατοίκους να καθορίζουν 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 οργάνωση πόλης. [46]

#### **2.4.2.5. Βιέννη**

Η μεγάλη πρωτοβουλία Smart City Wien ξεκίνησε το 2011 στο πλαίσιο πολλών προσεγγίσεων που προέρχονται από διαφορετικούς τομείς δράσης της Βιέννης. Πιο συγκεκριμένα αυτά που έχει επιτύχει μέχρι τώρα και την κατατάσσει τα τελευταία χρόνια στη πρώτη θέση των πόλεων καλύτερου βιοτικού επιπέδου είναι τα παρακάτω. Η κοινωνική στέγαση που έχει δημιουργήσει, κατάφερε να φτάσει 400.000 σημεία υψηλής ποιότητας σε όλη την πόλη. Αυτό συμβάλλει σημαντικά σε ένα καλό κοινωνικό μείγμα και προσιτό κόστος στέγασης για όλους. Οι δημόσιες συγκοινωνίες είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένες και καθιστούν δυνατή την ταχεία πρόσβαση σχεδόν σε όλα τα μέρη της πόλης. Οι φθηνές τιμές, η αξιοπιστία και η ποιότητα εξασφαλίζουν υψηλά επίπεδα αποδοχής. Το νερό της Βιέννης είναι εξαιρετικής ποιότητας για μια μητρόπολη. Έχει εξασφαλίσει την ασφάλεια εφοδιασμού και την υψηλή

απόδοση του πόσιμου νερού, κάτι που είναι αποτέλεσμα σκληρής δουλειάς και βιώσιμων επενδύσεων της πόλης της, για περισσότερο από έναν αιώνα. 30 εκατ. Ευρώ επενδύονται, ετησίως, στη Βιέννη για το δίκτυο σωλήνων νερού, που αποτελεί ένα μεγάλο όφελος για όλους τους Βιεννέζους. Οι δομές διάθεσης απορριμμάτων της πόλης, συμπεριλαμβανομένου του καθαρισμού λυμάτων επεξεργασίας αποβλήτων, τον διαχωρισμό των αποβλήτων ή τη παραγωγή θερμότητας, θεωρούνται πρότυπα ορθής πρακτικής από πολλές άλλες πόλεις. Η Βιέννη είναι μια πυκνή πόλη και ταυτόχρονα καταφέρνει να διατηρήσει το μερίδιο των χώρων πρασίνου στο 50%. Μεγάλες διαρθρωτικές αποφάσεις, όπως η διατήρηση του δάσους της Βιέννης ή της δημιουργίας του νησιού του Δούναβη, έχουν συνδυάσει τη ποιότητα του περιβάλλοντος με ελκυστικές επιλογές αναψυχής και στην περίπτωση του περιορισμού του Δούναβη έχουν προστατεύσει την πόλη ενάντια σε πλημμύρα. [47]

#### **2.4.2.6. Μελβούρνη**

Ένα από τα πιο ξεχωριστά σχέδια έξυπνων πόλεων, αυτό της Μελβούρνης, σχεδιάζεται για να βοηθήσει τους τυφλούς, κωφούς και τους τυφλούς - κωφούς στην πόλη. Οι πιθανές λύσεις που εξετάστηκαν περιλαμβάνουν την τεχνολογία beacon που συνδυάζεται με τα έξυπνα τηλέφωνα και τη χρήση των ανοιχτών δεδομένων της πόλης με έξυπνους βοηθούς όπως οι Siri και Alexa, για την παροχή πληροφοριών μέσω κειμένου ή απεικονίσεων στην οθόνη. Το 24ωρο σύστημα μέτρησης πεζών της Μελβούρνης μετράει τις κινήσεις των πεζών για να καθορίσει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν την πόλη. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται από την τοπική αυτοδιοίκηση για το σχεδιασμό του μέλλοντος και την καλύτερη διάθεση πόρων. Εν τω μεταξύ, τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων, όπως οι έξυπνοι κάδοι με ηλιακή ενέργεια που αποστέλλουν ειδοποιήσεις μόλις συμπληρώσουν το 50% και το 80%, διατηρούν τα αυστηρά πρότυπα καθαριότητας της πόλης. [48]

#### **2.4.2.7. Σεούλ**

Οι ηγέτες της Σεούλ ισχυρίζονται ότι ήταν η πρώτη «έξυπνη πόλη» του κόσμου το 2014 και ότι η πρωτεύουσα της Νότιας Κορέας θα είναι η πρώτη που θα ξεκινήσει το εμπορικό 5G, το 2019. Η Σεούλ είναι, ήδη, μια άκρως δικτυωμένη πόλη και η πολιτική της ξεκίνησε το 2012, με την προώθηση μεταχειρισμένων έξυπνων συσκευών σε χαμηλόμισθους πολίτες. Μια αναφορά του 2015 ανέδειξε, επίσης, ότι Νότια Κορέα διαθέτει το ταχύτερο Internet στον κόσμο. Η Σεούλ είναι παγκοσμίως γνωστή για το καινοτόμο σύστημα μεταφοράς της. Η πόλη χρησιμοποιεί ηλεκτρονική τεχνολογία ηλεκτρικών οχημάτων. Τα ειδικά λεωφορεία, OLEV, είναι σε θέση να φορτίζουν τις μπαταρίες τους, οδηγώντας κατά μήκος των επιφανειών

επαναφόρτισης στους δρόμους, οι οποίοι παρέχουν μαγνητικά πεδία από ηλεκτρικά καλώδια, τα οποία είναι θαμμένα κάτω από την ασφάλτο. Οι δημόσιες συγκοινωνίες είναι στο επίκεντρο, με τα αυτοκίνητα να κατέχουν τη δεύτερη θέση. Καθώς ο κόσμος προετοιμάζεται για την εξάπλωση της τεχνολογίας χωρίς οδηγούς, οι πόλεις θα πρέπει να δουν την πηγή έμπνευσης για το Cheonggyecheon Stream της Σεούλ. Αυτό το εγχείρημα έλαβε χώρα στον δρόμο του Cheonggye Expressway και είναι τώρα μια αστική απόδραση δημοφιλής τόσο στους ντόπιους όσο και στους τουρίστες. [48]

### **2.4.3. Προσεγγίσεις Έξυπνων πόλεων στον ελλαδικό χώρο**

Τα παραδείγματα ευρωπαϊκών πόλεων, εκτός Ελλάδας, ποικίλουν και παρατηρείται συνεχής ανάπτυξη στον τομέα των νέων τεχνολογιών που συνθέτουν την ιδέα μιας Smart City. Από το 2012, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ξεκινήσει μια πρωτοβουλία “Horizon 2020”, με στόχο την κοινή αξιοποίηση πόρων για την ανάπτυξη και την ολοκλήρωση στους τομείς της ενέργειας, των μεταφορών και των τεχνολογιών της πληροφορίας και επικοινωνίας στις πόλεις και σκοπεύουν να ολοκληρωθεί το 2020. Αξιοσημείωτο είναι πως στον ελλαδικό χώρο, εδώ και μερικά χρόνια, γίνονται σημαντικές προσπάθειες να αξιοποιηθούν οι νέες τεχνολογίες, έχοντας παρουσιαστεί καινοτόμες ιδέες σε διάφορους δήμους και κοινότητες της χώρας. Πανεπιστήμια και εταιρίες πληροφορικής συνεργάζονται, προσπαθώντας να υλοποιήσουν κάτι παρεμφερές, έχοντας σαν περιορισμό τα κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά ζητήματα της εκάστοτε περιοχής. Έτσι λοιπόν, μπορούμε να δούμε, επιγραμματικά, μερικά παραδείγματα που στέφθηκαν με μεγάλη επιτυχία. [42]

#### **2.4.3.1. Τρίκαλα – e-trikalala A.E.**

Το e-trikalala.A.E. στοχεύει στην ανάπτυξη των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) εφαρμογών, με στόχο την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών αυτής της πόλης. Μερικές από τις καινοτομίες που έχουν σημειωθεί και εφαρμόζονται με μεγάλη επιτυχία στη καθημερινότητα της πόλης είναι: α) το ολοκληρωμένο δίκτυο Τηλε-πρόνοιας που αφορά υπηρεσίες υποστήριξης ηλικιωμένων με υποδομές τηλεματικής, β) μέσω του ISISEMD (Ευφυές σύστημα για την ανεξάρτητη διαβίωση και προσωπική φροντίδα ηλικιωμένων με γνωστικά προβλήματα ή ήπιες μορφές άνοιας) έχουν δημιουργηθεί οι έξυπνες κατοικίες εθελοντών. γ)το Σύστημα Ευφύων Μεταφορών , δ)το Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (G.I.S), ε) η νέα ιστοσελίδα του δήμου Τρικκαίων [www.tricalacity.gr](http://www.tricalacity.gr) και πολλές ακόμα καινοτόμες ιδέες που έχουν βελτιώσει κατά πολύ τη καθημερινότητα των Τρικκαίων. [49]

Πρόγραμμα CityMobil2: Ανταγωνίστηκε το αντίστοιχο πρόγραμμα της Google, το οποίο μάλιστα δεν ήταν τόσο πετυχημένο, όσο ,τα λεωφορεία χωρίς οδηγό, των Τρικάλων. Αξίζει να σημειωθεί πως στο ελληνικό εγχείρημα δεν υπήρχε καν η παρουσία του οδηγού μέσα στο λεωφορείο και επιπλέον η διαδρομή που ακολούθησε, ήταν μέρος του αστικού ιστού και όχι κάποιας προστατευμένης ή απομακρυσμένης περιοχής όπως έγινε σε άλλες χώρες. Το λεωφορείο κυκλοφόρησε στα τέλη Σεπτεμβρίου έως και το Μάρτιο και πραγματοποίησε συνολικά 1.490 δρομολόγια, διανύοντας 3.580 χιλιόμετρα και μεταφέροντας 12.138 επιβάτες. Τα οχήματα παραχωρήθηκαν από τους δύο κατασκευαστές εταιρούς του προγράμματος, την εταιρεία Robosoft και την εταιρεία Induct, για έξι μήνες κατά το διάστημα μεταξύ Μαρτίου 2014 και Ιουνίου 2016. Τα τέσσερα λεωφορεία (συν δύο εφεδρικά) κυκλοφορούσαν έξι ημέρες (Τρίτη έως Κυριακή), δώδεκα ώρες την ημέρα, ενώ είχε προγραμματιστεί να εκτελούν τακτικά και έκτακτα δρομολόγια μέσω των δύο γραμμών (μπλε και κόκκινη). Στο πλαίσιο του παγκόσμιου αυτού προγράμματος, ακόμη και η αντίδραση του κοινού, αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης. Ερευνητές του Πανεπιστημίου Λιντς κατέγραψαν την αλληλεπίδραση πεζών και οχημάτων με τα λεωφορεία χωρίς οδηγό. Επόμενος στόχος είναι τα IX χωρίς οδηγό, πάλι στον αστικό ιστό, αναμένοντας περεταίρω χρηματοδότηση από την ΕΕ. [50]

Πρόσφατα, στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος ELVITEN (τμήμα του ευρύτερου προγράμματος HORIZON 2020), τέθηκαν σε κυκλοφορία σε αστικό περιβάλλον, πέντε ηλεκτροκίνητα οχήματα για κατοίκους και επισκέπτες. Με αυτή τη κίνησή τους, προωθούν την ηλεκτροκίνηση και τη νέα μορφή οχημάτων.

Ειδικότερα το σύστημα που έχει εγκατασταθεί περιλαμβάνει:

- Χρήση συστημάτων τηλεματικής και κινητής τηλεφωνίας
- Πληροφόρηση σε στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς
- Πληροφόρηση για θέσεις parking
- Παρακολούθηση του δημοτικού στόλου των οχημάτων
- Επαγωγικούς βρόγχους τελευταίας γενιάς για τη μελέτη των κυκλοφοριακών δεδομένων της πόλης
- Πληροφόρηση των πολιτών μέσω internet σε συνδυασμό με τα συστήματα G.I.S. [42]

#### **2.4.3.2. Χαλκίδα**

Η Χαλκίδα είναι η πρώτη πόλη στην Ελλάδα, η οποία μέσω μίας ενιαίας πλατφόρμας καταφέρνει να συγκεντρώσει τα δεδομένα από τα δύο πιλοτικά έργα που δημιούργησε, την έξυπνη στάθμευση και τον έξυπνο φωτισμό και μέτρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων (Air

Quality Monitoring). Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται σε ένα Cloud του ΟΤΕ και από εκεί επικοινωνούν με την πλατφόρμα διαχείρισης Smart & Connected Digital Platform, της Cisco. Στο έργο συμμετέχουν δύο, ακόμα, εταιρείες, οι οποίες παίζουν το δικό τους καθοριστικό ρόλο στην υλοποίησή του, η ΚΑΥΚΑΣ και η ΟΤΣ. Όλες αυτές οι προσπάθειες, έχουν ως απώτερο σκοπό να βελτιωθεί η καθημερινότητα των κατοίκων, να μειωθούν οι ρύποι, να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας, να αποσυμφορηθεί η κυκλοφορία, να διευκολυνθούν οι οδηγοί με το πρόβλημα της θέσης στάθμευσης και να αντιμετωπιστούν σημαντικά προβλήματα της καθημερινότητας των πολιτών.

