



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Σχολή Μηχανικών

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής

**Σχεδίαση συστήματος αυτόματου παρκαρίσματος αυτοκινήτων σε κλειστούς
χώρους**
Πτυχιακή εργασία

Κριτσόβας Δημήτριος
ΑΜ: 41680
Περδικούρης Ευάγγελος
ΑΜ: 30107



Εικόνα 1. Μοντέρνος Υπόγειος Χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων (Πηγή: circontrol.com)



Αθήνα, 2019

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Σχολή Μηχανικών

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Δρόσος Χρήστος (Επιβλέπων καθηγητής)

Παπουτσιδάκης Μιχαήλ

Χατζόπουλος Αβραάμ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογράφωντες ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΠΕΡΔΙΚΟΥΡΗΣ του ΧΡΗΣΤΟΥ και ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΡΙΤΣΟΒΑΣ του ΠΑΝΤΕΛΗ,

Με αριθμό μητρώου 30107 και 41680 αντίστοιχα, φοιτητές του **Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής** του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** πριν αναλάβουμε την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μας, δηλώνουμε ότι ενημερωθήκαμε για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο των συγγραφέων, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Οι Δηλώντες

Ε. ΠΕΡΔΙΚΟΥΡΗΣ

Δ. ΚΡΙΤΣΟΒΑΣ

Ημερομηνία

17/6/2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Περιεχόμενα	
Περίληψη.....	σελ.6
Περίληψη στα Αγγλικά.....	σελ.7
Κατάλογος Εικόνων.....	σελ.8
Κατάλογος Πινάκων.....	σελ.9
Κατάλογος Σχημάτων – Χαρτών.....	σελ.10
Συντομογραφίες.....	σελ.11
Εισαγωγή.....	σελ.12
Κεφάλαιο 1: Αυτοματισμός.....	σελ.14
1.1 Εισαγωγή.....	σελ.14
1.2 Αυτόματο Σύστημα Παρκαρίσματος.....	σελ.19
1.3 Αυτόματο Parking.....	σελ.23
Κεφάλαιο 2: Διαδίκτυο των Πραγμάτων.....	σελ.25
2.1 Εισαγωγή.....	σελ.25
2.2 Ορισμός και Εφαρμογές.....	σελ.26
Κεφάλαιο 3: Αυτοματισμός και Διαδίκτυο των Πραγμάτων.....	σελ.35
3.1 Εισαγωγή στην Ιδέα, στις Απαιτήσεις και στα Εργαλεία.....	σελ.35
3.2 Συλλογή και αποστολή δεδομένων.....	σελ. 43
3.3 Επιλογή και αιτιολόγηση εξαρτημάτων.....	σελ. 44
3.4 Συνδεσμολογία και Προγραμματισμός Κυκλώματος.....	σελ. 52
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα: Αυτοματισμός, IoT και στάθμευση στον κόσμο.....	σελ. 66
Βιβλιογραφία.....	σελ. 68
Πηγές Φωτογραφιών.....	σελ. 70

Περίληψη στα Ελληνικά

Η εργασία αυτή πραγματεύεται τη σύλληψη ενός μοντέρνου συστήματος αυτόματου πάρκινγκ. Στόχος αυτού του συστήματος, είναι να εμπλακεί σε όσο το δυνατόν λιγότερες ενέργειες, ώστε να σταθμεύσει το όχημα με προσοχή και ασφάλεια στην επιλεγμένη θέση. Μελετώντας την ιστορία του αυτοματισμού και των πρώτων χώρων στάθμευσης που υπήρξαν, ξεκινάει η εργασία. Στο τέλος, υπάρχει μία μετάβαση από τη θεωρητική ιδέα του χώρου, σε κάτι πιο πρακτικό, με ένα παράδειγμα όπου ο οδηγός, λαμβάνει ειδοποίηση στο κινητό του για το που βρίσκεται το αμάξι του, αν υπάρχουν διαθέσιμες θέσεις και άλλα. Μέσα από διάφορα παραδείγματα ήδη υπαρχόντων «έξυπνων»/ αυτόματων χώρων στάθμευσης, οι δυνατότητες και η τεχνογνωσία που χρειάζεται για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος θα μελετηθούν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής αυτών των χώρων. Επιπλέον θα γίνει αναφορά και σε ένα άλλο πεδίο, αυτό του Διαδικτύου των Πραγμάτων, ενός νέου, μοντέρνου τρόπου διαχείρισης και μεταβίβασης δεδομένων καθώς και σε πραγματικό χρόνο δυνατότητα λήψης αποφάσεων με βάση τα δεδομένα αυτά, ανεβάζοντας επίπεδο στις δυνατότητες που μπορεί να έχει το οποιοδήποτε project, προσφέροντας υποστήριξη υπηρεσίες σε πραγματικό χρόνο, βασισμένες σε γεγονότα που επηρεάζουν ήδη υπάρχοντες εξωτερικούς παράγοντες.

Λέξεις κλειδιά: Χώρος Στάθμευσης, Parking, Αυτοματισμός, Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Περίληψη στα Αγγλικά (Abstract)

This Thesis is about the conception of a modern automated parking system. The goal is for the driver to make the least amount of work in order to get his car parked safely and properly into the designated area. Studying the history of automation and the first parking lots ever existed, is where this thesis begins, ending with an example of an automated parking lot concept, where the customer can get notified where his car is parked, if there are empty spots and various other things. Through various examples of already existing “smart”/automated parking lots, the potential and the technologies required to reach such a goal will be studied throughout the course of the existence of such parking lots. Another great field that will be taken into consideration, is the Internet of Things, a new, modern way of handling and distributing data as well as taking action, based on those data in real time. This modern concept has the ability, to take any project to the next level, adding real time support/services based on triggering effects affecting existing parameters surrounding us.

Keywords: Parking lot, Automation

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Μοντέρνος Υπόγειος Χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων... σελ. Εξώφυλλο	
Εικόνα 2. Αστυνομικός πάνω σε άλογο, στο Παλάτι του Buckingham.....σελ. 12	
Εικόνα 3. Ένα Ford Model T του 1925.....σελ. 13	
Εικόνα 4. Οδηγός που ασχολείται με το κινητό του εν ώρα πορείας.....σελ. 13	
Εικόνα 5. Μια απλή πόρτα, μπορεί να αποτελέσει αυτοματισμό.....σελ. 15	
Εικόνα 6. Η μορφή Paternoster.....σελ. 18	
Εικόνα 7. Ένα παράδειγμα Αυτόματου Συστήματος Παρκαρίσματος.....σελ. 18	
Εικόνα 8. Το μεγαλύτερο APS στον κόσμο, στο Al Jahra.....σελ. 19	
Εικόνα 9. Αυτόματο parking.....σελ. 22	
Εικόνα 10. Διαδίκτυο των Πραγμάτων.....σελ. 24	
Εικόνα 11. Έξυπνο Σπίτι.....σελ. 26	
Εικόνα 12. Internet of Medical Things.....σελ. 28	
Εικόνα 13. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στις μεταφορές.....σελ. 30	
Εικόνα 14. Το IoT σε επίπεδο υποδομής.....σελ. 32	
Εικόνα 15. Τα επιμέρους στοιχεία ενός ανελκυστήρα.....σελ. 37	
Εικόνα 16. Ένας μεταφορικός ιμάντας.....σελ. 40	
Εικόνα 17. Ο υποτιθέμενος χώρος στάθμευσης.....σελ. 41	
Εικόνα 18. Τα μέρη του πελάτη και του σερβιτόρου.....σελ. 42	
Εικόνα 19. Ο μηχανισμός που θα τοποθετεί και θα μαζεύει τα αμάξια από τις θέσεις στάθμευσης.....σελ. 43	
Εικόνα 20. Ο Arduino UNO που θα χρησιμοποιηθεί.....σελ. 48	
Εικόνα 21. Ο αισθητήρας HC-SR04.....σελ. 50	
Εικόνα 22. Το κύκλωμα που αναπτύχθηκε.....σελ. 53	
Εικόνα 23. Το σχηματικό του κυκλώματος.....σελ. 54	

Εικόνα 24. Ιστοσελίδα του Arduino.....σελ.	55
Εικόνα 25. Η επιλογή Downloads.....σελ.	56
Εικόνα 26. Οι επιλογές για λήψη.....σελ.	57
Εικόνα 27. Το παράθυρο λήψης.....σελ.	57
Εικόνα 28. Παράθυρο επιλογής τοποθεσίας λήψης.....σελ.	58
Εικόνα 29. Εγκατάσταση Arduino (1).....σελ.	59
Εικόνα 30. Εγκατάσταση Arduino (2).....σελ.	59
Εικόνα 31. Εγκατάσταση Arduino (3).....σελ.	60
Εικόνα 32. Εγκατάσταση Arduino (4).....σελ.	60
Εικόνα 33. Κώδικας Arduino (1/3).....σελ.	63
Εικόνα 34. Κώδικας Arduino (2/3).....σελ.	64
Εικόνα 35. Κώδικας Arduino (3/3).....σελ.	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Παράμετροι του HC-SR04 από τον κατασκευαστή.....σελ. 48

Πίνακας 2. Προδιαγραφές ESP8266.....σελ. 50

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Εξάρτηση ερεθισμάτων και αποτελεσμάτων.....σελ. 14

Σχήμα 2. Η διαδικασία εισόδου του αμαξιού στον χώρο.....σελ. 28

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

GPS	Global Positioning System
APS	Automated Parking System
IoT	Internet of Things
IoMT	Internet of Medical Things
IIoT	Industrial Internet of Things
στ.	Στίχος
IDE	Integrated Development Environment
PWM	Pulse Width Modulation
ICSP	In-Circuit Serial Programming

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όσο η κοινωνία εξελίσσεται και όσο ο πολιτισμός ακμάζει, οι ανάγκες επιβίωσης φθίνουν και νέες ανάγκες εμφανίζονται. Από τα αρχαία χρόνια, η ανάγκη για την μεταφορά του ανθρώπου από το ένα μέρος στο άλλο, με ταχύτητα και

αποδοτικότητα ήταν από τις πρώτες ανάγκες του. Το άλογο ήταν από την αρχή της ανθρώπινης ύπαρξης μέχρι και πολύ πρόσφατα, ο κατ' εξοχήν κύριος τρόπος να ταξιδέψει ένας άνθρωπος. Μέχρι και σήμερα σε διάφορες πόλεις του κόσμου, άλογα χρησιμοποιούνται



Εικόνα 2. Αστυνομικός πάνω σε άλογο, στο Παλάτι του Buckingham (πηγή: Adrian Pingstone)

και από τις αρχές ακόμα σε διάφορες πόλεις και χώρες του

κόσμου, για παράδειγμα στο Λονδίνο, στη Τζακάρτα, στο Σαν Φρανσίσκο, στο Κρεμλίνο, στην Αίγυπτο (με καμήλες). Για πολλούς αιώνες, το άλογο και άλλα ζώα, αποτελούσαν τα μεταφορικά μέσα του ανθρώπου στην ξηρά. Όλον τον καιρό μέχρι το 1769, όπου εφευρέθηκε η πρώτη μηχανή ατμού, που μπορούσε να μεταφέρει άνθρωπο, από τον Nicolas – Joseph Cugnot^[1]. Το 1913 ξεκίνησε η μαζική παραγωγή αυτοκινήτων από την Ford Motor Company σε γραμμή παραγωγής. Μέσα σε 14 χρόνια είχαν παραχθεί παραπάνω από 15 εκατομμύρια κομμάτια του Model T Ford.