### **Έξυπνη στάθμευση – Parkalot**

Σκοπός του έργου είναι η μείωση του χρόνου εύρεσης θέσης στάθμευσης και η μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Για την υλοποίησή του χρειάστηκε να εγκατασταθούν, σε κεντρικό σημείο της πόλης, ειδικοί αισθητήρες έξυπνης στάθμευσης, οι οποίοι μέσω εφαρμογής στο κινητό, που αναπτύχθηκε από την ΟΤΣ, ενημερώνουν τους οδηγούς πού βρίσκονται ελεύθερες θέσεις στάθμευσης και πως να φτάσουν εκεί. Σε περίπτωση που η επιλεγμένη θέση καταληφθεί από άλλο οδηγό, τότε γίνεται αυτόματα αναδρομολόγηση στην πλησιέστερη διαθέσιμη θέση. Υπολογίζεται, έτσι, ότι θα μειωθεί ο χρόνος αναζήτησης σε 20 λεπτά, κατά μέσο όρο, στα αστικά κέντρα και κατ' επέκταση στην αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας και στην εκπομπή ρύπων από τα οχήματα. Επίσης, αυτή η εφαρμογή θα διευκολύνει και τη Δημοτική Αρχή, καθώς θα μπορεί να έχει εικόνα τόσο για το χρόνο στάθμευσης κάθε οχήματος, όσο και για κάθε στάθμευση που παραβιάζει τον Κ.Ο.Κ.

### **Έξυπνος φωτισμός – Smart lighting**

Σκοπός της εφαρμογής αυτής είναι η μείωση κατά 60% της κατανάλωσης ρεύματος. Η εφαρμογή αυτή αποτελείται από συστήματα έξυπνου φωτισμού LED που θα εγκατασταθούν και θα μπορούν να προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο, σε διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτισμού, ανάλογα με την εποχή και την ώρα της ημέρας. Υπολογίζεται πως τα φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED εξοικονομούν περισσότερο από 60% στην κατανάλωση ρεύματος. Επίσης, μέσω εγκατάστασης ειδικής εφαρμογής θα γίνεται ευκολότερα η διαχείριση του δικτύου φωτισμού από το αρμόδιο τμήμα του Δήμου, το οποίο θα μπορεί να επεμβαίνει ,άμεσα και όποτε χρειάζεται, έχοντας συνεχώς εικόνα για την κατάσταση των φωτιστικών σωμάτων.

[51]

### **2.4.3.3. Θεσσαλονίκη**

#### **Δήμος Θεσσαλονίκης**

Ο συγκεκριμένος δήμος έχει προσπαθήσει, εδώ και αρκετά χρόνια, να υλοποιήσει έργα και δράσεις για την ηλεκτρονική διακυβέρνηση του δήμου. Έχει καταφέρει, ως ένα σημείο, να αξιοποιήσει κάποιες τεχνολογίες και υπηρεσίες και να παρέχει μία πόλη ολόενα και πιο βιώσιμη στους πολίτες της. Πιο συγκεκριμένα, έχουν παρατηρηθεί αξιόλογα βήματα στους εξής τομείς:

- Ευφυής διακυβέρνηση,
- Ευφυές περιβάλλον (π.χ. smart grids, monitoring),
- Ευφυής κινητικότητα για επίλυση ζητημάτων βιώσιμης κινητικότητας και μεταφοράς,
- Ευφυής οικονομία για προώθηση ηλεκτρονικού επιχειρείν και στήριξη start - ups,
- Ευφυής διαβίωση που αφορά την ασφάλεια, την υγεία και τον πολιτισμό,
- Ευφυείς πολίτες που σχετίζεται με τις ηλεκτρονικές δεξιότητες, την αξιοποίηση

του ανθρώπινου δυναμικού, συνθέτοντας έτσι μία κοινωνία χωρίς αποκλεισμούς. [52]

Αξιοσημείωτο είναι, ότι από το 2012 δημιουργήθηκε μία ιστοσελίδα “Mobithess.gr”, μέσω της οποίας, οι πολίτες έχουν στη διάθεσή τους υπηρεσίες αστικής κινητικότητας, όπως διάφορους τύπους μετακίνησης με το ιδιωτικό τους όχημα, δρομολόγια αστικών λεωφορείων, κίνηση στους δρόμους και σημεία ενδιαφέροντος. [53]

Επίσης, από φέτος, έκαναν την εμφάνισή τους τα ηλεκτρικά scooter lime-s που αποτελούν την έναρξη της ηλεκτροκίνησης στην Θεσσαλονίκη. Πρόκειται για μία έξυπνη ατομική κινητικότητα με ηλεκτροκίνητα οχήματα το οποία είναι διαθέσιμα σε διάφορα σημεία της πόλης. Ο καθένας, μπορεί με εγκατάσταση της αντίστοιχης εφαρμογής, να εντοπίσει το κοντινότερο scooter και να το δεσμεύσει για την ώρα που το επιθυμεί. [54]

Ο δήμος εξακολουθεί να εντάσσει έργα και υπηρεσίες στα πλαίσια προγραμμάτων χρηματοδότησης, αξιοποιώντας τις ήδη υπάρχουσες υποδομές, δημιουργώντας παράλληλα και νέες. Τα έργα αυτά, σύμφωνα με τα πρώτα πλάνα, εκτιμώνται πως θα ολοκληρωθούν μέσα στα επόμενα 10 χρόνια.

#### **Η περίπτωση του δήμου Πυλαίας-Χορτιάτη**

Ο Δήμος Πυλαίας-Χορτιάτη, αποτελεί πρότυπο Δήμου για την εφαρμογή, σε μεγάλη έκταση, της ηλεκτρονικής εξυπηρέτησης αιτημάτων πολιτών, αλλά και Δήμο-μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης και επιχειρηματικής πρωτοβουλίας μέσω συνεργειών και δικτύων.

- Δια δραστική πλατφόρμα ενημέρωσης πολιτών σε διάφορα θέματα στον οικείο ιστότοπο.
- Συνεργατικές εφαρμογές διαμοιρασμού περιεχομένου web 2.0., όπως οι πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης Facebook & Twitter.
- RSS-feeds/Newsletter, εφαρμογή ροής ειδήσεων για στιγμιαία ενημέρωση π.χ. μιας απόφασης του Δήμου, (ως μήνυμα στο κινητό τηλέφωνο του Δημότη).
- Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) της Δημοτικής Ενότητας Πυλαίας ως «έξυπνο» σύστημα παροχής γεωχωρικής πληροφόρησης.
- Ηλεκτρονικός οδηγός ενημέρωσης για τη χρήση των ηλεκτρονικών υπηρεσιών του Δήμου.
- Ειδική πύλη διοικητικών διαδικασιών με στοιχεία πληροφόρησης του κοινού για τις αρμόδιες υπηρεσίες, τις προθεσμίες και την ακολουθητέα διαδικασία.
- Εφαρμογή e-Kallikratis 15195 για την καθημερινή εξυπηρέτηση αιτημάτων δημοτών (π.χ. καθαριότητας), μέσω κινητού τηλεφώνου ή tablet, (με ταυτόχρονη αξιοποίηση εφαρμογών GPS, λήψης φωτογραφίας και ασύρματης επικοινωνίας Wi-Fi).
- Γραμμή εξυπηρέτησης του Πολίτη, 15195, για κάθε είδους καταγγελία εκ μέρους δημοτών για πλημμελή άσκηση αρμοδιοτήτων του δήμου στην καθημερινότητα (πχ. για οδικές κακοτεχνίες, ή την εύρεση αδέσποτου ζώου), για την οποία υπάρχει και ηλεκτρονικός τρόπος επικοινωνίας μέσω του e-mail 15195.panorama@pilea-hortiatis.gr.

Έχουν αναπτυχθεί, επίσης, δύο πολύ ενδιαφέρουσες καινοτόμες εφαρμογές του ψηφιακού Δήμου Πυλαίας – Χορτιάτη:

- Η Υγεία στο Δήμο Πυλαίας- Χορτιάτη. ΚΕΠ Υγείας και e- Βοήθεια στο Σπίτι
- Πλατφόρμα Ασύγχρονης Τηλε-εκπαίδευσης

Ο Δήμος, αξιοποιώντας το μοντέλο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, δημιούργησε την πλατφόρμα elearning.pilea-hortiatis.gr, η οποία βασισμένη σε ελεύθερο λογισμικό ανοικτού κώδικα, δίνει τη δυνατότητα στους δημότες να βελτιώσουν, μέσω δια δραστικών ψηφιακών μαθημάτων τις δεξιότητές τους, στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, χωρίς οικονομική επιβάρυνση. [55]

### **3. Μεθοδολογία και Υλοποίηση**

### 3.1. Μεθοδολογία

Αρχικά, έχοντας διαβάσει και κατανοήσει τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, ξεκινήσαμε να ξεχωρίζουμε τις τεχνολογίες που θα μας χρησιμεύσουν και θα μας βοηθήσουν στην υλοποίηση του πειράματός μας. Για να καταλήξουμε σε συγκεκριμένες τεχνολογίες, είχαμε πάντα σαν κύριο γνώμονα καθοδήγησης το πρόβλημα που θέλουμε να επιλύσουμε και τα δεδομένα θέλουμε να αντλήσουμε σε πραγματικό χρόνο. Έτσι λοιπόν, έγινε επιλογή όλων αυτών που ουσιαστικά θα μας βοηθήσουν να φέρουμε σε πέρας την υλοποίηση μας.

Σ' αυτήν την εργασία συνδυάσαμε τα οφέλη του Διαδικτύου των Πραγμάτων και βασιζόμενοι σε αυτό συνδυάσαμε διάφορες τεχνολογίες βάσει όσων θέλουμε να επιτύχουμε.

- 1) Arduino Uno R3
- 2) Ultrasonic Distance Sensor
- 3) Led Circuit
- 4) Piezo Speaker - Buzzer
- 5) WiFi & Cloud Computing
- 6) Application for Android System

Αυτό που θέλουμε να πετύχουμε, είναι το πείραμα να δίνει τη δυνατότητα στον τελικό χρήστη να εξυπηρετείται άμεσα, κερδίζοντας πολύτιμο χρόνο, να μην ταλαιπωρείται προς αναζήτηση θέσης, προστατεύοντας έτσι και το περιβάλλον από υπερβολική εκπομπή επιβλαβών αερίων για την ατμόσφαιρα και κατ' επέκταση, για την ανθρώπινη υγεία.

Το αστικό κέντρο που θα έχει διαθέσιμο το παρακάτω πείραμα, αυτομάτως θα μετατρέπεται σε μια Έξυπνη Πόλη, διότι θα μπορεί να συλλέγει και να μοιράζει κατάλληλα την πληροφορία σε οποιονδήποτε την έχει ανάγκη και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Ο τελικός χρήστης, είτε είναι μόνιμος κάτοικος αυτής της πόλης, είτε είναι επισκέπτης, θα ξέρει πως με την εφαρμογή που προτείνουμε, θα έχει την πληροφορία που χρειάζεται για θέση στάθμευσης και θα κατευθύνεται αμέσως στον προορισμό που του την παρέχει. Αυτό συμβάλει στην μείωση του συνήθους χρόνου αναζήτησης για μια διαθέσιμη θέση Parking και κατ' επέκταση συμβάλει θετικά στην μείωση περιττών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς επίσης και στην γενικότερη ψυχοσύνθεση του εκάστοτε χρήστη, ο οποίος, πλέον, δεν θα ταλαιπωρείται άσκοπα. Με την εξέλιξη των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας, ο οδηγός επωφελείται των παραπάνω, εγκαθιστώντας στο έξυπνο κινητό του τηλέφωνο μια δωρεάν εφαρμογή, που ονομάζεται "Parkit Easy".



## 3.2. Υλοποίηση

### 3.2.1. Δημιουργία Εφαρμογής για Android – Park It Easy

Αρχικά, χρησιμοποιήσαμε το σχεδιαστικό πρόγραμμα εικονικών εφαρμογών, NinjaMoch online.[56] Δημιουργήσαμε κάποιες πρώτες εικόνες πάνω στις οποίες βασιστήκαμε για την ανάπτυξη του απαιτούμενου κώδικα. Σχεδιάσαμε τα διάφορα στάδια που θα περνάει ο χρήστης, έχοντας εγκαταστήσει την εφαρμογή στη συσκευή του. Εξασφαλίζοντας την αμεσότητα και την ευκολία διαχείρισής της, διευκολύνουμε τον εκάστοτε χρήστη και σεβόμαστε τον πολύτιμο του χρόνο. Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά τις διαδοχικές εικόνες που σχεδιάσαμε αρχικά και πως εν τέλει προέκυψε.

1) Αρχικά, σχεδιάσαμε το περιβάλλον που θα αντικρίζει ο χρήστης μόλις ανοίξει την εφαρμογή.



Εικόνα 3-1 Σχεδιασμός Interface - Start

2) Στη συνέχεια σχεδιάσαμε το περιβάλλον Log in, στη περίπτωση που έχει προηγηθεί παλαιότερα είσοδος και έχει ήδη καταχωρημένο προφίλ με το προσωπικό Pin εισόδου.



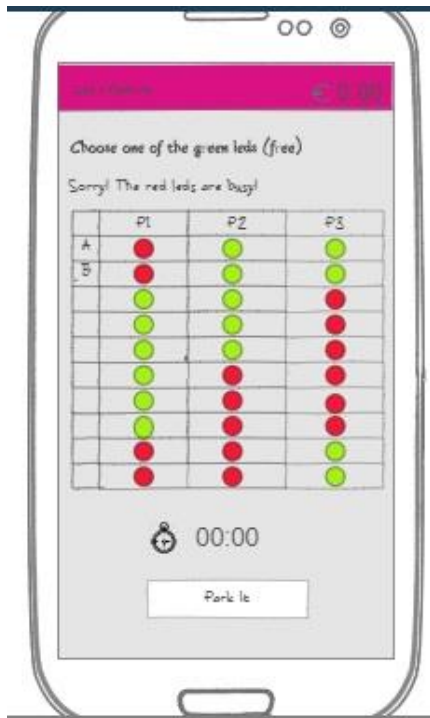
Εικόνα 3-2 Σχεδιασμός Interface - Log in

3) Εναλλακτικά σχεδιάσαμε το περιβάλλον καταχώρησης στοιχείων που απαιτούνται κατά την πρώτη είσοδο στην εφαρμογή. Έτσι, δημιουργείται το προφίλ νέου χρήστη. Ζητούνται το email, η δημιουργία ενός γρήγορου pin εισόδου, η καταχώρηση του είδους αυτοκινήτου, βάσει μεγέθους και προαιρετικά, η μάρκα του.



Εικόνα 3-3 Σχεδιασμός Interface – Register

4) Έπειτα, σχεδιάσαμε το περιβάλλον που θα του δείχνει όλες τις διαθέσιμες και κατειλημμένες θέσεις στάθμευσης, στο συγκεκριμένο χώρο Parking. Με πράσινο, χαρακτηρίζονται οι θέσεις που είναι διαθέσιμες και με κόκκινο, οι θέσεις που είναι ήδη κατειλημμένες ή δεν ταιριάζουν στο μέγεθος του οχήματος, ανά περίπτωση. Εδώ να σημειωθεί, ότι οι διαθέσιμες θέσεις αφορούν αποκλειστικά, όσες έχουν τις κατάλληλες διαστάσεις για την στάθμευση του συγκεκριμένου οχήματος που πρόκειται να εισέλθει στον χώρο του Parking.



Εικόνα 3-4 Σχεδιασμός Interface - Let's park it

5) Τέλος σχεδιάσαμε, το τελευταίο περιβάλλον που θα εμφανίζεται στον χρήστη, επισημαίνοντας την επιτυχή κράτηση θέσης. Αυτό, θα επιβεβαιώνεται κατά την άφιξή του στον χώρο του Parking, με τη βοήθεια του κυκλώματος που θα δούμε παρακάτω, σε επόμενη υπό ενότητα.



Εικόνα 3-5 Σχεδιασμός Interface - Final Well Done

Για να μπορέσουμε λοιπόν, να καταλήξουμε σε παρόμοια με αυτήν, μορφή εφαρμογής προκειμένου να είναι λειτουργική και διαδραστική, χρειάστηκε να αναπτύξουμε κώδικα. Έγινε χρήση του προγράμματος Android Studio, δίνοντας τη δυνατότητα να σχεδιάσει κανείς, εφαρμογές, έχοντας βασικές γνώσεις συγκεκριμένων γλωσσών προγραμματισμού. [57] Πιο συγκεκριμένα απαιτείται η χρήση δύο διαφορετικών γλωσσών προγραμματισμού, της XML και της Java. Η ανάπτυξη κώδικα σε XML γλώσσα, μας επιτρέπει να διαμορφώσουμε το interface της android εφαρμογής μας, δηλαδή, την τελική εικόνα που έχει ο χρήστης, εγκαθιστώντας την στη συσκευή του. Αντίστοιχα, η ανάπτυξη κώδικα σε Java γλώσσα, μας δίνει τη δυνατότητα να διαμορφώσουμε ουσιαστικά το «πίσω» μέρος της εφαρμογής, τη λειτουργικότητά της, ώστε να μπορεί να δώσει αποτέλεσμα με οποιοδήποτε άγγιγμα του χρήστη, πάνω στα διάφορα λειτουργικά σημεία της οθόνης που του εμφανίζεται.

Ο κώδικας που αναπτύχθηκε και στις δύο γλώσσες βρίσκεται αναλυτικά στο Παράρτημα.

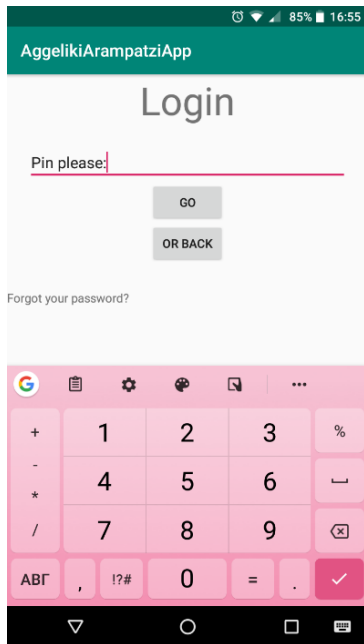
Σε αυτό το σημείο θα δούμε την τελική μορφή που έλαβε η εφαρμογή μας, ύστερα από κάποιες σημαντικές αλλαγές που κάναμε για μεγαλύτερη ακρίβεια και ευελιξία του χρήστη. Το τελικό αποτέλεσμα που παραθέτουμε σε φωτογραφικό υλικό παρακάτω, προέκυψε κάνοντας χρήση του “Android Studio”. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον για ανάπτυξη εφαρμογών, στην πλατφόρμα Android.

- 1) Η αρχική εικόνα που αντικρίζει ο χρήστης, μόλις εγκατασταθεί η εφαρμογή “Parkit Easy” στη συσκευή του, εμφανίζει την ονομασία του καθώς και ένα μήνυμα περιγραφής, αναφέροντας απλά, την έξυπνη δυνατότητα στάθμευσης εκείνη ακριβώς τη στιγμή: “Smart Parking Now”. Επιλέξαμε την ονομασία “Parkit Easy”, υποδηλώνοντας, το πόσο εύκολα, μπορεί ο εκάστοτε χρήστης, να παρκάρει το αυτοκίνητό του. Ο χρήστης έχει δύο επιλογές, Είσοδο: “Login” και Εγγραφή: “Register”.



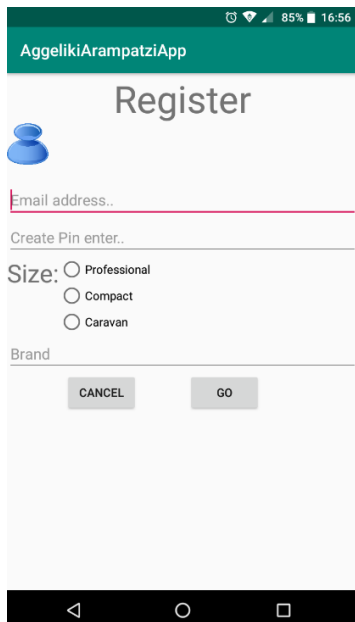
*Εικόνα 3-6 Parkit Easy – Start*

- 2) Έπειτα, αν επιλέξει είσοδο, ακολουθεί το περιβάλλον “Log in”, εισόδου του, εφόσον έχει προηγηθεί ήδη δημιουργία προφίλ χρήστη. Απαιτεί μόνο το προσωπικό του Pin, που είχε δημιουργήσει κατά την πρώτη του εγγραφή, εξασφαλίζοντας έτσι γρήγορη είσοδο στην εφαρμογή.



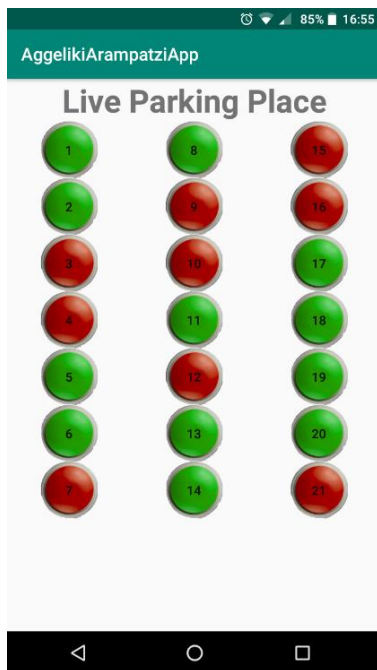
Εικόνα 3-7 Parkit Easy - Log in

- 3) Εναλλακτικά, εμφανίζεται το περιβάλλον “Register”, εγγραφής και δημιουργίας νέου χρήστη, στη περίπτωση που γίνεται χρήση της εφαρμογής, πρώτη φορά και απαιτείται η δημιουργία προφίλ. Τα στοιχεία που ζητούνται μόνο, είναι: το email, η δημιουργία ενός γρήγορου pin εισόδου, η καταχώρηση του είδους αυτοκινήτου, βάσει μεγέθους και προαιρετικά, η μάρκα του.



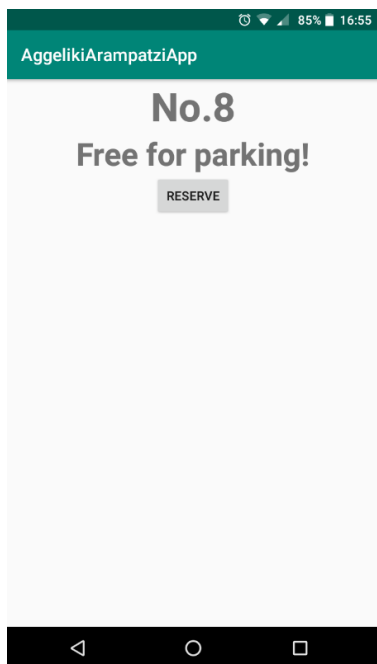
Εικόνα 3-8 Parkit Easy – Register

- 4) Έπειτα, εμφανίζονται οι διαθέσιμες θέσεις, με πράσινο χρώμα, βάσει πάντα του μεγέθους του οχήματος που ταιριάζει στις διαστάσεις του ελεύθερου χώρου στάθμευσης και οι κατειλημμένες ή μη συμβατές θέσεις, με κόκκινο χρώμα. Έτσι, μπορεί να επιλέξει όποια αριθμημένη διαθέσιμη θέση, πράσινου χρώματος, επιθυμεί.



Εικόνα 3-9 Parkit Easy - Select green number

- 5) Μόλις ο χρήστης επιλέξει κάποια θέση με τον αντίστοιχο αριθμό, το σύστημα επιβεβαιώνει αν ακόμα είναι διαθέσιμη και τον παροτρύνει να την καταλάβει.



Εικόνα 3-10 Parkit Easy – Reserve

- 6) Η τελική εικόνα της εφαρμογής, εμφανίζεται με ένα μήνυμα επιτυχίας για την κράτηση της θέσης στάθμευσης.



*Εικόνα 3-11 Parkit Easy - Well Done*



### 3.2.2. Σχεδιασμός του χώρου εισόδου και αναγνώρισης του οχήματος

Για να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε ένα κύκλωμα το οποίο θα τοποθετηθεί στην είσοδο ενός κτιρίου Parking χρειαστήκαμε τα παρακάτω:

#### 1) Arduino Uno R3

Επιλέξαμε τον μικροελεγκτή Arduino, διότι είναι ανοιχτού κώδικά, χαμηλού κόστους και μας δίνει πάρα πολλές εναλλακτικές επεξεργασίας του, για τη δημιουργία επιθυμητού κυκλώματος.



*Εικόνα 3-12 Arduino Uno R3*

Ενημερωτικά, το Arduino UNO είναι ένας μικροελεγκτής ανοιχτού κώδικα που βασίζεται στον μικροελεγκτή Microchip ATmega328P και αναπτύχθηκε από τον Arduino.cc. Ο πίνακας είναι εξοπλισμένος με σετ ψηφιακών και αναλογικών εισόδων / εξόδων (I / O) ακίδων που μπορούν να διασυνδεθούν με διάφορες πλακέτες επέκτασης (θωράκια) και άλλα κυκλώματα. Ο πίνακας έχει 14 ψηφιακές ακίδες, 6 αναλογικές ακίδες και προγραμματίζεται με το Arduino IDE (Integrated Development Environment) μέσω καλωδίου USB τύπου B. Μπορεί να τροφοδοτείται από το καλώδιο USB ή από εξωτερική μπαταρία 9 volt, αν και δέχεται τάσεις μεταξύ 7 και 20 volts. Είναι επίσης παρόμοιο με το Arduino Nano και το Leonardo. [58]

#### 2) Ultrasonic Distance Sensor

Επιλέξαμε τέσσερις ασύρματους αισθητήρες υπερήχων Ultrasonic Distance Sensor, εξαιρετικά χαμηλού κόστους που επικοινωνούν και στέλνουν αποτελέσματα σχετικά με την απόσταση που καταγράφουν, μέχρι τον εντοπισμό κάποιου εμποδίου. Η τοποθέτησή τους έχει σταυροειδές σχήμα, καθώς θέλουμε να μετρήσουμε τόσο το πλάτος, όσο και το μήκος του οχήματος, που πρόκειται να εισέλθει στον χώρο Parking.