Εικόνα 3. Ένα Ford Model T του 1925 (Πηγή: Mitch Taylor)

Το αυτοκίνητο έχει μπει πλέον καλά στην καθημερινότητα του ανθρώπου και είναι το δημοφιλέστερο μέσο μεταφοράς επιβατών και εμπορευμάτων. Αυτή η αύξηση των οχημάτων στον κόσμο, έχει

προκαλέσει διάφορα προβλήματα στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου. Ατυχήματα, δυστυχήματα και κυκλοφοριακή συμφόρηση προκαλούνται από βιαστικούς, απρόσεκτους, μη καταρτισμένους οδηγούς. Η πτυχιακή



Εικόνα 4. Οδηγός που ασχολείται με το κινητό του εν ώρα πορείας.

αυτή, αν και επιφανειακά μοιάζει να ασχολείται με κάτι που μοιάζει με πολυτέλεια για τους οδηγούς, προσπαθεί να συλλάβει μια ιδέα ενός αυτόματου χώρου στάθμευσης (parking), όπου η ταχύτητα εξυπηρέτησης των πελατών του χώρου καθώς και η ασφάλεια των οχημάτων, θα είναι προτεραιότητες και βασικοί στόχοι για την εν λόγω ιδέα. Οι χώροι στάθμευσης, είναι πολύ πιο επικίνδυνοι από ότι νομίζουμε, δεκάδες χιλιάδες ατυχήματα συμβαίνουν κάθε χρόνο, προκαλώντας χιλιάδες τραυματισμούς και εκατοντάδες θανάτους!^[2]. Ιδιαίτερα σε περιόδους γιορτών, τέτοιοι χώροι γίνονται ολοένα και πιο επικίνδυνοι. Διάφοροι λόγοι για τους οποίους προκαλούνται τέτοιου είδους ατυχήματα, είναι διότι οι οδηγοί είναι απρόσεκτοι, είτε ρυθμίζοντας έναν προορισμό σε κάποιον αυτόματο πλοηγό (GPS), είτε μιλώντας στο τηλέφωνο, στέλνοντας μηνύματα, κοιτώντας τα social media. Πέρα από τους λόγους ασφαλείας, υπάρχουν και άλλα μειονεκτήματα στα

ήδη υπάρχοντα parking ανά τον κόσμο. Οι οδηγοί, προσπαθώντας να βρουν μία θέση να σταθμεύσουν, έχουν την προσοχή τους στραμμένη πάνω στη θέση, αγνοώντας τον περίγυρό τους. Παρατηρώντας αυτά τα προβλήματα, εταιρίες έχουν ήδη ξεκινήσει να δημιουργούν τα λεγόμενα “smart” parking lots. Η ιδέα που θα προταθεί στην συγκεκριμένη εργασία, αναμειγνύει έναν μοντέρνο και αναπτυσσόμενο τομέα, αυτόν του IoT ή αλλιώς του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) με έναν ήδη υπάρχων και δημοφιλή τομέα, που χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια, αυτόν του Αυτοματισμού. Στην συνέχεια της εργασίας, θα αναλυθούν και θα επεξηγηθούν οι δύο αυτοί τομείς, θα εξηγηθεί πως αυτοί θα βοηθήσουν στην υλοποίηση της ιδέας και θα αναλυθεί η ιδέα περαιτέρω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Αυτοματισμός

1.1 Εισαγωγή

Αρχικά πρέπει να δοθεί ένας ορισμός στον αυτοματισμό. Θα μπορούσε να οριστεί ως η τεχνολογία με την οποία μία διαδικασία πραγματοποιείται με όσο το δυνατόν λιγότερη ανθρώπινη παρέμβαση (Groover, Mikell, 2014). Ο όρος αυτοματισμός, προέρχεται από την Ελληνική λέξη «αυτόματον», η οποία σημαίνει «λειτουργώντας με δική του βούληση». Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Όμηρο, για να περιγράψει το αυτόματο άνοιγμα μιας πόρτας (Όμηρος, Ιλιάδα, στ. 5.749) ή την αυτόματη κίνηση ενός τριπόδου με τροχούς (Όμηρος, Ιλιάδα, στ. 18.276). Σαν λέξη χρησιμοποιήθηκε ευρέως, αφότου ο Ford δημιούργησε ένα τμήμα αυτοματισμού^[3]. Ο αυτοματισμός καλύπτει μία μεγάλη γκάμα εφαρμογών, από έναν απλό οικιακό θερμοστάτη μέσα σε έναν θερμοσίφωνα του σπιτιού, μέχρι και ένα μεγάλο βιομηχανικό κέντρο ελέγχου, με δεκάδες χιλιάδες πηγές σημάτων να εισέρχονται και εντολές να εξέρχονται με βάση τις τιμές των σημάτων αυτών. Έναν απλό αυτοματισμό αποτελεί ένας βρόγχος, όπου ένας ελεγκτής, συγκρίνει



Εικόνα 5. Μία απλή πόρτα, μπορεί να αποτελέσει αυτοματισμό. (Πηγή: maniosglass.gr)

μια τιμή που μετρήθηκε με την επιθυμητή τιμή που θέλουμε για το σύστημά μας και προσαρμόζει κατάλληλα το σήμα εισόδου για να επανέλθει το σύστημα στην επιθυμητή κατάσταση, χωρίς να λαμβάνει υπόψιν του διάφορες μεταβολές του περιβάλλοντος του. Ο κλειστός βρόγχος, είναι μία περίπτωση αρνητικής ανάδρασης σε ένα σύστημα. Στην καθημερινότητά μας, υπάρχουν

πάρα πολλά παραδείγματα αυτοματισμών, που μπορεί να μην μπορούν να

παρατηρηθούν καν, όπως ο αερόσακος ένας αυτοκινήτου που ενεργοποιείται με έναν κραδασμό ή είναι αυτονόητα και δεν δίνεται καμία σημασία σε αυτά ή μία αυτόματη πόρτα. Ακόμα πιο παραστατικό παράδειγμα, είναι μηχανισμοί του ίδιου του σώματός μας, όπου ενεργοποιούνται αυτόματα ανάλογα με το ερέθισμα που προκύπτει. Για παράδειγμα ένας δυνατός και απότομος θόρυβος, μας κάνει να κλείσουμε τα μάτια αυτόματα, μία λοίμωξη μας προκαλεί πυρετό και όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή, τότε παθαίνουμε ρίγος.

Το κοινό σε όλα αυτά τα παραδείγματα, είναι ότι με βάση κάποιο συγκεκριμένο ερέθισμα, συμβαίνει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Στα ηλεκτρονικά κυκλώματα, το αποτέλεσμα, κρίνεται από τον «εγκέφαλο» του κυκλώματος, ο οποίος στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ένας απλός μικροελεγκτής. Στο σώμα μας, η συγκεκριμένη διαδικασία πραγματοποιείται από τον εγκέφαλό μας. Αντίστοιχα, τα ερεθίσματα στα ηλεκτρικά κυκλώματα, τα λαμβάνουμε από διάφορους αισθητήρες που μπορεί να χρησιμοποιούνται, όπως πίεσης ή φωτός, ενώ στο σώμα μας είναι τα μάτια, τα αυτιά, η γλώσσα, η αφή. Στο Σχήμα 1 που ακολουθεί, μπορούμε να παρατηρήσουμε την συγκεκριμένη σύνδεση μεταξύ ερεθίσματος και αποτελέσματος.



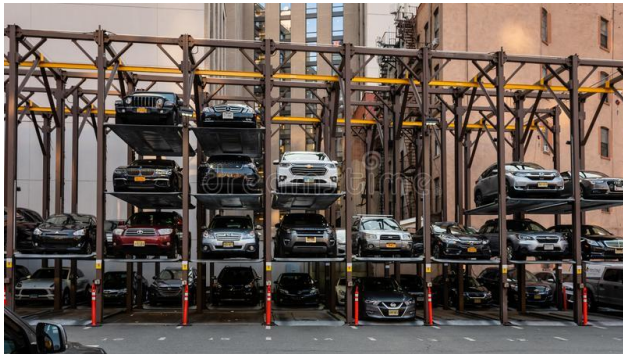
Σχήμα 1. Εξάρτηση ερεθισμάτων και αποτελεσμάτων.

Παρατηρούμε λοιπόν, ότι ο αυτοματισμός είναι μία έννοια και μία δράση, πολύ συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή, τόσο σε επίπεδο προσωπικό, όσο και

στον τρόπο ζωής μας. Η συγκεκριμένη εργασία, έχει ως στόχο, την σύλληψη μιας ιδέας για τη δημιουργία ενός αυτόματου συστήματος στάθμευσης αμαξιών. Το συγκεκριμένο σχέδιο, μπορεί να αναλυθεί σε δύο επιμέρους τομείς οι οποίοι είναι ευδιάκριτοι μιλώντας για σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος. Αμφότεροι θα αναλυθούν στις δύο επόμενες ενότητες και θα επισημανθούν οι επιμέρους διαφορές τους. Ονομαστικά, είναι το αυτόματο σύστημα παρκαρίσματος ή APS στα αγγλικά, που είναι η συντομογραφία του Automated Parking System και του αυτόματου παρκαρίσματος ή αλλιώς Automatic Parking που είναι η διαδικασία αυτόματου παρκαρίσματος που αναπτύσσεται ήδη σε αμάξια.