Εικόνα 3-13 Ultrasonic Distance Sensor

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας υπερήχων απόστασης HC-SR04 είναι μία καλή επιλογή. Η σταθερή απόδοση και η υψηλή ακρίβεια του, τον καθιστούν μια δημοφιλή μονάδα στην ηλεκτρονική αγορά. Σε σύγκριση με το module Sharp IR, το HC-SR04 είναι πιο φθηνό από αυτό, αλλά έχει την ίδια ακρίβεια και για μεγαλύτερη απόσταση. [59]

Οι προδιαγραφές του είναι:

Τροφοδοσία: 5V DC

Ρεύμα ακινησίας: <2mA

Εφαρμοσμένη γωνία: <15 °

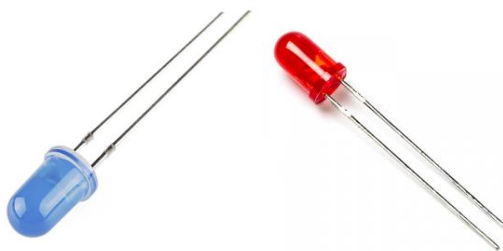
Διαστάσεις: 2 εκ. - 500 εκ

Ανάλυση: 1 εκ

Υπερηχητική συχνότητα: 40k Hz

### 3) Led Circuit

Η τοποθέτηση led λαμπτήρων πάνω σε κάθε αισθητήρα υπερήχων, είναι επίσης εξαιρετικά χαμηλού κόστους και βοηθάει άμεσα στο να αντιληφθεί ο οδηγός αν βρίσκεται στο σωστό σημείο ευθυγράμμισης του οχήματός του ή όχι. Πρόκειται για κατάλληλα μικρά leds κυκλωμάτων που έχουν μόλις διάσταση 5mm.



Εικόνα 3-14 Leds Circuit

Στα ηλεκτρονικά, ένα κύκλωμα LED ή οδηγός LED είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία μιας διόδου εκπομπής φωτός (LED). Το κύκλωμα πρέπει να παρέχει επαρκή τροφοδοσία ρεύματος (DC ή AC) για να ανάψει το LED στην απαιτούμενη φωτεινότητα, αλλά πρέπει να περιορίσει το ρεύμα για να αποφευχθεί η καταστροφή του LED. Η πτώση τάσης σε μια λυχνία LED είναι περίπου σταθερή σε ένα ευρύ φάσμα ρεύματος λειτουργίας. Ως εκ τούτου, μια μικρή αύξηση στην εφαρμοζόμενη τάση αυξάνει σημαντικά το ρεύμα. Πολύ απλά κυκλώματα χρησιμοποιούνται για ενδεικτικές λυχνίες χαμηλής κατανάλωσης. Πιο περίπλοκα, τα κυκλώματα πηγής ρεύματος απαιτούνται όταν οδηγείτε LED υψηλής ισχύος για φωτισμό για να επιτύχετε τη σωστή τρέχουσα ρύθμιση. [60]

#### 4) Piezo speaker – Buzzer

Πρόκειται για ένα πολύ μικρό μονοτονικό ηχείο που μπορεί να συνδεθεί απευθείας σε ένα Arduino. Το επιλέξαμε για να αναπαραγάγουμε μικρής έντασης ήχου, που να υποδηλώνει τη λανθασμένη θέση που έχει λάβει το όχημα κατά την είσοδό του. Έτσι ο οδηγός και με την φωτεινή ένδειξη των led αλλά και με τον ήχο του βομβητή, θα αντιληφθεί ότι πρέπει να επανατοποθετήσει το αυτοκίνητό του στο σημείο που βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο του χώρου. Αυτό απαιτείται, διότι οι αισθητήρες πρέπει, να μπορούν να καταγράψουν σωστά τις αντίστοιχες αποστάσεις, με σκοπό να υπολογιστεί κατ' επέκταση το σωστό πλάτος και μήκος του οχήματος, που συνθέτουν το είδος του και θα κατευθύνουν τον οδηγό στις σωστές διαθέσιμες θέσεις.

Ο συγκεκριμένος βομβητής, λειτουργεί με «πιεζοηλεκτρική», είναι μία επίδραση κατά την οποία ορισμένοι κρύσταλλοι θα αλλάξουν σχήμα μόλις γίνει διέλευση του ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτούς. Με την εφαρμογή ενός ηλεκτρικού σήματος στη σωστή συχνότητα, το κρύσταλλο μπορεί να κάνει ήχο. Τέτοια ηχεία συναντάμε σε συστήματα συναγερμού, υπολογιστές, ξυπνητήρια και στα πληκτρολόγια των ATMs. [61]



Εικόνα 3-15 Piezo Speaker - Buzzer

## 5) WiFi & Cloud Computing

Η μεταφορά της πληροφορίας γίνεται μέσω εγκατεστημένου wifi, το οποίο διατίθεται δωρεάν στον οδηγό που εισέρχεται στην είσοδο του parking. Για τις ανάγκες του πειράματος, συνδέσαμε ένα χαμηλού κόστους Wifi module και δημιουργήσαμε επικοινωνία με ένα σειριακό τερματικό. Η πληροφορία που καταγράφεται από τους αισθητήρες στο κύκλωμα, αποθηκεύεται και διοχετεύεται μέσω διαθέσιμων υπολογιστικών πόρων από κεντρικό σύστημα που βρίσκεται απομακρυσμένα από τον τελικό χρήστη. Ο τελικός προορισμός της πληροφορίας είναι το cloud (υπολογιστικό νέφος) και αυτό μπορεί να επιτευχθεί συνδέοντας τις μετρητικές συσκευές απευθείας στο διαδίκτυο, μια μεθοδολογία που επιφέρει ένα κόστος σύνδεσης ανάλογο με τον αριθμό των μετρητικών συσκευών που χρησιμοποιούνται. Έπειτα ο χρήστης μέσω της εφαρμογής του έχει πρόσβαση στο cloud και ενημερώνεται για τις διαθέσιμες θέσεις.

### 3.2.3. Δημιουργία αλγορίθμου

Για να μπορέσουμε να θέσουμε σε λειτουργία το κύκλωμά μας, εφόσον το σχεδιάσαμε, απαιτείται η ανάπτυξη κατάλληλου αλγορίθμου. Δημιουργήσαμε έναν εύκολο αλγόριθμο υπολογισμού αποστάσεων, που χαρακτηρίζεται για την αποδοτικότητά του, τον απειροελάχιστο χρόνο εκτέλεσης (milliseconds) και την απουσία πολυπλοκότητας για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να εφαρμοστεί εύκολα και γρήγορα.

Η αρχική σκέψη αφορούσε την τοποθέτηση δύο αισθητήρων δεξιά και αριστερά του οχήματος για υπολογισμό του πλάτους και δύο υπόγειων αισθητήρων ή σε κατάλληλο ύψος στην οροφή της εισόδου, για την μέτρηση του μήκους του οχήματος. Για τις ανάγκες του πειράματος, επιλέξαμε τελικά, να κάνουμε χρήση μόνο δύο υπερηχητικών αισθητήρων απόστασης, λόγω χωροταξικής δυσκολίας που αντιμετωπίσαμε στο κύκλωμά μας. Το αυτοκίνητο κατά την είσοδό του, εισέρχεται και τοποθετείται πάνω σε μπάρες, που τον κατευθύνουν στο κεντρικότερο σημείο της εισόδου και του επιτρέπουν την περιστροφή κατά 90 μοίρες, ώστε να γίνει μέτρηση και των δύο διαστάσεων του οχήματος.

Οι αισθητήρες του πειράματος είναι οι sensor 1 (trigger1, echo1) και sensor 2 (trigger2, echo2). Ο καθένας από αυτούς, καθορίζει την απόσταση με την μέτρηση του χρόνου που κάνει ο ήχος να αποσταλεί και να επιστρέψει πίσω από το αντικείμενο που τον εμποδίζει, στη συγκεκριμένη περίπτωση, το όχημα. Οι αισθητήρες αυτοί ουσιαστικά αποτελούνται από ένα ηχείο (trigger) και ένα μικρόφωνο (echo), που στέλνει και λαμβάνει ήχο αντίστοιχα.

Καθορίσαμε τις κατάλληλες καθυστερήσεις ήχου και θέσαμε τις απαραίτητες παραμέτρους, για να δώσουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα, όχι μόνο οι υπερηχητικοί αισθητήρες απόστασης αλλά και οι υπόλοιποι αισθητήρες, Led και buzzer.

Εάν το όχημα, δεν ευθυγραμμίσει στις μπάρες της εισόδου και είναι δεξιότερα ή αριστερότερα, τότε αντίστοιχα, ο κάθε ένας αισθητήρας αντιλαμβάνεται ότι το όχημα δεν βρίσκεται στο κέντρο της εισόδου, δεν μπορεί να ξεκινήσει μέτρηση και ανάβει το αντίστοιχο Led ειδοποιώντας για λανθασμένη θέση οχήματος στις ράγες τοποθέτησης, παροτρύνοντας έτσι τον οδηγό να διορθώσει τη θέση εισόδου του. Παράλληλα, αναπαράγεται και ο ήχος του βομβητή. Μόλις τοποθετηθεί το όχημα στη σωστή θέση εντός 1 millisecond, υπολογίζεται το μέγεθος του οχήματος και μόλις μείνει σταθερή η τιμή ανοίγει η μπάρα για να προχωρήσει στη θέση στάθμευσης που του αντιστοιχεί.

Ο αλγόριθμος που αναπτύχθηκε είναι ο εξής:

```

int trigger1=8;
int echo1=7;
int piezo1=4;
const int ledPin1=13;

int trigger2=6;
int echo2=5;
int piezo2=3;
const int ledPin2=12;

long time=0;
long totalDist=8.5;
long dist=0;
long dist1=0;
long dist2=0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigger1, OUTPUT);
  pinMode(echo1, INPUT);
  pinMode(piezo1, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);

  pinMode(trigger2, OUTPUT);
  pinMode(echo2, INPUT);
  pinMode(piezo2, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(trigger1, LOW);
  delay(5);
  digitalWrite(trigger1, HIGH);
  delay(10);
  digitalWrite(trigger1, LOW);
  time = pulseIn(echo1, HIGH);
  dist1 = (time/2) / 29.1;

  digitalWrite(trigger2, LOW);
  delay(5);
  digitalWrite(trigger2, HIGH);
  delay(10);
  digitalWrite(trigger2, LOW);
  time = pulseIn(echo2, HIGH);
  dist2 = (time/2) / 29.1;

  dist=totalDist-dist1-dist2;
  Serial.print(dist);
  Serial.println("cm");

  if (dist1 <= 10) {
    digitalWrite(piezo1,HIGH);
    digitalWrite(ledPin1,HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(piezo1,LOW);
    digitalWrite(ledPin1,LOW);
  }

  if (dist2 <= 10){
    digitalWrite(piezo1,HIGH);
    digitalWrite(ledPin2,HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(piezo1,LOW);
    digitalWrite(ledPin2,LOW);
  }
  delay(1000);
}

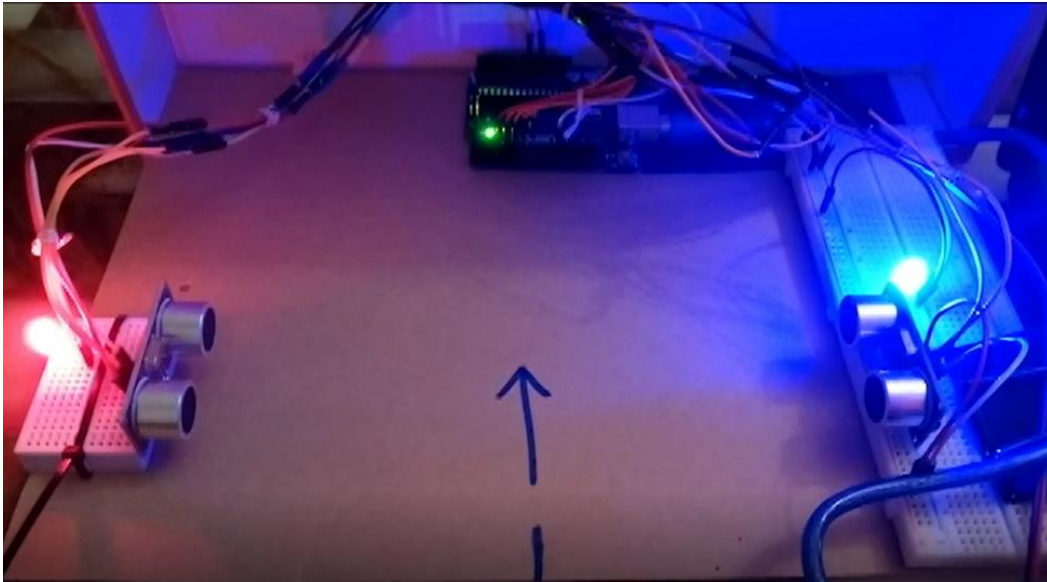
```

*Εικόνα 3-16 My Algorithm*

### 3.2.4. Τελική υλοποίηση με χρήση πραγματικού κυκλώματος

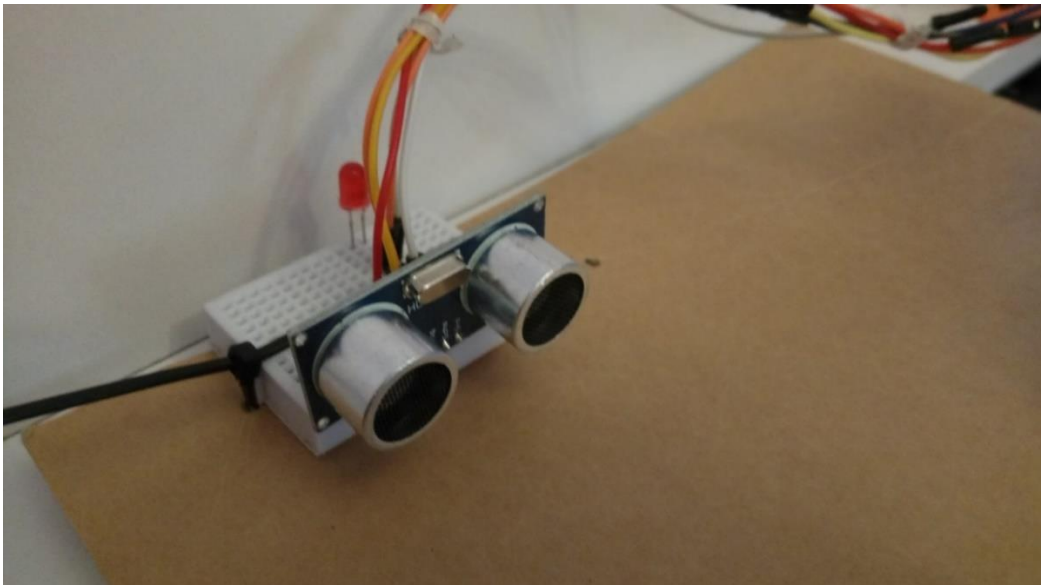
Εφόσον συνδυάστηκαν όλες οι παραπάνω τεχνολογίες προέκυψε η τελική υλοποίηση του πειράματός μας με χρήση ενός πραγματικού ολοκληρωμένου κυκλώματος, το οποίο μπορείτε να δείτε αναλυτικά από τις παρακάτω εικόνες.