1.2 Αυτόματο Σύστημα Παρκαρίσματος

Ένα αυτόματο σύστημα παρκαρίσματος (APS) είναι ένα μηχανικό σύστημα σχεδιασμένο να περιορίσει τον χώρο ή και τον όγκο που απαιτείται για να σταθμεύσουν αμάξια. Σαν ένα πολυώροφο πάρκινγκ, το συγκεκριμένο σύστημα,

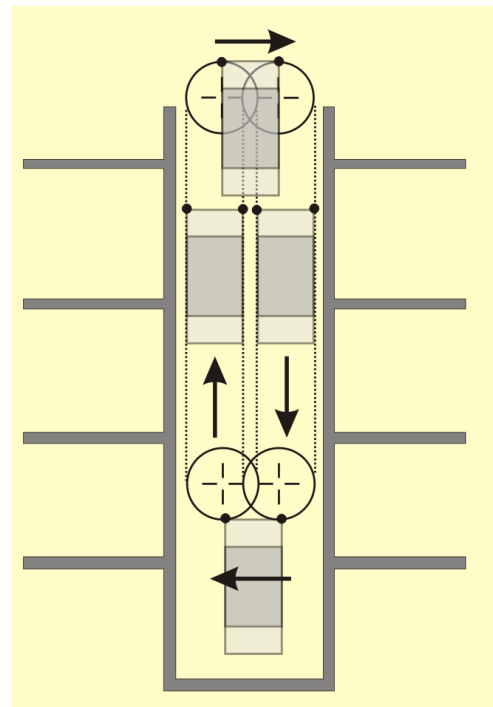


Εικόνα 7. Ένα παράδειγμα Αυτόματου Συστήματος Παρκαρίσματος (Πηγή: dreamstime.com)

παρέχει στάθμευση στα αμάξια σε πολλαπλά επίπεδα, στοιβαγμένα κάθετα, ώστε να μειωθεί η χρήση της γης που απαιτείται. Το σύστημα αυτό, χρησιμοποιεί ένα μηχανικό σύστημα για να μεταφέρει τα αμάξια από και προς την θέση παρκαρίσματος, ώστε να

ελαχιστοποιηθεί ο χώρος που καταναλώνεται σε ένα γκαράζ πολλών ορόφων^[4].

Υπάρχει όμως μία διακριτή διαφορά, μεταξύ ενός πάρκινγκ πολλών ορόφων και ενός αυτόματου συστήματος παρκαρίσματος, παρόλο που και οι δύο περιπτώσεις είναι με αμάξια στοιβαγμένα κάθετα. Το Αυτόματο Σύστημα Παρκαρίσματος μοιάζει περισσότερο σε ένα αυτόματο σύστημα αποθήκευσης και συλλογής για αμάξια. Δηλαδή ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από μια πληθώρα συστημάτων που ελέγχονται από έναν υπολογιστή σχεδιασμένα να αποθηκεύουν και ύστερα να συλλέγουν φορτία από συγκεκριμένες θέσεις αποθήκευσης. Η πιο δημοφιλής μορφή κάποιου τέτοιου



Εικόνα 6. Η μορφή Paternoster (Πηγή: Helfmann)

συστήματος, είναι η λεγόμενη Paternoster, όπου ένας ανελκυστήρας που αποτελείται από μια σειρά ανοιχτών θαλάμων, κινείται σιγά και επανειλημμένα μέσα σε ένα κτίριο, όπου οι επιβάτες του, απλά εισέρχονται στον θάλαμο και εξέρχονται από αυτόν. Η ύπαρξη αυτού του συστήματος αποδίδεται σε δύο παράγοντες, στην ανάγκη για θέσεις στάθμευσης και την έλλειψη στη διαθέσιμη υπάρχουσα γη. Η παλαιότερη χρήση ένας τέτοιου συστήματος, έγινε στην Γαλλία το 1905, στο Garage Rue de Ponthieu^[5].

Το 1920 έγινε για πρώτη φορά η χρήση του Paternoster, το οποίο έγινε δημοφιλές, καθώς είχε τη δυνατότητα να παρκάρει 8 αυτοκίνητα, καταλαμβάνοντας εδάφιο χώρο ίσο με αυτό που θα χρειαζόντουσαν 2 αυτοκίνητα. Τα συγκεκριμένα συστήματα, έχουν μεγάλη απήχηση στις χώρες της Ευρώπης και της Ασίας, με την Ιαπωνία μάλιστα να υπάρχουν κατ' εκτίμηση, περίπου 1,6 εκατομμύρια θέσεις, που να χρησιμοποιούνται με το συγκεκριμένο σύστημα^[5]. Στην Ευρώπη, το μεγαλύτερο Automated Parking System βρίσκεται στο Aarhus στην Δανία και προσφέρει 1.000 θέσεις μέσω 20 ανελκυστήρων αμαξιών^[6]. Το μεγαλύτερο τέτοιο σύστημα στον κόσμο, βρίσκεται στο Al Jahra στο



Εικόνα 8. Το μεγαλύτερο APS στον κόσμο, στο Al Jahra (Πηγή: parkithere.com)

Κουβέιτ και παρέχει 2.314 θέσεις στάθμευσης και κατέχει αυτήν τη στιγμή το ρεκόρ στο βιβλίο Guinness^[7]. Ενώ το ταχύτερο βρίσκεται στο Βόλφσμπουργκ της Γερμανίας, με χρόνο συλλογής 1 λεπτό και 44 δευτερόλεπτα^[8]. Το APS έχει το πλεονέκτημα να μειώνει τον απαιτούμενο χώρο για να σταθμεύσει ένα αμάξι,

αφαιρώντας τον οδηγό και τους επιβάτες πριν σταθμεύσει. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά πολυώροφα γκαράζ που χρησιμοποιούνται (όπως στην Ελλάδα στο The Mall Athens), εκεί που το σύστημα αυτό υπερτερεί είναι στην μείωση του απαιτούμενου χώρου, όχι όμως τόσο από τον χώρο που συσχετίζεται με την στάθμευση του αμαξιού όσο από ένας παράγοντες, όπως:

- ❖ Το μήκος και πλάτος των χώρων στάθμευσης

Δεν χρειάζεται να υπάρχει επιπλέον χώρος ώστε να ανοίξουν οι επιβάτες την πόρτα είτε για να εισέλθουν, είτε για να εξέλθουν από το όχημα.

- ❖ Η απόσταση μεταξύ των χώρων στάθμευσης

Εφόσον δεν χρειάζονται επιπλέον κενά για να μπορέσουν να επιβιβαστούν ή αποβιβαστούν οι επιβάτες, η απόσταση μεταξύ των θέσεων μπορεί να μειωθεί.

- ❖ Δεν υπάρχει κυκλοφορία

Χώρος εξοικονομείται και από το γεγονός, ότι το αμάξι πηγαίνει αυτόματα στον χώρο στάθμευσης, οπότε δεν υπάρχει κυκλοφορία εντός του γκαράζ.

- ❖ Έλλειψη πεζών

Αυτό σημαίνει ότι δεν χρειάζεται να υπάρχουν σκάλες, ανελκυστήρες, πεζοδρόμια, για να βοηθηθεί η κυκλοφορία τους, μειώνοντας και έτσι τους κινδύνους για ατύχημα.

- ❖ Ασφάλεια αποσκευών και αμαξιών

Εφόσον μέσα σε έναν τέτοιο χώρο, δεν υπάρχει δημόσια πρόσβαση, τα υπάρχοντα κάποιου μέσα στο αμάξι, όπως και το ίδιο το αμάξι, καθίστανται ασφαλέστερα.

❖ Εξάλειψη μικρών ζημιών

Εφόσον δεν υπάρχουν αμάξια σε κίνηση, γρατζουνιές και χτυπήματα σε αμάξια δεν είναι δυνατόν να συμβούν.

❖ Εξοικονόμηση καυσίμων και εκκρίσεων

Εφόσον δεν χρειάζεται να κινούνται τα αμάξια και να κάνουν κύκλους μέχρι να βρουν κάποιο χώρο να σταθμεύσουν, σώζονται καύσιμα και μειώνονται και οι εκκρίσεις επιβλαβών αερίων.

❖ Λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις

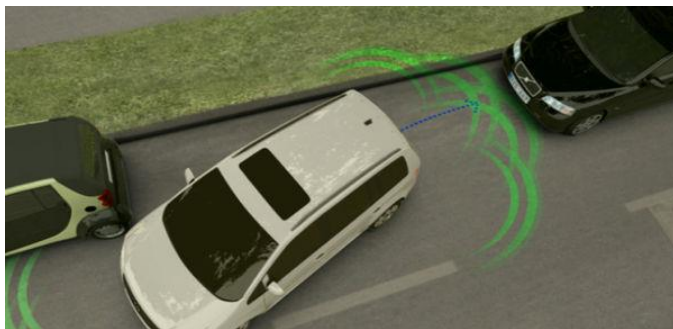
Σε έναν τέτοιο χώρο, ο εξαερισμός και ο φωτισμός, δεν χρειάζεται να είναι στα ίδια επίπεδα με αυτά ενός χώρου στάθμευσης σε ένα εμπορικό κέντρο.

❖ Ευκολότερη πρόσβαση για άτομα με ειδικές ανάγκες

Σε όλους τους χώρους στάθμευσης, υπάρχουν θέσεις, ειδικά σημειωμένες, για άτομα με ειδικές ανάγκες. Αυτές οι θέσεις συνήθως βρίσκονται κοντά σε ανελκυστήρες και κλιμακοστάσια. Σε έναν τέτοιο χώρο όμως, δεν υπάρχει ανάγκη για τέτοιες ανάγκες σχεδιασμού του χώρου. Οι άνθρωποι με ειδικές ανάγκες, εξυπηρετούνται το ίδιο εύκολα και γρήγορα, με τους υπόλοιπους.

1.3 Αυτόματο Parking

Ο δεύτερος τομέας του αυτόματου παρκαρίσματος έχει να κάνει με το ίδιο το αμάξι και τον ίδιο τον αυτοματισμό, μέσα σε αυτό. Αν και αποτελεί αυτοματισμό η δυνατότητα αυτή, δεν θα ασχοληθούμε τόσο με το συγκεκριμένο κομμάτι στην πτυχιακή αυτή, αλλά είναι άξιο αναφοράς τόσο λόγω της σπουδαιότητάς του ως υλοποίηση τόσο και για να καταλάβει κάποιος τη διαφορά μεταξύ αυτού και του Αυτόματου Συστήματος Πάρκινγκ (APS). Το αυτόματο πάρκινγκ είναι ένα αυτόνομο σύστημα, που μετακινεί ένα όχημα, από τη λωρίδα κυκλοφορίας στην θέση στάθμευσης, χρησιμοποιώντας ένας τις κλασικές κινήσεις του αμαξιού, πραγματοποιώντας κάθετο, παράλληλο ή υπό γωνία παρκάρισμα. Στόχος του είναι να ενισχύσει την ασφάλεια και την άνεση της οδήγησης, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου η ελευθερία να κινηθεί το αμάξι, είναι περιορισμένη. Ο αλγόριθμος αυτόματης παράλληλης στάθμευσης εντοπίζει έναν επαρκή χώρο στάθμευσης κατά μήκος του δρόμου, επιτυγχάνει μία βολική θέση εκκίνησης για το αυτοκίνητο μπροστά από τον χώρο στάθμευσης και εκτελεί έναν παράλληλο ελιγμό στάθμευσης. Η διαδικασία να επανέλθει το αμάξι πάλι στην λωρίδα



Εικόνα 9. Αυτόματο πάρκινγκ (Πηγή: trendhunter.com)

κυκλοφορίας περιλαμβάνει τον εντοπισμό ενός διαθέσιμου χώρου για την κίνηση του αυτοκινήτου εντός του χώρου στάθμευσης, την τοποθέτηση του αυτοκινήτου σε ένα κατάλληλο σημείο στο πίσω

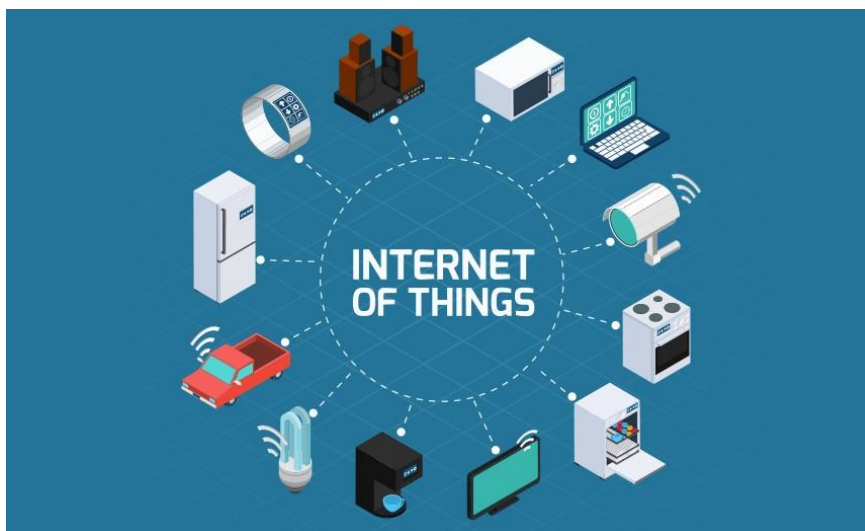
μέρος του χώρου στάθμευσης και την εκτέλεση ενός ελιγμού ώστε να βγει από τον χώρο στάθμευσης πίσω στην λωρίδα της κυκλοφορίας. Η βασική ιδέα πίσω από την αυτόματη στάθμευση είναι ο προγραμματισμός και η παραμετροποίηση των βασικών προφίλ ελέγχου μιας γωνίας και της ταχύτητας του τιμονιού, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό σχήμα της διαδρομής του οχήματος, εντός του διαθέσιμου χώρου. Ο ελιγμός στάθμευσης, πραγματοποιείται ως μια ακολουθία ελεγχόμενων κινήσεων, χρησιμοποιώντας δεδομένα αισθητήρων από τα συστήματα servo του αυτοκινήτου και μετρήσεις εμβέλειας, σχετικά με το περιβάλλον. Οι έλεγχοι διεύθυνσης και ταχύτητας υπολογίζονται και εκτελούνται σε πραγματικό χρόνο. Η τελική προσέγγιση, οδηγεί σε διάφορα σχήματα διαδρομής που απαιτούνται για την εκτέλεση των ελιγμών στάθμευσης. Σε ένα τέτοιο σύστημα, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για την ανίχνευση αντικειμένων γύρω από το όχημα. Οι αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι στους εμπρός και πίσω προφυλακτήρες μπορούν να λειτουργήσουν και ως πομπός και ως δέκτης. Αυτοί οι αισθητήρες, εκπέμπουν ένα σήμα το οποίο θα ανακλαστεί, όταν συναντήσει ένα εμπόδιο κοντά στο όχημα. Ύστερα, ανάλογα με τον πόσο χρόνο χρειάστηκε να φτάσει πίσω το σήμα, θα υπολογιστεί και η απόσταση του εμποδίου. Ένα σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος σε αμάξια, έχει δείξει να αυξάνει την άνεση και την ασφάλεια, καθώς μειώνει τα επίπεδα άγχους των οδηγών, κατά τη διαδικασία του να εισέλθουν σε μια θέση στάθμευσης^[9]. Σημαντικό είναι να σημειωθεί λοιπόν ότι ένα αυτόματο σύστημα παρκαρίσματος που αναπτύχθηκε προηγουμένως είναι διαφορετικό από τον όρο αυτόματο πάρκινγκ που αναπτύχθηκε σε αυτήν την ενότητα. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η συγκεκριμένη πτυχιακή αναφέρεται πάνω στον σχεδιασμό ενός χώρου στάθμευσης, όπου θα είναι σε πλήρη βαθμό, αυτοματοποιημένος. Για να

επιτευχθεί αυτό, ένα σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος, δεν μας δίνει κάποιο ιδιαίτερο προβάδισμα στην συγκεκριμένη υπόθεση.

Κεφάλαιο 2. Διαδίκτυο των Πραγμάτων

2.1 Εισαγωγή

Από τη δεκαετία του 80 μέχρι σήμερα, αν και έχουν περάσει 40 ολόκληρα χρόνια, κανένας απλός άνθρωπος δεν θα μπορούσε να φανταστεί πως η τεχνολογία θα βελτίωνε τόσο την ποιότητα ζωής του. Κανένας δεν θα μπορούσε να φανταστεί την νέα γενιά πραγμάτων, όπου η πληροφορία είναι το σημαντικότερο εμπόριο και αγαθό που υπάρχει για την εξέλιξη της τεχνολογίας. Αυτό είναι το καθοριστικό στοιχείο που ξεχωρίζει την εκάστοτε εποχή. Σήμερα η συλλογή της πληροφορίας είναι κάτι απλό, απλούστερο από κάθε άλλη χρονική στιγμή. Βέβαια, το καθοριστικό κομμάτι, είναι και η διαθεσιμότητα της. Ενώ πληροφορία υπάρχει από τις πρώτες περιόδους του ανθρώπινου πολιτισμού, είτε σε μορφή γραπτή είτε εικονική, η προσβασιμότητα σε αυτή δεν ήταν ποτέ ευκολότερη. Με τη βοήθεια του Διαδικτύου, οποιοσδήποτε χρήστης, από οποιοδήποτε σημείο της Γης με



Εικόνα 10. Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Πηγή: towardsdatascience.com)

πρόσβαση σε αυτό, αποκτάει πρόσβαση στην μεγαλύτερη πηγή πληροφορίας που υπήρξε ποτέ. Αυτός είναι ο λόγος που τα τελευταία 40 χρόνια, η τεχνολογία εξελίσσεται εκθετικά και μαζί με

αυτή, άλλοι τομείς που μπορούν να επωφεληθούν από αυτή. Πλέον η μέτρηση και η συλλογή στοιχείων, αντιδράσεων, δυνάμεων, ποσοτήτων, καταστάσεων είναι μία διαδικασία απλή και γρήγορη. Συνάμα, με την αύξηση της υπολογιστικής

δύναμης και σε συνδυασμό με την μείωση του όγκου των συσκευών, η παραγωγή και η πρόσβαση σε μετρήσεις και πληροφορία γίνεται ολοένα και πιο προσβάσιμη στον εκάστοτε χρήστη. Ένα κινητό είναι ένα τέτοιο τεχνολογικό επίτευγμα. Αλλά η συλλογή της πληροφορίας από μόνη της αν και ιδιαίτερα σημαντική, χωρίς την κατάλληλη επεξεργασία, παραμένει απλά ένας αριθμός, μία λέξη, μία φράση. Την τελευταία δεκαετία, λόγω και των αυξανόμενων ρυθμών της καθημερινότητας, αφού οι άνθρωποι έχουν φτάσει στο υψηλότερο επίπεδο κινητικότητας που έχει παρατηρηθεί ποτέ, η ανάγκη για κάποια συστήματα τα οποία θα είναι εύκολα στην πρόσβαση, χωρίς εκτεταμένες απαιτήσεις υλικού για τον εκάστοτε χρήστη (δεν είναι αναγκαίο ο κάθε χρήστης να έχει το δικό του προσωπικό server), καθώς και με την εμφάνιση των “Cloud” εφαρμογών, δημιουργούνται ευκαιρίες για ανάπτυξη εφαρμογών, οι οποίες θα μπορούν να βασίζονται σε δεδομένα πραγματικού χρόνου και να λαμβάνουν αποφάσεις όπως έχει ορίσει ο εκάστοτε χρήστης – διαχειριστής της πλατφόρμας σε πραγματικό χρόνο. Σε αυτόν τον τομέα εισήχθη μία νέα έννοια, αυτή του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT).

2.2 Ορισμός και Εφαρμογές

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) είναι ένα σύστημα αλληλένδετων υπολογιστικών συσκευών, μηχανικών και ψηφιακών μηχανών, αντικειμένων, ζώων ή προσώπων, που διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά στοιχεία (Unique ID) και τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύων χωρίς να απαιτείται διαπροσωπική επαφή ή επαφή του ανθρώπου με τον υπολογιστή^[10]. Ο ορισμός του Διαδικτύου των πραγμάτων έχει εξελιχθεί λόγω της σύγκλισης πολλαπλών τεχνολογιών, αναλύσεων σε πραγματικό χρόνο, μηχανικής μάθησης, αισθητήρων εμπορευμάτων και ενσωματωμένων συστημάτων. Τα παραδοσιακά πεδία των

ενσωματωμένων συστημάτων, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, τα συστήματα ελέγχου, η αυτοματοποίηση (συμπεριλαμβανομένου του αυτοματισμού κατοικιών και των κτιρίων) και άλλοι συμβάλλουν στην ενεργοποίηση του Ίντερνετ των πραγμάτων. Στην αγορά των καταναλωτών, η τεχνολογία IoT είναι περισσότερο συνώνυμη με τα προϊόντα που εμπίπτουν στην έννοια του «έξυπνου σπιτιού», καλύπτοντας συσκευές και συσκευές (όπως φωτιστικά, θερμοστάτες, συστήματα οικιακής ασφάλειας και κάμερες και άλλες οικιακές συσκευές) πιο κοινά οικοσυστήματα και μπορούν να ελέγχονται μέσω συσκευών που σχετίζονται με αυτό το οικοσύστημα, όπως τα smartphones και τα έξυπνα ηχεία. Βέβαια, οι εφαρμογές του εν λόγω τομέα είναι πολλές και για αυτό κατηγοριοποιούνται σε 4 βασικές κατηγορίες, οι οποίες θα αναλυθούν πιο κάτω.