1) Στη πρώτη εικόνα, αποτυπώνεται το κύκλωμά μας, που ενδέχεται να τοποθετηθεί στην είσοδο του χώρου Parking, και ξεκινάει η μέτρηση μεγέθους του οχήματος

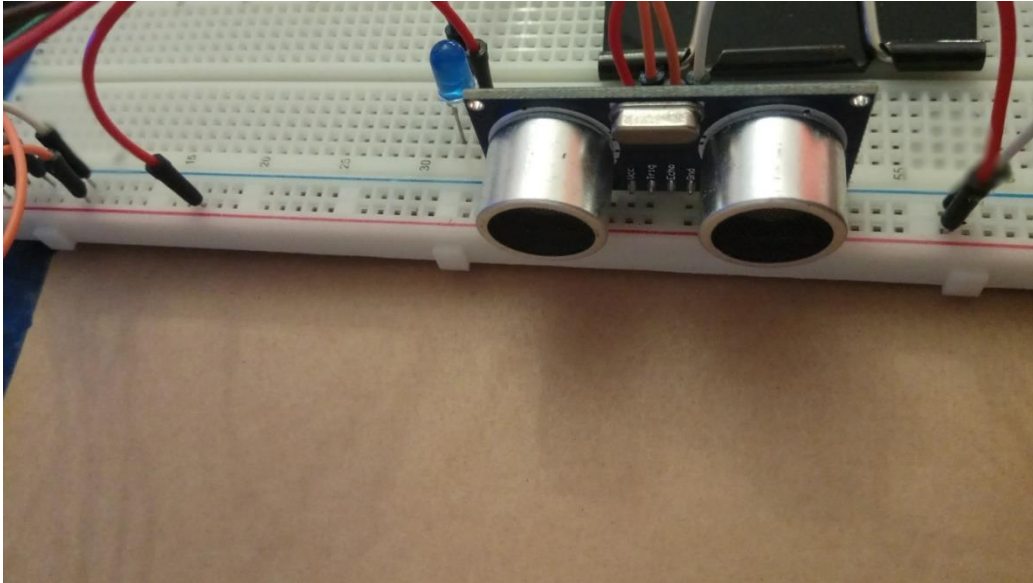


Εικόνα 3-17 My Circuit

2) Οι αισθητήρες ultrasonic distance με το αντίστοιχο Led ειδοποίησης

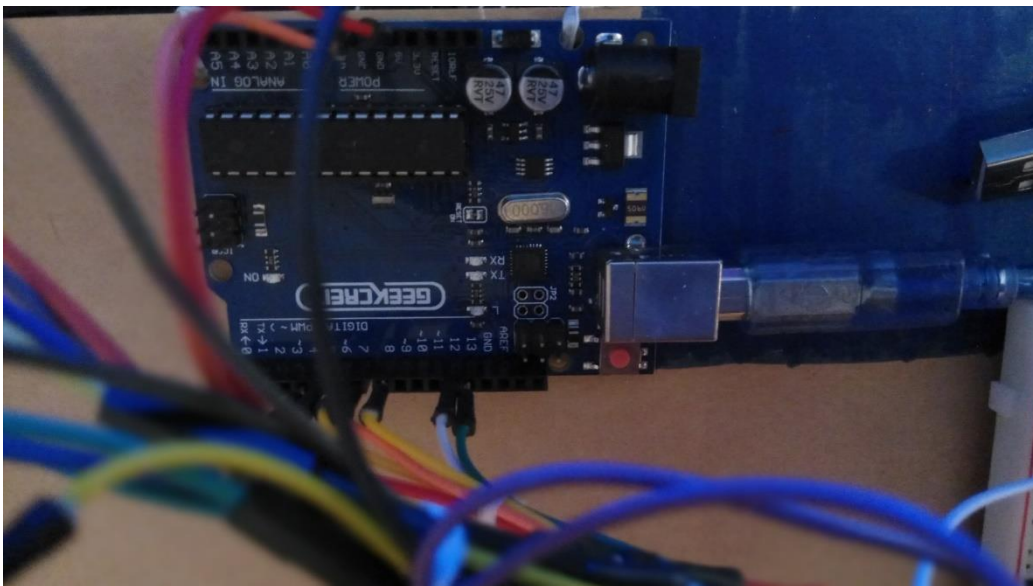


Εικόνα 3-18 Αριστερός αισθητήρας με κόκκινο Led



Εικόνα 3-19 Δεξιάς αισθητήρας με μπλε Led

### 3) Ο μικροελεγκτής Arduino



Εικόνα 3-20 My Arduino



## 4. Συγκριτική ανάλυση

### 4.1. Επιλογή και ανάλυση πέντε άρθρων

Ύστερα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση σε προηγούμενο κεφάλαιο, επιλέξαμε να συγκρίνουμε πέντε διαφορετικές προτάσεις που αφορούν τον απομακρυσμένο έλεγχο σε πραγματικό χρόνο, κάνοντας χρήση παρόμοιες τεχνολογίες. έχοντας σαν βασικό χαρακτηριστικό το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Απώτερος σκοπό όλων αυτών είναι να βελτιώσουν τη πόλη που θα κάνει χρήση του αντίστοιχου συστήματος, προκειμένου να διευκολυνθούν οι πολίτες της και να έχουν πρόσβαση σε σημαντικές πληροφορίες τη στιγμή και στο σημείο που επιθυμούν.

Στην έρευνά του ο Gwang- Soo Hong και η ομάδα του προτείνουν έναν μηχανισμό ανίχνευσης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο, με σκοπό να προταθεί μία περιοχή τυφλών σημείων με βάση κάποιους αισθητήρες απεικόνισης. Επιπλέον, χρησιμοποιούν έναν αλγόριθμο ανίχνευσης αυτοκινήτων για τυφλά σημεία. Αυτός ο μηχανισμός, μπορεί να φανεί σημαντικός και για τη λειτουργία συστημάτων υποστήριξης οδηγού (DAS) με σκοπό την αύξηση οδικής ασφάλειας. Γίνεται χρήση αισθητήρα απεικόνισης (κάμερα οπισθογωνίας), δημιουργείται μία περιοχή ενδιαφέροντος (ROI) για την απόκτηση υποψήφιας περιοχής, με τη βοήθεια του χαρακτηριστικού γνωρίσματος του κύματος Haar εκπαιδεύουν τα οχήματα και τέλος εξάγουν την περιοχή σκιάς ώστε να εξακριβωθεί αν οι υποψήφιες σκιές πλησιάζουν τα οχήματα ή όχι. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι ο προτεινόμενος αλγόριθμος είναι πολλά υποσχόμενος για να παράσχει έναν συναγερμό για ορισμένα πλησιέστερα οχήματα στην περιοχή των τυφλών σημείων, με σκοπό την μείωση του αριθμού των τροχαίων ατυχημάτων που προκαλούνται από τα τυφλά σημεία. Τέλος, αναφέρουν πως η προτεινόμενη τεχνική είναι επεκτάσιμη σε έξυπνο δίκτυο αισθητήρων στο σύστημα του αυτοκινήτου. Ένα μειονέκτημα που παρατηρήθηκε είναι ότι μειώθηκε το ποσοστό επιτυχίας σε σκοτεινά ή βροχερά περιβάλλοντα οδήγησης, αλλά βασικό πλεονέκτημα είναι ότι είναι οικονομικό. [62]

Η αρχιτεκτονική με όνομα All4Health, παρουσιάστηκε από τον Ανδρέα Π. Πλαγερά μαζί με τη συγγραφική του ομάδα. Πρόκειται ουσιαστικά, για ένα σύστημα παρακολούθησης που βασίζεται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων για οπουδήποτε και οποτεδήποτε παρακολούθηση της υγειονομικής περιθάλαψης. Αποτελείται από αισθητήρες, ενεργοποιητές και κάμερες, για ταχύτατη κωδικοποίηση και μετάδοση βίντεο. Επίσης, δείχνοντας συγκριτικά αποτελέσματα αυτής σε σχέση με άλλες αρχιτεκτονικές παρόμοιου σκοπού που βασίζονται στο διαδίκτυο των πραγμάτων και στην υπολογιστική νέφους για μετάδοση βίντεο, αξίζει να σημειωθεί πως τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά της είναι η δια λειτουργικότητα, η

αξιοπιστία, η προσαρμοστικότητα, η ανοχή σφάλματος και η επεκτασιμότητα. Τέλος, να σημειωθεί πως βασίζεται και σε πρότυπα ασφάλειας UDP και IEEE ISO. [22]

Ο Tanvi Tushar Thakur και η συγγραφική του ομάδα, εξέτασαν πως μπορεί με τη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων να γίνει διαχείριση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο. Σε πολλές μητροπολιτικές πόλεις λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της πυκνότητας των οχημάτων, παρατηρείται μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση σε ώρες αιχμής και όχι μόνο. Για να εντοπίσουν τρόπους βελτιστοποίησης για τη συγκεκριμένη κατάσταση εξετάστηκαν δύο αλγόριθμοι, η σηματοδότηση σταθερού χρόνου που χρησιμοποιείται σήμερα και η σηματοδότηση βάσει πυκνότητας που προτείνεται. Μετέτρεψαν τους οδικούς αισθητήρες όπως κάμερες, φωτεινοί σηματοδότες ραντάρ, στα δικά τους μικροσκοπικά κέντρα δεδομένων. Παρατηρήθηκε πως και για να διευκολυνθούν οχήματα έκτακτης ανάγκης, θα πρέπει να δίνεται υψηλή προτεραιότητα στη λωρίδα προσπέρασης, ώστε να μη χάνεται χρόνος λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης καθώς η διάσωση της ανθρώπινης ζωής είναι σημαντική. Αξίζει να σημειωθεί πως διαθέτει χαρακτηριστικά μεγάλης ταχύτητας και ασφάλειας καθώς και τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών και προϊόντων από δυνητικούς πελάτες.[30]

Μία άλλη προσέγγιση παρουσίασαν οι Sagar Sukode και Shilpa Gite. Με τη βοήθεια του Έξυπνου συστήματος μεταφοράς, οι τρέχουσες πληροφορίες για τη κυκλοφορία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το δωμάτιο ελέγχου προκειμένου να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της κυκλοφορίας. Έτσι πρότειναν ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί νέες τεχνολογίες για να συλλέξει, να οργανώσει και να διαβιβάσει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, με σκοπό να παρέχει ακριβή εκτίμηση της πυκνότητας της κυκλοφορίας και των καιρικών συνθηκών. Για την δοκιμή της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής χρειάστηκε κατά βάση ένας διακομιστής, μία εφαρμογή Android για τον χρήστη για διαχείριση και ανάλυση δεδομένων, Bluetooth, και αισθητήρες (IR Led). Συνεπώς, η αρχιτεκτονική αυτή έχει ως σκοπό ο χρήστης της εφαρμογής, μέσω Android συσκευής, να παίρνει αναφορά για τη κυκλοφοριακή συμφόρηση, σε ποια σημεία παρατηρείται, για τη ρύπανση, τις καιρικές συνθήκες κ.ά. [31]

Ο T. M. Amand και η συγγραφική του ομάδα, διεξήγαγαν μία έρευνα σχετικά με την πολυεπίπεδη πλατφόρμα cloud δεδομένων για οχήματα σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες Διαδικτύου των Πραγμάτων, προκειμένου να επιλύσουν τις προκλήσεις που προκύπτουν από τα αυξανόμενα ζητήματα μεταφοράς. Προτείνανε λοιπόν, μία νέα αρχιτεκτονική σύννεφου με την ονομασία ITS-Cloud, για τη βελτίωση της επικοινωνίας οχημάτων με οχήματα και με την οδική ασφάλεια. Έγινε ενσωμάτωση διάφορων συσκευών, όπως αισθητήρες, ελεγκτές, GPS, κινητά τηλέφωνα, εξοπλισμός πρόσβασης στο διαδίκτυο καθώς και τεχνολογίες δικτύωσης, υπολογιστικού σύννεφου, διαδικτύου των πραγμάτων και middleware ώστε να επικοινωνούν

με την οδική υποδομή. Αυτό που παρατηρήθηκε έντονα, είναι το ζήτημα της ασφάλειας για κάθε δικτυωμένο περιβάλλον, διότι τόσο από τη πλευρά του διαδικτύου των πραγμάτων όσο και από τη πλευρά του σύννεφου, είναι ευάλωτες σε επιθέσεις. Σημειώθηκε πως διεξάγεται συνεχής έρευνα στον τομέα του VANET, για σενάρια κυκλοφορίας, συστήματα κινητής τηλεφωνίας, δίκτυο αισθητήρων καθώς και σύστημα μάχης. [63]

## 4.2. Συγκριτικός πίνακας

Παρακάτω βλέπουμε συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν, σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα, τοποθετώντας στο τέλος αυτού και τη δική μας πρόταση, συνοψίζοντας τις τεχνολογίες, τα πρότυπα επικοινωνίας και τη δυνατότητα υποστήριξης μελλοντικών επεκτάσεων.