❖ Εφαρμογές σε επίπεδο καταναλωτή

Στην πρώτη κατηγορία εφαρμογών, βλέπουμε αυτές που ανήκουν στο επίπεδο του καταναλωτή. Ένας μεγάλος αριθμός από συσκευές IoT, παρασκευάζονται για καταναλωτική χρήση, όπως για παράδειγμα, οικιακοί αυτοματισμοί, συνδεδεμένα οχήματα, διάφορα wearables, και συσκευές με δυνατότητα απομακρυσμένου



Εικόνα 11. Έξυπνο Σπίτι (*securnet.gr*)

ελέγχου. Η πιο γνωστή και δημοφιλής κατηγορία προϊόντων σε αυτές τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων, είναι το Έξυπνο Σπίτι (smart

home). Στο έξυπνο σπίτι, οι εφαρμογές IoT είναι συνήθως υπεύθυνες για την δραστηριότητα της θέρμανσης, του φωτισμού, του κλιματισμού, της ασφάλειας και της ψυχαγωγίας (έξυπνες τηλεοράσεις, ηχεία). Μια βασική εφαρμογή ενός έξυπνου σπιτιού είναι η παροχή βοήθειας σε άτομα με αναπηρίες και ηλικιωμένους. Αυτά τα οικιακά συστήματα χρησιμοποιούν τεχνολογία υποβοήθησης για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων αναγκών του ιδιοκτήτη. Ο φωνητικός έλεγχος μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες με περιορισμούς όρασης και κινητικότητας, ενώ τα συστήματα συναγερμού μπορούν να συνδεθούν απευθείας με κοχλιακά εμφυτεύματα που φοριούνται από χρήστες με προβλήματα ακοής. Μπορούν επίσης να εξοπλιστούν με πρόσθετα χαρακτηριστικά ασφαλείας. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να περιλαμβάνουν αισθητήρες που παρακολουθούν για ιατρικές καταστάσεις έκτακτης ανάγκης όπως πτώσεις ή επιληπτικές κρίσεις. Η τεχνολογία Smart Home που εφαρμόζεται με τον τρόπο αυτό μπορεί να προσφέρει στους χρήστες μεγαλύτερη ελευθερία και υψηλότερη ποιότητα ζωής.

❖ Εμπορικές Εφαρμογές

Στις εμπορικές εφαρμογές παρατηρούμε διάφορες υποκατηγορίες, ξεκινώντας με αυτήν ένας υγείας. Το Ίντερνετ των Ιατρικών Πραγμάτων (Internet of Medical Things), (που ονομάζεται επίσης το Διαδίκτυο για τα πράγματα για την υγεία), είναι μια εφαρμογή του IoT για σκοπούς που σχετίζονται με την ιατρική και την



Εικόνα 12. Internet of Medical Things (Πηγή: e-spincorm.com)

υγεία, τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων για έρευνα και παρακολούθηση. Το Internet of Medical Things έχει αναφερθεί ως «έξυπνη υγειονομική περίθαλψη», ως τεχνολογία για τη

δημιουργία ενός ψηφιακού συστήματος υγειονομικής περίθαλψης, συνδέοντας διαθέσιμους ιατρικούς πόρους και υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης. Οι συσκευές του IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενεργοποιήσουν απομακρυσμένη παρακολούθηση υγείας και συστήματα ειδοποίησης σε περίπτωση ανάγκης. Αυτές οι συσκευές μπορεί να είναι από μετρητές πίεσης του αίματος και καρδιακούς παλμογράφους, έως και ανεπτυγμένες συσκευές ικανές να παρακολουθούν εξειδικευμένα εμφυτεύματα, όπως για παράδειγμα βηματοδότες ή προηγμένα ακουστικά ακοής. Μερικά νοσοκομεία, έχουν ξεκινήσει να υιοθετούν τα «έξυπνα κρεβάτια», τα οποία γνωρίζουν πότε κάποιος κατέχει ένα από αυτά και πότε ένας ασθενής προσπαθεί να σηκωθεί από αυτά.

Επιπλέον έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζουν την πίεση και την στήριξη που χρειάζεται ο εκάστοτε ασθενής, χωρίς την βοήθεια νοσοκόμων. Επιπλέον, στις εμπορικές εφαρμογές, ανήκει και η κατηγορία των μεταφορών η οποία μπορεί να επωφεληθεί πολύ από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να βοηθήσει στην ενοποίηση των επικοινωνιών, του ελέγχου και της επεξεργασίας πληροφοριών ανάμεσα σε διάφορα συστήματα μεταφορών. Η εφαρμογή του IoT επεκτείνεται σε όλες τις πτυχές των συστημάτων μεταφοράς (δηλαδή του οχήματος, της υποδομής και του οδηγού ή του χρήστη). Η δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των συνιστωσών του συστήματος μεταφορών επιτρέπει την ενδο-οχηματική και δια-οχηματική επικοινωνία, τον έξυπνο έλεγχο κυκλοφορίας, τον έξυπνο χώρο στάθμευσης, τα ηλεκτρονικά συστήματα είσπραξης διοδίων, την εφοδιαστική (logistics) και τη διαχείριση του στόλου, τον έλεγχο των οχημάτων, την ασφάλεια και την οδική βοήθεια.



Εικόνα 13. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ένας μεταφορές. (Πηγή: spaceo.ca)

Τέλος, για τη συγκεκριμένη κατηγορία, έχουμε τους κτηριακούς και οικιακούς αυτοματισμούς. Οι συσκευές IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρακολουθούν και να ελέγχουν τα μηχανολογικά, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα, που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τύπους κτιρίων.

❖ Βιομηχανικές Εφαρμογές

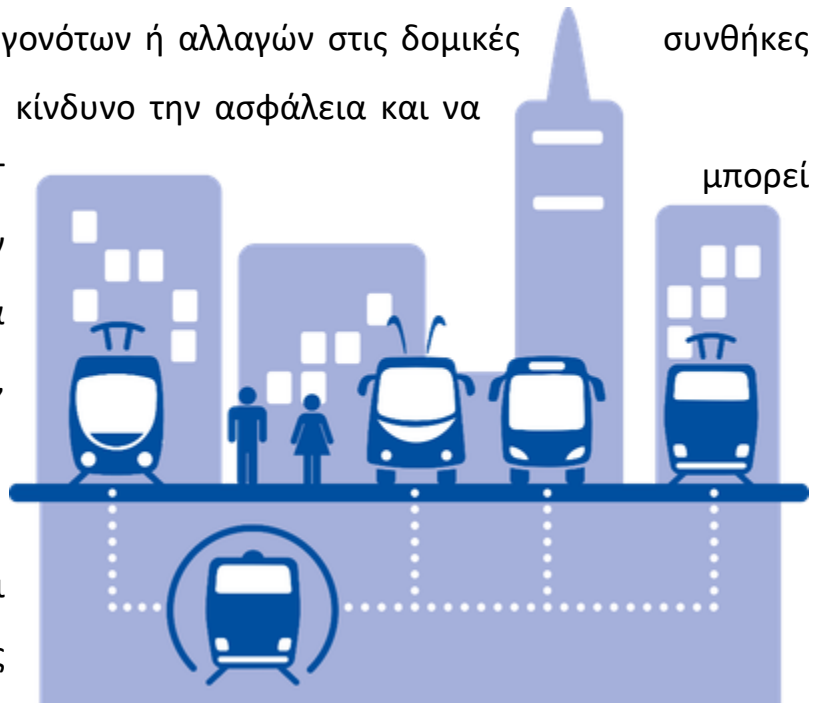
Το Βιομηχανικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Industrial Internet of Things) αναφέρεται σε διασυνδεδεμένους αισθητήρες, όργανα και τις συσκευές συνδεδεμένες σε συνδυασμό με τις βιομηχανικές εφαρμογές ηλεκτρονικών υπολογιστών, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής και της ενεργειακής διαχείρισης. Αυτή η συνδεσιμότητα, επιτρέπει τη συλλογή, την ανταλλαγή και την ανάλυση δεδομένων, διευκολύνοντας ενδεχομένως τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας, καθώς και άλλα οικονομικά οφέλη. Το Βιομηχανικό Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι μια εξέλιξη ενός κατανεμημένου συστήματος ελέγχου που επιτρέπει υψηλότερο βαθμό αυτοματισμού με την χρήση του Cloud Computing για να βελτιώσει και να βελτιστοποιήσει τους ελέγχους μιας διαδικασίας. Το IoT μπορεί να συνειδητοποιήσει την ομαλή ενσωμάτωση διαφόρων κατασκευαστικών συσκευών, εξοπλισμένων με δυνατότητες ανίχνευσης, αναγνώρισης, επεξεργασίας, επικοινωνίας, ενεργοποίησης και δικτύωσης. Με βάση έναν τόσο ολοκληρωμένο έξυπνο κυβερνο-φυσικό χώρο, ανοίγει η πόρτα για να δημιουργηθούν νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες και ευκαιρίες αγοράς για τον κατασκευαστικό τομέα^[11]. Υπάρχουν πολυάριθμες εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων και στην γεωργία, όπως η συλλογή δεδομένων σχετικά με τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση,

την υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου, την προσβολή από παράσιτα και το περιεχόμενο του εδάφους. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αυτοματοποίηση των γεωργικών τεχνικών, να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τη βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας, την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και των αποβλήτων και τη μείωση της προσπάθειας που απαιτείται για τη διαχείριση των καλλιεργειών. Για παράδειγμα, οι γεωργοί μπορούν τώρα να παρακολουθούν τη θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους από μακριά και να εφαρμόζουν ακόμη και τα δεδομένα που αποκτήθηκαν από το IoT σε προγράμματα ακριβείας γονιμοποίησης^[12].

❖ Εφαρμογές Υποδομής

Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των ενεργειών από βιώσιμες αστικές και αγροτικές υποδομές όπως οι γέφυρες, οι σιδηροδρομικές γραμμές και τα παράκτια και ανοικτά αιολικά πάρκα αποτελούν βασικές εφαρμογές του IoT. Η Το Διαδίκτυο της Υποδομής των Πραγμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση τυχαίων γεγονότων ή αλλαγών στις δομικές συνθήκες που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλεια και να

αυξήσουν τον κίνδυνο. Το IoT να ωφελήσει την κατασκευαστική βιομηχανία με εξοικονόμηση κόστους, μείωση χρόνου, καλύτερη ποιότητα εργασίας, ροή εργασίας χωρίς χαρτί και αύξηση της παραγωγικότητας. Μπορεί



Εικόνα 14. IoT σε επίπεδο υποδομής. (Πηγή: enisa.europa.eu)

να βοηθήσει στο να ληφθούν ταχύτερες αποφάσεις και να εξοικονομηθούν χρήματα με τη δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί αυτό να χρησιμοποιηθεί για τον αποτελεσματικό προγραμματισμό των δραστηριοτήτων επισκευής και συντήρησης, συντονίζοντας τα καθήκοντα μεταξύ διαφορετικών πάροχων υπηρεσιών και χρηστών αυτών των εγκαταστάσεων. Οι συσκευές IoT μπορούν επιπλέον να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο επικίνδυνων εγχειρημάτων, όπως γέφυρες για την παροχή πρόσβασης σε πλοία. Η χρήση συσκευών IoT για την παρακολούθηση και τη λειτουργία των υποδομών είναι πιθανό να βελτιώσει τη διαχείριση προβλημάτων και τον συντονισμό της

αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, την ποιότητα των υπηρεσιών, την αναβάθμιση χρόνου και τη μείωση του κόστους λειτουργίας σε διάφορες περιοχές που σχετίζονται με τις υποδομές. Ακόμη και τομείς όπως η διαχείριση των αποβλήτων μπορούν να επωφεληθούν από την αυτοματοποίηση και τη βελτιστοποίηση που θα μπορούσαν να προσφέρουν οι εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Κεφάλαιο 3. Αυτοματισμός και Διαδίκτυο των Πραγμάτων

3.1 Εισαγωγή στην ιδέα, στις απαιτήσεις και στα εργαλεία

Στόχος αυτής της εργασίας είναι να ενώσει και τους δύο τομείς ώστε να βρει μία λύση σε ένα πρόβλημα το οποίο ολοένα και αυξάνεται. Έχουμε λοιπόν από τον αυτοματισμό το γεγονός ότι η ανθρώπινη επέμβαση μπορεί να είναι και ανύπαρκτη και έχουμε από τον τομέα του Διαδικτύου των Πραγμάτων τη δυνατότητα για ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο. Αυτό που μας λείπει είναι η υλοποίηση. Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας, θα αναφερθούν τα διάφορα κομμάτια που θα χρειαστούν, για να πραγματοποιηθεί ένα απλοϊκό παράδειγμα εφαρμογής. Άλλο ένα πράγμα που θα πρέπει να θυχτεί είναι ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων από μόνο του, αποτελεί ένα είδος αυτοματισμού, σύμφωνα και με τον ορισμό που δόθηκε παραπάνω, αλλά και από την ίδια τη φύση του. Η ιδέα που θα αναλυθεί, θα μπορούσε να μετατρέψει οποιοδήποτε χώρο στάθμευσης σε έναν έξυπνο χώρο στάθμευσης, όπου θα έχει όλα τα πλεονεκτήματα τα οποία μπορεί να προσφέρει ο συνδυασμός αυτοματισμού και IoT.

❖ Απαιτήσεις

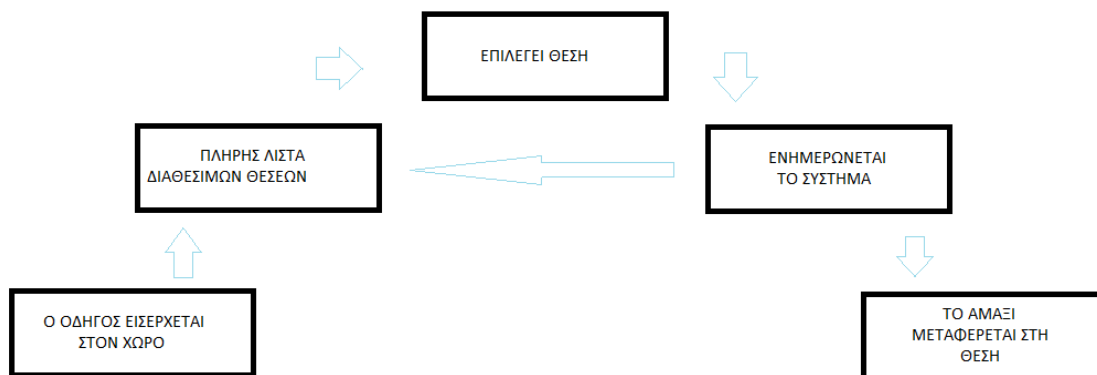
- Πρώτη απαίτηση της εφαρμογής είναι ο χώρος του παρκινγκ. Αυτός θα μπορούσε να ήταν είτε ένας χώρος υπόγειος, είτε ένας χώρος εμπορικού καταστήματος ή ένα κτίριο, όπως το πάρκινγκ στο Al Jahra που προαναφέραμε.
- Δεύτερη απαίτηση είναι το πάρκινγκ να είναι για αυτοκίνητα.
- Τρίτη απαίτηση, να μπορεί να υπάρξει συνδεσιμότητα σε δίκτυο, είτε ενσύρματα, είτε ασύρματα.

- Τέταρτη απαίτηση, η ανάπτυξη ενός συστήματος που να λαμβάνει και να στέλνει τις πληροφορίες που θέλουμε στο δίκτυο.

Από τις τρεις προαναφερθείσες απαιτήσεις, μόνο η τρίτη και η τέταρτη αποτελούν τις σημαντικότερες καθώς μία σύνδεση στο δίκτυο, θα μπορέσει να μεταφέρει την πληροφορία που χρειαζόμαστε για να καταστήσουμε εξυπνότερο και αποδοτικότερο τον χώρο στάθμευσής μας, αλλά από την άλλη χρειαζόμαστε εξ' αρχής ένα σύστημα που να μεταδίδει πληροφορίες.

❖ Ανάλυση της Ιδέας

Η ιδέα μπορεί να σπαστεί σε δύο επιμέρους ιδέες. Σε ήδη υπάρχοντα πάρκινγκ να προστεθούν οι απαιτήσεις για να γίνουν έξυπνα, προσφέροντας περισσότερες δυνατότητες και ευκολίες στους χρήστες και η δεύτερη είναι να δημιουργηθούν από το μηδέν πλήρως αυτόματοι χώροι στάθμευσης. Εμείς θα ασχοληθούμε με την δημιουργία ενός αυτόματου πάρκινγκ από το μηδέν, μιας και η ανάλυση που χρειάζεται να γίνει, θα καλύψει και τις δύο περιπτώσεις. Στο παρακάτω σχήμα, παρατηρούμε σχηματικά την απλοϊκή διαδικασία που θα ακολουθήσει κάποιος οδηγός για να εισέλθει στον χώρο.



Σχήμα 2. Η Διαδικασία εισόδου του αμαξιού στον χώρο

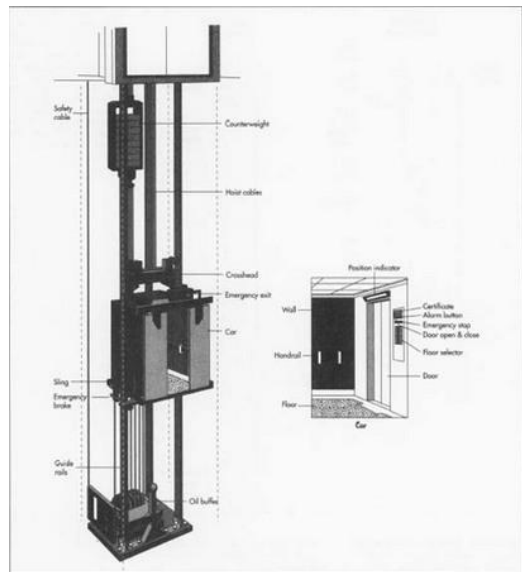
Το σενάριο έχει ως εξής, ο οδηγός εισέρχεται σε έναν χώρο όπου αφήνει το αμάξι του. Κοιτάζει τις διαθέσιμες θέσεις και επιλέγει αυτή που θέλει. Αμέσως μετά, το σύστημα ενημερώνεται, ότι η θέση αυτή είναι πλέον κατειλημμένη και ανανεώνει την πλήρη λίστα διαθέσιμων θέσεων. Ταυτόχρονα το αμάξι του μεταφέρεται στην θέση την οποία επέλεξε, λαμβάνοντας και ένα σχετικό εισιτήριο κατά την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Σχολιάζοντας το συγκεκριμένο, θα μπορούσε να πει κάποιος ότι εφόσον μπαίνει ο οδηγός και δεν έχει κάποια παραπάνω ανάμειξη με το όλο θέμα του παρκαρίσματος, δεν χρειάζεται να επιλέξει κάποια θέση, ούτε υπάρχει λόγος να υπάρχει κάποια λίστα σε εφαρμογή με τις διαθέσιμες θέσεις. Η συγκεκριμένη λύση που προτείνεται εδώ πέρα μπορεί να υιοθετηθεί ένα μέρος της σε ήδη υπάρχοντες χώρους στάθμευσης όπως προαναφέρθηκε, δίνοντάς της έτσι τη δυνατότητα διαδραστικότητας και ευκολίας.

❖ **Μεταφορά του Οχήματος**

Για την μεταφορά του οχήματος υπάρχουν διάφοροι τρόποι αναλόγως με τον χώρο που καταλαμβάνει ο χώρος στάθμευσης σε ύψος και πλάτος. Αν ο χώρος είναι σαν πολυκατοικία, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ανελκυστήρες ώστε

να πηγαίνουν τα οχήματα στον επιθυμητό όροφο. Ο ανελκυστήρας θα μπορούσε να παρομοιαστεί με ένα δοχείο το οποίο απλά μεταφέρεται από ένα ύψος σε ένα άλλο και με μία ή δύο πόρτες, ώστε να απελευθερώνεται το φορτίο. Όμως, οι ανελκυστήρες, έχουν και κάποια παραπάνω μέρη, που επιτρέπουν και διασφαλίζουν αυτή τη λειτουργία. Τα επιμέρους σημεία είναι τα εξής.

- Ένας ή περισσότεροι θάλαμοι στους οποίους οι επιβαίνοντες ή τα φορτία τοποθετούνται.
- Αντίβαρα για να ισορροπούν οι θάλαμοι.
- Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ο οποίος μετακινεί τους θαλάμους είτε πάνω, είτε κάτω, περιλαμβανομένου και ενός συστήματος πέδησης.
- Ένα σύστημα από δυνατά μεταλλικά σχοινιά και τροχαλίες, τα οποία βρίσκονται ανάμεσα στους θαλάμους και στους κινητήρες.
- Διάφορους μηχανισμούς άμυνας σε περίπτωση που κάποιο από τα σχοινιά σπάσει.
- Σε μεγάλα κτίρια, ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου που προσδιορίζει την



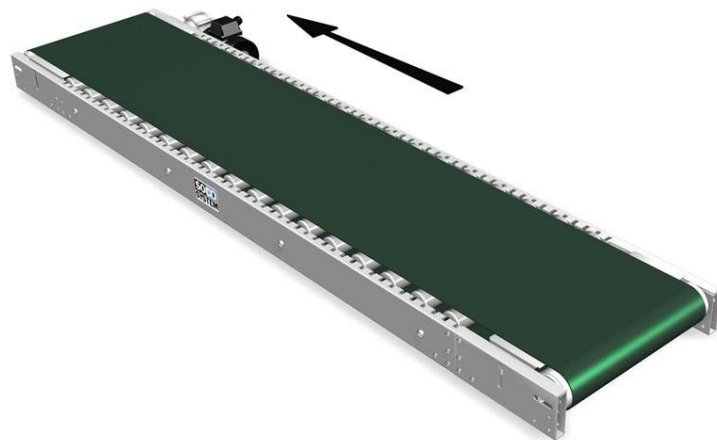
Εικόνα 15. Τα επιμέρους στοιχεία ενός ανελκυστήρα. (Πηγή: madehow.com)

κατεύθυνση των θαλάμων στους σωστούς ορόφους, χρησιμοποιώντας κατάλληλο αλγόριθμο ώστε να διασφαλιστεί η ταχύτερη και αποδοτικότερη μεταφορά των ανθρώπων (ή των φορτίων). Σε μερικά τέτοια συστήματα, κάποιες φορές στην αρχή τη μέρας, έχει γίνει κατάλληλος

προγραμματισμός, ώστε να μεταφέρονται, περισσότεροι άνθρωποι προς τα πάνω, ενώ προς το τέλος της ημέρας, το αντίστροφο.