Αρχικά επιλέξαμε τη δημιουργία εφαρμογής (Application) για Smartphones και Tablets σε Android περιβάλλον, κάτι το οποίο είναι πλέον ιδιαίτερα γνωστό, οικείο και αρκετά εύχρηστο για οποιονδήποτε έχει στην κατοχή του μία τέτοια έξυπνη συσκευή. Είναι ελάχιστο το ποσοστό των ανθρώπων που δεν χρησιμοποιούν smartphone ή tablet, αλλά διαθέτουν Feature phones. Χαρακτηριστικά σε έρευνα που έγινε από την Deloitte (TMT Predictions 2018) αναφορικά με τις προβλέψεις για τους κλάδους της Τεχνολογίας, των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης και των Τηλεπικοινωνιών, εκτιμάται πως το 2023 το 90% και πλέον των ενηλίκων στις αναπτυγμένες χώρες, θα έχουν συσκευή smartphone, με το ποσοστό να αγγίζει το 85% ακόμα και στο ηλικιακό γκρουπ μεταξύ 55 και 75 ετών. [64]

Έπειτα κάναμε χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων βασιζόμενο σε δύο ασύρματους αισθητήρες υπερήχων, εξαιρετικά χαμηλού κόστους που επικοινωνούν και στέλνουν αποτελέσματα σχετικά με την απόσταση που καταγράφουν μέχρι τον εντοπισμό του αντικειμένου.

Η τοποθέτηση led λαμπτήρων πάνω σε κάθε αισθητήρα υπερήχων, καθώς και ενός βομβητή, είναι επίσης εξαιρετικά χαμηλού κόστους και βοηθάει άμεσα στο να αντιληφθεί ο οδηγός αν βρίσκεται στο κέντρο, δηλαδή στο σωστό σημείο ευθυγράμμισης του οχήματός του ή όχι. Η μεταφορά της πληροφορίας γίνεται μέσω εγκατεστημένου wifi, το οποίο διατίθεται δωρεάν στον οδηγό που εισέρχεται στην είσοδο του parking. Η πληροφορία αποθηκεύεται και διοχετεύεται μέσω διαθέσιμων υπολογιστικών πόρων από κεντρικό σύστημα που βρίσκεται απομακρυσμένα από τον τελικό χρήστη (cloud computing).

Στη παρούσα εργασία δεν εξετάστηκε το θέμα προτύπων ασφάλειας δεδομένων των χρηστών, καθώς ο αρχικός σχεδιασμός μας, δεν απαιτεί τη διοχέτευση και διαχείριση σημαντικών προσωπικών δεδομένων.

Τέλος, η πρότασή μας σίγουρα μπορεί να επεκταθεί και να υποστηριχθεί από πολλαπλές συσκευές καθώς είναι ανοιχτού κώδικα και επιδέχεται αλλαγές, σύμφωνα με τις ανάγκες του εκάστοτε ενδιαφερόμενου. Όπως επίσης και το κύκλωμά, μπορεί να προσαρμοστεί τόσο σε εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους. Με τις κατάλληλες αλλαγές στον απλό αλγόριθμο που δημιουργήσαμε μπορούμε να προσαρμόσουμε και τις πιο απαιτητικές επεκτάσεις του ενδιαφερόμενου, καθώς δεν τίθεται θέμα πολυπλοκότητας. Συγκριτικά λοιπόν, με τις υπόλοιπες έρευνες, αξιοποιήσαμε κατάλληλα τις διαθέσιμες τεχνολογίες, οι οποίες συνθέτουν ένα «έξυπνο σύστημα», δημιουργώντας έτσι, ένα πείραμα αποδοτικό και απλό, εξαιρετικά χαμηλού κόστους καθώς δεν πρόκειται για κάτι αυτοματοποιημένο, με δυνατότητες εξέλιξης και επέκτασης αυτού.

Πίνακας 4-1: Συγκριτικός πίνακας

Πηγή	Περιγραφή	Τεχνολογίες	Πρότυπα	Υποστήριξη επεκτάσεων
[62]	Μηχανισμός ανίχνευσης οχημάτων real time προσθέτοντας μια περιοχή τυφλών σημείων	Αισθητήρες απεικόνισης (camera), DAS	Haar	ΝΑΙ
[22]	All4Health: Σύστημα παρακολούθησης υγειονομικής περιθάλψης	Wifi, Cloud, video coding	UDP, IEEE ISO	ΝΑΙ
[30]	IoT για διαχείριση κυκλοφορίας real time, με χρήση συγκεκριμένου αλγορίθμου	RFID, NFC, Cloud, Αισθητήρες (IR)	TM4C129F	ΝΑΙ
[31]	Σύστημα για ακριβή εντοπισμό πυκνότητας κυκλοφορίας και καιρικών συνθηκών	BT, Αισθητήρες (IR, Temperature), Android Apps	OXI	ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΟ
[63]	Αρχιτεκτονική ITS-Cloud Vehicle για βέλτιστη επικοινωνία οχημάτων με οχήματα και την οδική βοήθεια	Αισθητήρες, Ελεγκτές, GPS, Smartphones, Wifi, Cloud	OXI	ΝΑΙ
Η δική μας πρόταση	Park It Easy App και IoT για εντοπισμό θέσης στάθμευσης βάσει κατηγορίας αυτοκινήτου.	Αισθητήρες, Ελεγκτές, Smartphones, Wifi, Cloud, Iot, Android Apps	IEEE 802.11, δεν απαιτείται πρότυπο ασφάλειας	ΝΑΙ

## 5. Επίλογος

### 5.1. Σύνοψη και συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα παραπάνω και έχοντας σαν γνώμονα τα αποτελέσματα του πειράματός μας, παρατηρούμε πως η χρήση της εφαρμογής «Parkit Easy», επιτυγχάνει τόσο την αμεσότητα ως προς την διοχέτευση της πληροφορίας, όσο και τη χρηστικότητα που θέλαμε να παρέχει στον τελικό χρήστη. Αρκεί μια, μοναδική, καταχώρηση, μόλις τριών δεδομένων (email, pin, τύπος αυτοκινήτου) και ο χρήστης αποκτά την δυνατότητα, βάζοντας μετέπειτα μόνο το Pin του, να βλέπει σε real-time χρόνο, τις διαθέσιμες θέσεις Parking. Έπειτα, όσον αφορά το κύκλωμα που στήσαμε, αντιλαμβάνεται επ' ακριβώς τη διάσταση του αυτοκινήτου και ο αλγόριθμος, μας δίνει, επιτυχώς, το αποτέλεσμα που θέλουμε. Το cloud ενημερώνεται και έτσι εμφανίζει τη διαθεσιμότητα θέσης Parking, αντίστοιχης του αυτοκινήτου. Τα παραπάνω, μάλιστα, επαληθεύτηκαν, αναλυτικά, στα στιγμιότυπα κατά τις μετρήσεις.

Έτσι, δίδεται η δυνατότητα στο συνεργαζόμενο φορέα (Parking), να επιλέγει, αυτομάτως, την καλύτερη δυνατή τοποθέτηση ενός οχήματος, με βάση τις ιδιαιτερότητες του και την αντίστοιχη διαθεσιμότητα εκείνης της χρονικής στιγμής. Ο συνεργαζόμενος φορέας (Parking), κατανέμει, έτσι, ορθολογικότερα και αποδοτικότερα τα εισερχόμενα οχήματα.

Παρατηρήθηκαν, σε αρχικό στάδιο, κάποιες αποκλίσεις στη μέτρηση της απόστασης από τους αισθητήρες υπερήχων, οι οποίες, όμως, εκμηδενίστηκαν, σταθεροποιώντας κατάλληλα τους αισθητήρες.

Με την εφαρμογή αυτού του εγχειρήματος, είμαστε αισιόδοξοι πως θα μπορούσε να αποτελέσει ένα, πραγματικά χρηστικό, εργαλείο της καθημερινότητας. Ο οδηγός θα μπορεί, πλέον, να έχει γνώση των διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης, πριν φτάσει στον προορισμό του. Κάτι τέτοιο, θα οδηγήσει στη μείωση της αδιάκοπης και ανούσιας κατανάλωσης καυσίμων, μειώνοντας έτσι, σημαντικά, το ποσοστό εκπομπής ρύπων και συμβάλλοντας στη μείωση του αποτυπώματος του διοξειδίου του άνθρακα. Πρόκειται, ουσιαστικά, για ένα ακόμα βήμα στην τροχιά ανάπτυξης μίας έξυπνης και βιώσιμης πόλης για όλους.

### 5.2. Όρια και περιορισμοί της έρευνας

Αρχικά, όσον αφορά την εφαρμογή κινητού τηλεφώνου που δημιουργήσαμε, θέσαμε κάποια όρια στις πληροφορίες που θα πρέπει να αντλήσει από τον χρήστη, ώστε να είναι απλή και εύχρηστη και να μην απαιτεί τη συλλογή σημαντικών προσωπικών δεδομένων αυτού. Ακολουθήσαμε την συγκεκριμένη φιλοσοφία, γιατί στη παρούσα εργασία, επιλέξαμε να μην

επεκταθούμε στην έρευνα που αφορά την ασφάλεια και διαχείριση των προσωπικών δεδομένων που απαιτούνται για τέτοιου είδους εφαρμογές. Επικεντρωθήκαμε στη δημιουργία ενός πρωταρχικού περιβάλλοντος χρήσης και στις δυνατότητες που θα μπορεί να παρέχει μία τέτοια εφαρμογή στον τελικό χρήστη.

Έπειτα, όσον αφορά το κύκλωμα που στήσαμε, περιοριστήκαμε στη χρήση δύο αισθητήρων υπερήχων για την καταμέτρηση μόνο των δύο πλευρών του οχήματος, από τη θέση του οδηγού και από τη θέση του συνοδηγού. Αυτό συνέβη γιατί η τοποθέτηση άλλων δύο αισθητήρων υπερήχων για το μήκος του αυτοκινήτου, απαιτεί υπό γωνία τοποθέτηση ή σε κατάλληλο ύψος στην οροφή ή στην μπάρα της εισόδου, κάτι το οποίο δεν είχαμε τη δυνατότητα να εφαρμόσουμε.

Τέλος, συνδέσαμε το κύκλωμα με το πρόγραμμα που παρέχει on line η επίσημη ιστοσελίδα του Arduino, στο οποίο καταγράψαμε τον αλγόριθμο και μας εμφάνισε τα επιθυμητά αποτελέσματα. [65]

### **5.3. Μελλοντικές Επεκτάσεις**

Η πρόταση που έχουμε παραθέσει σε αυτήν την εργασία, μπορεί να υποστηριχθεί από πολλαπλές συσκευές, καθώς είναι ανοιχτού κώδικα. Ταυτόχρονα, έχει πολύ μεγάλες προοπτικές εξέλιξης και δύναται να τροποποιηθεί ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του εκάστοτε project. Παρομοίως, το κύκλωμα, μπορεί να προσαρμοστεί τόσο σε εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους, προσθέτοντας παραμέτρους και επιμέρους αισθητήρες για την συλλογή σημαντικών δεδομένων που να αφορούν τη μεταφορά στο επιθυμητό σημείο και την επίβλεψη του χώρου.

Εμείς, σε αυτό το εμβρυακό στάδιο, βασίσαμε τον σχεδιασμό του, εξετάζοντας ένα κλειστού τύπου parking, σε κάποιο έξυπνο κτίριο, προσαρμοζόμενοι στην ανάγκη διατήρησης ενός πολύ μικρού κόστους υλοποίησης. Μελλοντικά, θα μπορούσαν να γίνουν οι κατάλληλες έρευνες για την εφαρμογή του σε ανοιχτό χώρο.

Με τις κατάλληλες αλλαγές στον αλγόριθμο που δημιουργήσαμε, δίνεται η δυνατότητα να προσαρμοστούμε ακόμα και στις πιο απαιτητικές ανάγκες ενός πιο εξειδικευμένου project. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε με τη χρήση κατάλληλων αισθητήρων, να ελέγξουμε αν είναι ηλεκτροκίνητο όχημα, ώστε να μας παραπέμπει σε αντίστοιχο, κατάλληλο χώρο στάθμευσης με σταθμό φόρτισης.

Επίσης, αυτό το οποίο θα θέλαμε να εξεταστεί ως επέκταση είναι ο τομέας της ασφάλειας δεδομένων, καθώς εάν εφαρμοστεί σε πραγματικές συνθήκες, θα απαιτηθούν στοιχεία όπως τηλέφωνο επικοινωνίας και αριθμός πινακίδας αυτοκινήτου. Στη περίπτωση που

πρόκειται για ανοιχτό χώρο στάθμευσης, θα μπορούσε να δίνει στοιχεία στη τροχαία, στοιχεία που να αφορούν τη πληρωμή της θέσης ή ύπαρξη χρέωσης που δεν έχει καταβληθεί, ως υπενθύμιση. Επιπροσθέτως, θα μπορούσε να σημειώνεται ο χρόνος κράτησης της θέσης για ακόμα καλύτερη διαχείριση και τοποθέτηση οχημάτων από τον διαχειριστή του χώρου Parking. Τέλος, ένα ιδεατό σενάριο, είναι το application να αντλεί δεδομένα από τα διάφορα κλειστά Parking που εντοπίζονται σύμφωνα με το σημείο προορισμού του χρήστη. Έτσι θα μπορεί να επιλέξει ο ίδιος το διαθέσιμο χώρο κλειστού parking που βρίσκεται σε μικρότερη κλίμακα από τον προορισμό του.

*Δεν γνωρίζουμε αν αυτό που σκεφτήκαμε και παρουσιάσαμε σήμερα, αποτελεί ένα σωστό βήμα στην κατεύθυνση μιας Smart City. Ωστόσο, γνωρίζουμε, σίγουρα, πως “Αν οι άνθρωποι δεν έκαναν ποτέ τους ανοησίες, τίποτα έξυπνο δε θα γινόταν”.*

*(Βινγκενστάιν Λούντβιχ)*

## Παράρτημα

Ο κώδικας σε γλώσσες προγραμματισμού XML και Java.

### activity\_main.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<LinearLayout

    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:background="@drawable/my_foto"
    android:orientation="vertical"
    tools:context=".MainActivity">

    <TextView

        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="0dp"
        android:layout_weight="1"
        android:text="Parkit Easy"
        android:textSize="45sp"
        android:textStyle="bold"
        android:textAlignment="center"/>

    <TextView

        android:layout_width="match_parent"
```



```
android:layout_height="0dp"
android:layout_weight="6"
android:text="Smart Parking Now"
android:textStyle="bold"
android:textSize="35sp"
android:textAlignment="center"/>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/connect_button1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_weight="0"
    android:layout_gravity="center"
    android:text="@string/login"
    android:onClick="connectButton1"/>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/connect_button2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_weight="0"
    android:layout_gravity="center"
    android:text="@string/register"
    android:onClick="connectButton2"/>
```

```
</LinearLayout>
```

## MainActivity.java

```
package com.example.aggelikiarampatziapp;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

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

    public void connectButton1(View view) {
        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main2Activity.class);
        startActivity(i);
    }

    public void connectButton2(View view) {
        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main3Activity.class);
        startActivity(i);
    }
} }
```

### activity\_main2.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<LinearLayout

    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical"
    tools:context=".Main2Activity">

    <LinearLayout

        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="80dp">

        <TextView

            android:layout_width="0dp"
            android:layout_height="match_parent"
            android:layout_weight="1"
            android:text="@string/login"
            android:textAlignment="center"
            android:textSize="45sp" />

    </LinearLayout>
```

```
<LinearLayout
```

```
    android:layout_width="match_parent"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:orientation="horizontal">
```

```
<EditText
```

```
    android:id="@+id/username"  
    android:layout_width="match_parent"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:layout_marginStart="24dp"  
    android:layout_marginTop="1dp"  
    android:layout_marginEnd="24dp"  
    android:text="@string/pin_please"  
    android:inputType="textEmailAddress"  
    android:selectAllOnFocus="true"  
    android:autofillHints="" />
```

```
</LinearLayout>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/login"  
    android:enabled="true"  
    android:layout_width="wrap_content"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:layout_gravity="center"  
    android:text="Go"  
    android:onClick="connectButton3"  
/>
```

```
<Button
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="center"
    android:text="or Back"
    android:onClick="connectButton5"
/>
```

```
<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Forgot your password?"
    android:layout_marginTop="30dp"/>
```

```
</LinearLayout>
```

### **Main2Activity.java**

```
package com.example.aggelikiarampatiapp;
```

```
import android.content.Intent;
```

```
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
```

```

import android.os.Bundle;

import android.view.View;

public class Main2Activity extends AppCompatActivity{

    @Override

    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {

        super.onCreate( savedInstanceState );

        setContentView( R.layout.activity_main2 );

    }

    public void connectButton3(View view) {

        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main4Activity.class);

        startActivity(i);

    }

    public void connectButton5(View view) {

        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, MainActivity.class);

        startActivity(i);

    }

}

```

### **activity\_main3.xml**

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<LinearLayout

    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"

    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"

```

```
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"  
android:layout_width="match_parent"  
android:layout_height="match_parent"  
android:orientation="vertical"  
tools:context=".Main3Activity">
```

```
<LinearLayout
```

```
    android:layout_width="match_parent"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:orientation="vertical">
```

```
<TextView
```

```
    android:layout_width="wrap_content"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:text="Register"  
    android:layout_gravity="center"  
    android:textAlignment="center"  
    android:textSize="45dp" />
```

```
<ImageView
```

```
    android:src="@drawable/person"  
    android:layout_width="50dp"  
    android:layout_height="50dp"  
    android:scaleType="fitXY"/>
```

```
<EditText
```

```
    android:layout_width="match_parent"
```

```
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_marginTop="20dp"
        android:hint="Email address.." />
</LinearLayout>
```

```
<EditText
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:hint="Create Pin enter.." />
```

```
<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal">
```

```
<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Size:"
    android:textSize="30dp"/>
```

```
<RadioGroup
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content">
```

```
<RadioButton
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Professional"/>
```



```

<RadioButton
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Compact"/>
<RadioButton
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Caravan"/>
</RadioGroup>
</LinearLayout>
<EditText
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:hint="Brand" />

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal">
    <Button
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_marginLeft="70dp"
        android:text="Cancel"
        android:onClick="connectButton5"/>
    <Button
        android:layout_width="wrap_content"

```

```

        android:layout_height="wrap_content"

        android:layout_marginLeft="60dp"

        android:text="Go"

        android:onClick="connectButton3"/>
    </LinearLayout>
</LinearLayout>

```

**Main3Activity.java**

```

package com.example.aggelikiarampatziapp;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;

public class Main3Activity extends AppCompatActivity {

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main3);
    }

    public void connectButton3(View view) {
        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main4Activity.class);
        startActivity(i);
    }
}

```

```

public void connectButton5(View view) {
    //TODO: Write your code here!
    Intent i = new Intent(this, MainActivity.class);
    startActivity(i);
}
}

```

### **activity\_main4.xml**

```

<LinearLayout
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:id="@+id/root_layout"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical"
    tools:context=".Main4Activity">

    <TextView
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Live Parking Place"
        android:textSize="36dp"
        android:textStyle="bold"
        android:gravity="center"/>

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"

```

```
android:layout_height="wrap_content"
android:orientation="horizontal">
<LinearLayout
    android:layout_width="0dp"
    android:layout_weight="1"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical"
    android:layout_gravity="center"
    android:gravity="center">
    <Button
        android:id="@+id/circle_button1"
        android:layout_width="64dp"
        android:layout_height="64dp"
        android:background="@drawable/green"
        android:text="1"/>
    <Button
        android:id="@+id/circle_button2"
        android:layout_width="64dp"
        android:layout_height="64dp"
        android:background="@drawable/green"
        android:text="2"/>
    <Button
        android:id="@+id/circle_button3"
        android:layout_width="64dp"
        android:layout_height="64dp"
        android:background="@drawable/red"
        android:text="3"/>
```

```
<Button
    android:id="@+id/circle_button4"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/red"
    android:text="4"/>
```

```
<Button
    android:id="@+id/circle_button5"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/green"
    android:text="5"/>
```

```
<Button
    android:id="@+id/circle_button6"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/green"
    android:text="6"/>
```

```
<Button
    android:id="@+id/circle_button7"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/red"
    android:text="7"/>
```

```
</LinearLayout>
```

```
<LinearLayout
    android:layout_width="0dp"
```

```
android:layout_weight="1"
android:layout_height="match_parent"
android:orientation="vertical"
android:layout_gravity="center"
android:gravity="center">
<Button
    android:id="@+id/circle_button8"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/green"
    android:text="8"
    android:onClick="conn"/>
<Button
    android:id="@+id/circle_button9"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/red"
    android:text="9"/>
<Button
    android:id="@+id/circle_button10"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/red"
    android:text="10"/>
<Button
    android:id="@+id/circle_button11"
    android:layout_width="64dp"
```

```
    android:layout_height="64dp"  
    android:background="@drawable/green"  
    android:text="11"/>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/circle_button12"  
    android:layout_width="64dp"  
    android:layout_height="64dp"  
    android:background="@drawable/red"  
    android:text="12"/>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/circle_button13"  
    android:layout_width="64dp"  
    android:layout_height="64dp"  
    android:background="@drawable/green"  
    android:text="13"/>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/circle_button14"  
    android:layout_width="64dp"  
    android:layout_height="64dp"  
    android:background="@drawable/green"  
    android:text="14"/>
```

```
</LinearLayout>
```

```
<LinearLayout
```

```
    android:layout_width="0dp"  
    android:layout_weight="1"  
    android:layout_height="match_parent"  
    android:orientation="vertical"
```

```
android:layout_gravity="center"
android:gravity="center">
<Button
    android:id="@+id/circle_button15"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/red"
    android:text="15"/>
<Button
    android:id="@+id/circle_button16"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/red"
    android:text="16"/>
<Button
    android:id="@+id/circle_button17"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/green"
    android:text="17"/>
<Button
    android:id="@+id/circle_button18"
    android:layout_width="64dp"
    android:layout_height="64dp"
    android:background="@drawable/green"
    android:text="18"/>
<Button
```



```
    android:id="@+id/circle_button19"  
    android:layout_width="64dp"  
    android:layout_height="64dp"  
    android:background="@drawable/green"  
    android:text="19"/>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/circle_button20"  
    android:layout_width="64dp"  
    android:layout_height="64dp"  
    android:background="@drawable/green"  
    android:text="20"/>
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/circle_button21"  
    android:layout_width="64dp"  
    android:layout_height="64dp"  
    android:background="@drawable/red"  
    android:text="21"/>
```

```
</LinearLayout>
```

```
</LinearLayout>
```

```
</LinearLayout>
```

### **Main4Activity.java**

```
package com.example.aggelikiarampatziapp;
```

```
import android.content.Intent;
```

```
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
```

```
import android.os.Bundle;
```

```
import android.view.View;
```

```

public class Main4Activity extends AppCompatActivity {

    @Override

    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {

        super.onCreate(savedInstanceState);

        setContentView(R.layout.activity_main4);

    }

    public void connectButton4(View view) {

        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main5Activity.class);

        startActivity(i);

    }

    public void conn(View view) {

        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main6Activity.class);

        startActivity(i);

    }

}

```

### **activity\_main5.xml**

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<LinearLayout

    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"

    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"

    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"

    android:layout_width="match_parent"

    android:layout_height="match_parent"

    android:orientation="vertical"

```

```
tools:context=".Main5Activity">
```

```
<TextView
```

```
    android:layout_width="match_parent"
```

```
    android:layout_height="0dp"
```

```
    android:layout_weight="1"
```

```
    android:text="@string/well_done"
```

```
    android:textSize="45sp"
```

```
    android:textAlignment="center"/>
```

```
<ImageView
```

```
    android:src="@drawable/claps"
```

```
    android:layout_width="300dp"
```

```
    android:layout_height="0dp"
```

```
    android:layout_weight="5"
```

```
    android:layout_gravity="center"
```

```
    android:contentDescription="@string/todo" />
```

```
<TextView
```

```
    android:layout_width="match_parent"
```

```
    android:layout_height="0dp"
```

```
    android:layout_weight="2"
```

```
    android:text="Parkit !!!!"
```

```
    android:textSize="45dp"
```

```
    android:textAlignment="center"/>
```

```
</LinearLayout>
```

### **Main5Activity.java**

```
package com.example.aggelikiarampatziapp;
```

```

import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;

public class Main5Activity extends AppCompatActivity {

    @Override

    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {

        super.onCreate(savedInstanceState);

        setContentView(R.layout.activity_main5);

    }

}

```

### **activity\_main6.xml**

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout

    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"

    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"

    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"

    android:layout_width="match_parent"

    android:layout_height="match_parent"

    android:orientation="vertical"

    tools:context=".Main6Activity">

    <TextView

        android:layout_width="match_parent"

        android:layout_height="wrap_content"

```

```

        android:text="No.8"
        android:textSize="45dp"
        android:textStyle="bold"
        android:textAlignment="center"/>
<TextView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Free for parking!"
    android:textSize="36dp"
    android:textStyle="bold"
    android:textAlignment="center"/>
<Button
    android:id="@+id/reserve_button8"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Reserve"
    android:layout_gravity="center"
    android:onClick="reser"/>
</LinearLayout>

```

### **Main6Activity.java**

```

package com.example.aggelikiarampatziapp;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;

```

```

import android.view.View;

public class Main6Activity extends AppCompatActivity {

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate( savedInstanceState );
        setContentView( R.layout.activity_main6 );
    }

    public void connectButton2(View view) {
        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main3Activity.class);
        startActivity(i);
    }

    public void circle_button8(View view) {
        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main4Activity.class);
        startActivity(i);
    }

    public void reser(View view) {
        //TODO: Write your code here!