Εναλλακτικά, αν ο χώρος μας δεν είναι ψηλός, αλλά έχει μεγαλύτερη έκταση όπως για παράδειγμα σε κάποιο εμπορικό κέντρο, τότε ο ανελκυστήρας θα υπάρχει στην άκρη του ενός ορόφου και το αμάξι θα κινείται πάνω σε ειδικούς μεταφορικούς ιμάντες, όπως υπάρχουν σε διάφορες βιομηχανίες ή όπως χρησιμοποιούνται σε αεροδρόμια για την μεταφορά ανθρώπων. Οι μεταφορικοί αυτοί ιμάντες, αποτελούνται από παραπάνω από 1 επίπεδα υλικών. Συνήθως

έχουν τρία στρώματα, ένα επάνω κάλυμμα, ένα ενδιάμεσο και ένα κατώτατο κάλυμμα. Ο σκοπός του ενδιάμεσου είναι να παρέχει μία γραμμική δύναμη και



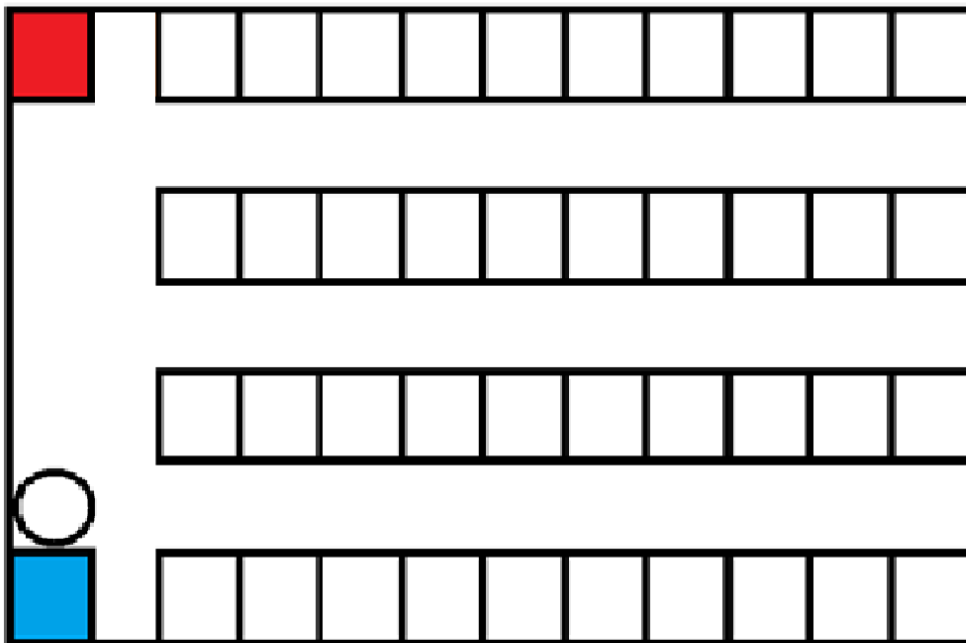
σχήμα. Το ενδιάμεσό,

Εικόνα 16. Ένας μεταφορικός Ιμάντας. (Πηγή: technolinks.gr)

είναι συνήθως υφαντό ή μεταλλικό ύφασμα που έχει ένα στημόνι και ένα υφάδι. Το στημόνι αναφέρεται σε διαμήκη κορδόνια, των οποίων τα χαρακτηριστικά αντοχής και ελαστικότητας, καθορίζουν τις ιδιότητες λειτουργίας του ιμάντα. Το υφάδι, αντιπροσωπεύει το σύνολο των εγκάρσιων καλωδίων, επιτρέποντας στην ειδική αντίσταση έναντι των κοπών, των σχισμάτων και κραδασμών, αλλά την ίδια στιγμή, παρέχοντας μεγάλη ευλυγισία. Τα συνηθέστερα υλικά για τα σφαγεία (τις ενδιάμεσες λωρίδες) είναι ο χάλυβας, ο πολυεστέρας, το νάιλον, το βαμβάκι και το αραμίδιο (ανήκει στην κατηγορία ανθεκτικών στη θερμότητα και ισχυρών συνθετικών ινών με το όνομα Twaron ή Kevlar). Τα καλύμματα, είναι συνήθως

διάφορε ελαστικές ή πλαστικές ενώσεις που προσδιορίζονται με τη χρήση του ιμάντα.

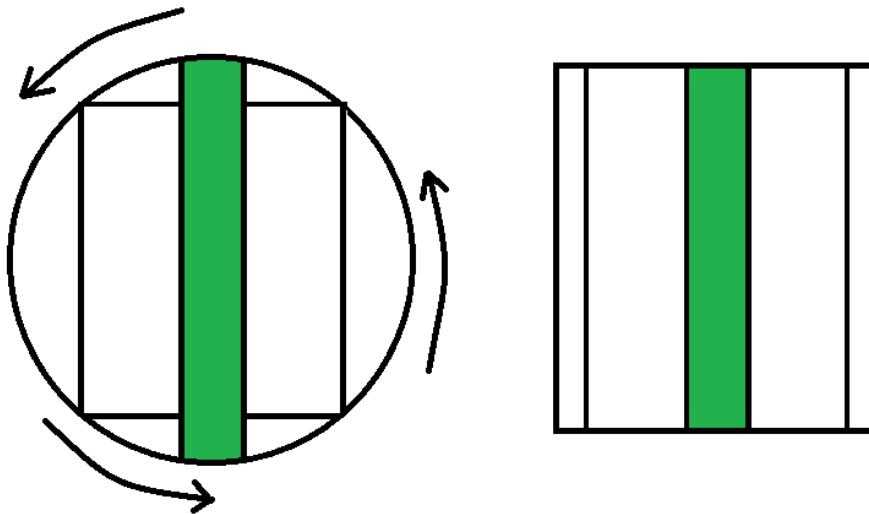
Ο υποθετικός μας χώρος στάθμευσης, παριστάνεται παρακάτω στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17. Ο υποτιθέμενος χώρος στάθμευσης.

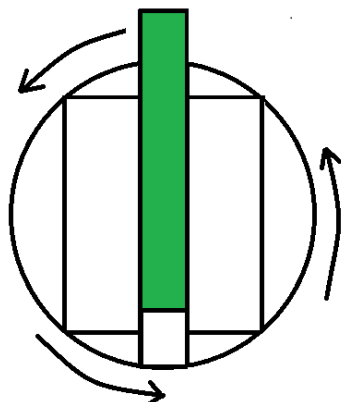
Με μπλε χρώμα είναι η είσοδος του χώρου και με κόκκινο η έξοδος. Τα τετράγωνα αποτελούν τις θέσεις στάθμευσης και ο κύκλος συμβολίζει τον μηχανισμό με τον οποίο τα αμάξια μεταφέρονται και τοποθετούνται στη θέση στάθμευσης. Ο μηχανισμός μας, θα λειτουργεί όπως ένας σερβιτόρος σε ένα εστιατόριο, όπου σερβίρει το φαΐ στον πελάτη. Στην προκειμένη περίπτωση, ο πελάτης είναι η θέση στάθμευσης και το φαΐ το όχημα. Ο κυκλικός μηχανισμός, θα μπορεί να κινείται ελεύθερα ανάμεσα στους διαδρόμους των θέσεων και θα μπορεί να εκτελέσει και

ανοδική, αλλά και καθοδική πορεία, οπότε λειτουργεί ταυτόχρονα και σαν ανελκυστήρας για τα υπόλοιπα επίπεδα. Ο τρόπος με τον οποίο θα αφήνει το όχημα στη θέση και θα το συλλέγει μετά, αποτυπώνεται καλύτερα με την επεξήγηση της επόμενης εικόνας, της Εικόνας 18, όπου φαίνεται η διαρρύθμιση της θέσης στάθμευσης και του «σερβιτόρου».



Εικόνα 18. Τα μέρη του πελάτη και του σερβιτόρου.

Συνεχίζοντας με την παιχνιδιάρικη αυτή ορολογία, ο σερβιτόρος, πέρα από τις κινήσεις που μπορεί να κάνει γύρω από τον εαυτό του και να κινηθεί δεξιά, αριστερά, μπροστά και πίσω, διαθέτει έναν μηχανισμό για να αφήσει το αμάξι στη θέση στάθμευσης. Με πράσινο χρώμα, συμβολίζεται ο μηχανισμός μας, ο οποίος δεν είναι κάτι άλλο, παρά μόνο μία κινούμενη πλάκα η οποία σηκώνει το αμάξι ανάμεσα από τις ρόδες και το τοποθετεί πάνω στις λευκές περιοχές που



Εικόνα 19. Ο μηχανισμός που θα τοποθετεί και θα μαζεύει τα αμάξια από τις θέσεις στάθμευσης.

καθορίζουν οι γραμμές στην εικόνα 18 για την θέση στάθμευσης. Το κομμάτι αυτό, ανυψώνεται και εισέρχεται στο αντίστοιχα ελλiptές κομμάτι από την θέση στάθμευσης, εξασφαλίζοντας έτσι την πλήρη ασφάλιση και τοποθέτηση του οχήματος στην θέση στάθμευσης. Έτσι ολοκληρώνεται η διαδικασία τοποθέτησης του αμαξιού εντός του χώρου στάθμευσης. Στην επόμενη εικόνα, την Εικόνα 19, παρατηρούμε την κίνηση του μηχανισμού που τοποθετεί το

αμάξι στη θέση, ή το λαμβάνει από αυτήν. Η ίδια διαδικασία, θα εκτελείται και κατά την έξοδο του αμαξιού από τον χώρο στάθμευσης. Ο κάτοχος του αμαξιού, θα εισέρχεται στην εφαρμογή μέσα από το κινητό του ή θα τοποθετεί το εισιτήριό του μέσα στο αντίστοιχο μηχάνημα και θα περιμένει, το αμάξι του, να βγει από την έξοδο του χώρου στάθμευσης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, θα επαναλαμβάνεται μηχανικά, η αντίστροφη πορεία διαδικασιών προσέλευσης του οχήματος.