        Intent i = new Intent(this, Main5Activity.class);
        startActivity(i);
    }
}

```

## Βιβλιογραφία

- [1] “Internet of things,” *Wikipedia*. 15-Jun-2019.
- [2] “Smart city,” *Wikipedia*. 16-Jun-2019.
- [3] “Smart City Market | Focus Topics | Core Expertise | IoT Analytics.” [Online]. Available: <https://iot-analytics.com/iot-segments/smart-city-market/>. [Accessed: 17-Jun-2019].
- [4] “Smart parking guidance to support smarter cities - asmag.com.” [Online]. Available: <https://www.asmag.com/showpost/25915.aspx>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [5] “Wireless sensor network,” *Wikipedia*. 01-Jun-2019.
- [6] “Cloud computing,” *Wikipedia*. 09-Jun-2019.
- [7] “IEEE 802.11,” *Βικιπαίδεια*. 21-Mar-2019.
- [8] Anonymous, “EU climate action,” *Δράση για το κλίμα - European Commission*, 23-Nov-2016. [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu\\_en](https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_en). [Accessed: 17-Jun-2019].
- [9] “Ευρώπη 2020 : η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ανάπτυξη και την απασχόληση.” [Online]. Available: [http://publications.europa.eu/resource/cellar/8d8026dc-d7d7-4d04-8896-e13ef636ae6b.0004.02/DOC\\_5](http://publications.europa.eu/resource/cellar/8d8026dc-d7d7-4d04-8896-e13ef636ae6b.0004.02/DOC_5). [Accessed: 17-Jun-2019].
- [10] C. Stergiou, K. Psannis, and B. B. Gupta, “Recent advances delivered in Mobile Cloud Computing’s Security and Management challenges,” 2018.
- [11] C. Stergiou and K. Psannis, “Recent advances delivered by mobile cloud computing and Internet of Things for Big data applications: A Survey,” *Int. J. Netw. Manag.*, Mar. 2016.
- [12] C. Stergiou, K. E. Psannis, B. B. Gupta, and Y. Ishibashi, “Security, privacy & efficiency of sustainable Cloud Computing for Big Data & IoT,” *Sustain. Comput. Inform. Syst.*, vol. 19, pp. 174–184, Sep. 2018.
- [13] C. Stergiou, K. E. Psannis, B.-G. Kim, and B. Gupta, “Secure integration of IoT and Cloud Computing,” *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 78, pp. 964–975, Jan. 2018.
- [14] C. Stergiou and K. E. Psannis, “Efficient and secure BIG data delivery in Cloud Computing,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 76, no. 21, pp. 22803–22822, Nov. 2017.
- [15] C. Stergiou and K. E. Psannis, “Algorithms for Big Data in Advanced Communication Systems and Cloud Computing,” in *2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI)*, 2017, vol. 01, pp. 196–201.
- [16] S. Ullah, M. D. Awan, and M. Sikander Hayat Khiyal, “Big Data in Cloud Computing: A Resource Management Perspective,” *Scientific Programming*, 2018. [Online]. Available: <https://www.hindawi.com/journals/sp/2018/5418679/>. [Accessed: 09-Jun-2019].
- [17] J. Jin, J. Gubbi, S. Marusic, and M. Palaniswami, “An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things,” *Internet Things J. IEEE*, vol. 1, pp. 112–121, Apr. 2014.
- [18] George Kokkonis, Kostas E. Psannis, Petros Nicopolitidis, and Yutaka Ishibashi, “(PDF) Performance Evaluation of Transport Protocols for Real-Time Supermedia - HEVC streams over the Internet.” [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/314231643\\_Performance\\_Evaluation\\_of\\_Transport\\_Protocols\\_for\\_Real-Time\\_Supermedia\\_-\\_HEVC\\_streams\\_over\\_the\\_Internet](https://www.researchgate.net/publication/314231643_Performance_Evaluation_of_Transport_Protocols_for_Real-Time_Supermedia_-_HEVC_streams_over_the_Internet). [Accessed: 10-Jun-2019].

- [19] G. Kokkonis, K. E. Psannis, M. Roumeliotis, and Y. Ishibashi, "Efficient algorithm for transferring a real-time HEVC stream with haptic data through the internet," *J. Real-Time Image Process.*, vol. 12, no. 2, pp. 343–355, Aug. 2016.
- [20] V. A. Memos and K. E. Psannis, "Encryption Algorithm for Efficient Transmission of HEVC Media," *J Real-Time Image Process*, vol. 12, no. 2, pp. 473–482, Aug. 2016.
- [21] V. A. Memos, K. E. Psannis, Y. Ishibashi, B.-G. Kim, and B. B. Gupta, "An Efficient Algorithm for Media-based Surveillance System (EAMSuS) in IoT Smart City Framework," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 83, pp. 619–628, Jun. 2018.
- [22] A. P. Plageras, K. E. Psannis, Y. Ishibashi, and B. Kim, "IoT-based surveillance system for ubiquitous healthcare," in *IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2016, pp. 6226–6230.
- [23] C. Stergiou *et al.*, "Efficient Large-scale Medical Data (eHealth Big Data) Analytics in Internet of Things," 2017.
- [24] A. P. Plageras, K. E. Psannis, B. Gupta, C. Stergiou, B. Kim, and Y. Ishibashi, "Solutions for inter-connectivity and security in a smart hospital building," in *2017 IEEE 15th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 2017, pp. 174–179.
- [25] A. P. Plageras, K. E. Psannis, C. Stergiou, H. Wang, and B. B. Gupta, "Efficient IoT-based sensor BIG Data collection–processing and analysis in smart buildings," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 82, pp. 349–357, May 2018.
- [26] A. Plageras and K. Psannis, "Algorithms for Big Data Delivery over the Internet of Things," 2017.
- [27] C. Stergiou, K. Psannis, A. Plageras, Y. Ishibashi, and B.-G. Kim, "Algorithms for efficient digital media transmission over IoT and cloud networking," Feb. 2018.
- [28] M. V. Moreno *et al.*, "Applicability of Big Data Techniques to Smart Cities Deployments," *IEEE Trans. Ind. Inform.*, vol. 13, no. 2, pp. 800–809, Apr. 2017.
- [29] C. Stergiou *et al.*, "Proposed High Level Architecture of a Smart Interconnected Interactive Classroom," *2018 South-East. Eur. Des. Autom. Comput. Eng. Comput. Netw. Soc. Media Conf. SEEDACECNSM*, pp. 1–6, 2018.
- [30] T. T. Thakur, A. Naik, S. Vatari, and M. Gogate, "Real time traffic management using Internet of Things," in *2016 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 2016, pp. 1950–1953.
- [31] S. Sukode and S. Gite, "Vehicle Traffic Congestion Control & Monitoring System in IoT," *Int. J. Eng. Res.*, vol. 10, pp. 19513–19523, Jan. 2015.
- [32] K. Psannis, C. Stergiou, and B. B. Gupta, "Advanced Media-based Smart Big Data on Intelligent Cloud Systems," *IEEE Trans. Sustain. Comput.*, vol. PP, Mar. 2018.
- [33] G. Kokkonis, K. E. Psannis, M. Roumeliotis, and D. Schonfeld, "Real-time wireless multisensory smart surveillance with 3D-HEVC streams for internet-of-things (IoT)," *J. Supercomput.*, vol. 73, no. 3, pp. 1044–1062, Mar. 2017.
- [34] C. Stergiou, K. Psannis, A. Plageras, G. Kokkonis, and Y. Ishibashi, "Architecture for security monitoring in IoT environments," 2017.
- [35] X. Liu, M. Zhao, S. Li, F. Zhang, and W. Trappe, "A Security Framework for the Internet of Things in the Future Internet Architecture," *Future Internet*, vol. 9, no. 3, p. 27, Sep. 2017.
- [36] G. Sun *et al.*, "Efficient location privacy algorithm for Internet of Things (IoT) services and applications," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 89, pp. 3–13, Jul. 2017.
- [37] R. Mahmoud, T. Yousuf, F. Aloul, and I. Zualkernan, "Internet of things (IoT) security: Current status, challenges and prospective measures," in *2015 10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, London, United Kingdom, 2015, pp. 336–341.



- [38] I. Kakalou, K. Psannis, P. Krawiec, and R. Badea, “Cognitive Radio Network and Network Service Chaining toward 5G: Challenges and Requirements,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 55, Jul. 2017.
- [39] J. Liu, Y. Li, M. Chen, W. Dong, and D. Jin, “Software-defined internet of things for smart urban sensing,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 53, no. 9, pp. 55–63, Sep. 2015.
- [40] C. Stergiou and K. Psannis, “Κινητή Υπολογιστική Νέφους σε Δίκτυα 4G(LTE),” Nov. 2015.
- [41] K. E. Psannis, “Radio Resource Allocation on Complex 4G Wireless Cellular Networks,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 633, p. 012004, Sep. 2015.
- [42] “Horizon 2020,” *Horizon 2020 - European Commission*. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [43] A. S. City, “Mobypark,” *Amsterdam Smart City*. [Online]. Available: <https://amsterdamsmartcity.com/network/mobypark>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [44] “Smart City 3.0 – Ask Barcelona about the next generation of smart cities.,” *URBAN HUB*. .
- [45] “MiNT, Madrid Intelligent,” *Madrid for you*. [Online]. Available: <http://www.madridforyou.es/en/mint-madrid-intelligent>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [46] “Smart City Sweden – A platform for smart sustainable city solutions,” *Smart City Sweden*. [Online]. Available: <https://smartcitysweden.com/>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [47] “Projects – Smart City Wien.” [Online]. Available: <https://smartcity.wien.gv.at/site/en/projects/>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [48] “PlaceTech | Inside the world’s smartest cities,” *PlaceTech*, 22-May-2018. .
- [49] “Smart Trikala,” *Δήμος Τρικκαίων*. .
- [50] “CITYMOBIL2 – e-Trikala.” [Online]. Available: <http://www.e-trikalagr/portfolio/citymobil2/?id=4411&fbclid=IwAR1o0Jgt39K4AAYHEJLzYTO7-KC-wojHDCoC8r2oFJOGS-TPYG9pRrQloYg>. [Accessed: 17-Jun-2019].
- [51] “Εφαρμογές Smart City στον Δήμο Χαλκιδέων,” *Δήμος Χαλκιδέων*, 27-Sep-2017. [Online]. Available: <https://dimoschalkideon.gr/efarmoges-smart-city-ston-dimo-chalkideon/>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [52] C. of Thessaloniki, “Γενικά.” [Online]. Available: <https://opengov.thessaloniki.gr/smart-city/smart-overview>. [Accessed: 20-Jun-2019].
- [53] “Κέντρο Αστικής Κινητικότητας Θεσσαλονίκης.” [Online]. Available: <http://www.mobithess.gr/>. [Accessed: 20-Jun-2019].
- [54] Lime, “Lime.” [Online]. Available: <https://www.li.me/el/>. [Accessed: 24-Jun-2019].
- [55] “Δήμος Πυλαίας Χορτιάτη - Η επίσημη διαδικτυακή πύλη του Δήμου Πυλαίας Χορτιάτη.” [Online]. Available: <https://www.pilea-hortiatis.gr/web/guest/home>. [Accessed: 21-Jun-2019].
- [56] “NinjaMock online wireframe and mockup tool.” [Online]. Available: <https://ninjamock.com/>. [Accessed: 09-Jun-2019].
- [57] “Download Android Studio and SDK tools,” *Android Developers*. [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [58] “Arduino Uno,” *Wikipedia*. 05-Jun-2019.
- [59] tutorialspoint.com, “Arduino Ultrasonic Sensor,” *www.tutorialspoint.com*. [Online]. Available: [https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_ultrasonic\\_sensor.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_ultrasonic_sensor.htm). [Accessed: 16-Jun-2019].
- [60] “LED circuit,” *Wikipedia*. 17-May-2019.
- [61] “USE a BUZZER MODULE (PIEZO SPEAKER) USING ARDUINO UNO,” *Arduino Project Hub*. [Online]. Available: <https://create.arduino.cc/projecthub/SURYATEJA/use-a-buzzer-module-piezo-speaker-using-arduino-uno-89df45>. [Accessed: 20-Jun-2019].

- [62] G.-S. Hong, J.-H. Lee, Y.-W. Lee, and B.-G. Kim, “New Vehicle Verification Scheme for Blind Spot Area Based on Imaging Sensor System,” *J. Multimed. Inf. Syst.*, vol. 4, no. 1, pp. 9–18, 2017.
- [63] T. M. Anand, K. Banupriya, M. Deebika, and A. Anusiya, “Intelligent Transportation Systems using IoT Service for Vehicular Data Cloud,” vol. 2, no. 02, p. 7.
- [64] “TMT Predictions 2018: Overview | Technology, Media, and Telecommunications,” *Deloitte Greece*. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/gr/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/tmt-predictions.html>. [Accessed: 17-Jun-2019].
- [65] “Arduino - Home.” [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Accessed: 17-Jun-2019].