3.2 Συλλογή και Αποστολή Δεδομένων

Στην κάθε θέση στάθμευσης, θα είναι τοποθετημένοι αισθητήρες οι οποίοι θα αναγνωρίζουν αν η θέση είναι κατειλημμένη, ώστε να αποστέλλεται η πληροφορία στον εισερχόμενο στον χώρο στάθμευσης πελάτη. Το συγκεκριμένο, είναι πολύ σημαντικό, ιδιαίτερα σε εφαρμογές όπου ένα ήδη υπάρχον πάρκινγκ, υιοθετώντας έναν τέτοιο μηχανισμό, αναβαθμίζουν αυτόματα την παροχή υπηρεσιών όπως:

- ❖ Την ευκολία εύρεσης θέσης στάθμευσης.
- ❖ Τον χρόνο αναμονής των πελατών στον χώρο.
- ❖ Τυχόν ατυχήματα
- ❖ Την κατανάλωση καυσίμων και εκπομπές ρύπων των αυτοκινήτων.

Για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκε, ένα απλό σχετικά κύκλωμα με βάση το Arduino, το οποίο αποτελείται από τον μικροελεγκτή, έναν αισθητήρα απόστασης και ένα module το οποίο επιτρέπει την αποστολή των δεδομένων μέσω του πρωτοκόλλου Wi-Fi στον server του parking.

3.3 Επιλογή και Αιτιολόγηση Εξαρτημάτων

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗΣ

Για επεξεργαστή – μικροελεγκτή, επιλέχθηκε ο Arduino. Όπως το περιγράφει ο δημιουργός του, ο Arduino είναι μια «ανοικτού κώδικα» πλατφόρμα «πρωτοτυποποίησης» ηλεκτρονικών, βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση hardware και software που προορίζεται για οποιονδήποτε έχει λίγη προγραμματιστική εμπειρία, στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών και ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα. Στην ουσία, πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή Atmega της Atmel του οποίου όλα τα σχέδια, καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του, διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα (απ' όπου και ο περίεργος -για hardware- χαρακτηρισμός «ανοικτού κώδικα»). Αφού κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, καθώς ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου. Ο Arduino βέβαια, δεν είναι ούτε ο μοναδικός, ούτε και ο καλύτερος δυνατός τρόπος για την δημιουργία μιας οποιασδήποτε διαδραστικής ηλεκτρονικής συσκευής. Όμως το κύριο πλεονέκτημά του είναι η τεράστια κοινότητα που το υποστηρίζει και η οποία έχει δημιουργήσει, συντηρήσει και επεκτείνει μια ανάλογοι μεγέθους online γνωσιακή βάση. Έτσι, παρότι ένας έμπειρος ηλεκτρονικός μπορεί να προτιμήσει διαφορετική πλατφόρμα ή εξαρτήματα

ανάλογα με την εφαρμογή που έχει στον νου του, το Arduino, με την εκτενή πηγή του σε ιδέες και project, καταφέρνει να κερδίσει όλους αυτούς των οποίων οι γνώσεις στα ηλεκτρονικά περιορίζονται σε αυτές τις λίγες που απέκτησαν στο σχολείο.

Χάρη στην απλή και προσβάσιμη εμπειρία του χρήστη, ο Arduino έχει χρησιμοποιηθεί σε χιλιάδες διαφορετικά έργα και εφαρμογές. Το λογισμικό Arduino είναι εύκολο στη χρήση για αρχάριους, αλλά αρκετά ευέλικτο για τους προχωρημένους χρήστες. Εκτελείται σε Mac, Windows και Linux. Οι εκπαιδευτικοί και οι φοιτητές το χρησιμοποιούν για να κατασκευάσουν επιστημονικά όργανα χαμηλού κόστους, να αποδείξουν τις αρχές της χημείας και της φυσικής ή να ξεκινήσουν τον προγραμματισμό και τη ρομποτική. Οι σχεδιαστές και οι αρχιτέκτονες κατασκευάζουν διαδραστικά πρωτότυπα, ενώ μουσικοί και καλλιτέχνες το χρησιμοποιούν για εγκαταστάσεις και πειραματισμό με νέα μουσικά όργανα. Ο Arduino είναι ένα βασικό εργαλείο για να μάθει κάποιος νέα πράγματα. Οποιοσδήποτε μπορεί να ξεκινήσει να ασχολείται ακολουθώντας βήμα προς βήμα τις οδηγίες από ένα kit ή να μοιράζεται ιδέες online με άλλα μέλη της κοινότητας Arduino.

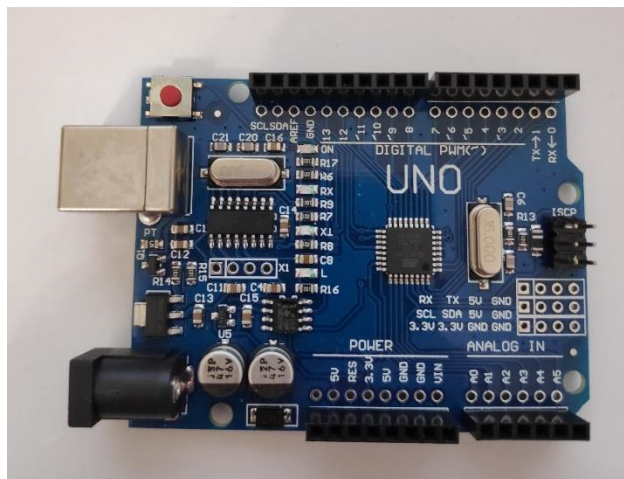
Η πλατφόρμα αυτή έχει πολλά βασικά πλεονεκτήματα τα οποία αναγράφονται παρακάτω:

- ❖ **Οικονομικό:** Οι πλακέτες Arduino είναι σχετικά φθηνές σε σύγκριση με τις πλατφόρμες μικροελεγκτών. Η λιγότερο δαπανηρή έκδοση του module Arduino μπορεί να συναρμολογηθεί με το χέρι και ακόμη και οι προ-συναρμολογημένες μονάδες Arduino έχουν αρκετά χαμηλό κόστος.

- ❖ **Μεταφερισιμότητα:** Το λογισμικό Arduino (IDE) λειτουργεί σε λειτουργικά συστήματα Windows, Macintosh OSX και Linux. Τα περισσότερα συστήματα μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.
- ❖ **Απλό και σαφές περιβάλλον προγραμματισμού:** Το λογισμικό Arduino (IDE) είναι εύκολο στη χρήση για αρχάριους, αλλά αρκετά ευέλικτο για να επωφεληθούν και οι προηγμένοι χρήστες. Για τους εκπαιδευτικούς είναι βολικά βασισμένο στο περιβάλλον προγραμματισμού επεξεργασίας, έτσι ώστε οι μαθητές που μαθαίνουν να προγραμματίζουν σε αυτό το περιβάλλον να είναι εξοικειωμένοι με τον τρόπο λειτουργίας του IDE του Arduino.
- ❖ **Ανοιχτού κώδικα και επεκτάσιμο λογισμικό:** Το λογισμικό Arduino είναι φημισμένο ως ανοικτού κώδικα, διαθέσιμο για επέκταση από έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα μπορεί να επεκταθεί μέσω των βιβλιοθηκών C ++ και οι άνθρωποι που θέλουν να κατανοήσουν τις τεχνικές λεπτομέρειες μπορούν να κάνουν το άλμα από το Arduino στη γλώσσα προγραμματισμού AVR-C στην οποία βασίζεται. Ομοίως κάποιος μπορεί να προσθέσει τον κώδικα AVR-C απευθείας στα προγράμματα Arduino, αν το επιθυμεί.
- ❖ **Ανοιχτού κώδικα και επεκτάσιμο υλικό:** Τα σχέδια για τις πλακέτες του Arduino δημοσιεύονται με άδεια Creative Commons, έτσι οι έμπειροι σχεδιαστές κυκλωμάτων μπορούν να δημιουργήσουν τη δική τους έκδοση μιας ενότητας, να την επεκτείνουν και να τη βελτιώσουν.

Στην συγκεκριμένη εργασία θα χρησιμοποιηθεί ένας Arduino UNO επεξεργαστής.

- ❖ Διαθέτει μικροελεγκτή Atmel ATmega328 που λειτουργεί στα 5V, με 2Kb μνήμης RAM, 32 KB μνήμης flash για αποθήκευση προγραμμάτων και 1 KB EEPROM για αποθήκευση παραμέτρων.



Εικόνα 20. Ο Arduino Uno που θα χρησιμοποιηθεί. (Πηγή: Δημήτριος Κριτσόβας)

- ❖ Η ταχύτητα χρονισμού είναι 16MHz όπου αντιστοιχεί σε ταχύτητα εκτέλεσης 300.000 γραμμών κώδικα ανά δευτερόλεπτο του πηγαίου κώδικα C.
- ❖ Διαθέτει 14 ψηφιακές ακίδες εισόδου και εξόδου, από τις οποίες οι 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM.
- ❖ Υπάρχουν 6 αναλογικοί είσοδοι κρυστάλλων Quartz στα 16MHz, σύνδεση με διάφορα περιφερειακά (συνήθως USB).
- ❖ Υποδοχή τροφοδοσίας για σύνδεση με εξωτερική πηγή ώστε να εκτελείται το πρόγραμμα χωρίς να είναι συνδεδεμένο στον κεντρικό υπολογιστή.
- ❖ Μία κεφαλή ICSP.

- ❖ Κουμπί Επαναφοράς (reset), το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να τρέξει το τελευταίο φορτωμένο πρόγραμμα στην μνήμη του επεξεργαστή από την αρχή, κάθε φορά που πατιέται.

Ο χρήστης, μπορεί να συνδέσει την πλακέτα στον υπολογιστή προκειμένου να αναπτύξει και να διορθώσει το πρόγραμμά του και ύστερα αποσυνδέοντάς το, να αφήσει τον μικροελεγκτή να εκτελέσει το πρόγραμμα.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ

Ξεκινώντας με το πρώτο περιφερειακό, τον αισθητήρα απόστασης, η επιλογή για το συγκεκριμένο περιφερειακό ήταν σχετικά απλή. Χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας απόστασης HC-SR04 ο οποίος φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 22).



Εικόνα 21. Ο αισθητήρας απόστασης HC-SR04.

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας λειτουργεί με υπέρηχους προσφέροντας μετρήσεις απόστασης από 2 εκατοστά έως 4 μέτρα με ακρίβεια απόστασης που μπορεί να φτάσει τα 3 χιλιοστά. Στο datasheet του κατασκευαστή, παίρνουμε τις

παρακάτω πληροφορίες οι οποίες παρατίθενται αόφεις.

Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

Πίνακας 1. Παράμετροι του HC-SR04 από τον κατασκευαστή.

Ύστερα για την αποστολή των δεδομένων από τον αισθητήρα στον server που υπάρχει στο Parking, θα χρησιμοποιηθεί το module με ονομασία ESP8266. Στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος έχει παρθεί από το datasheet του εξαρτήματος, αναγράφονται όλα τα χαρακτηριστικά του εξαρτήματος.

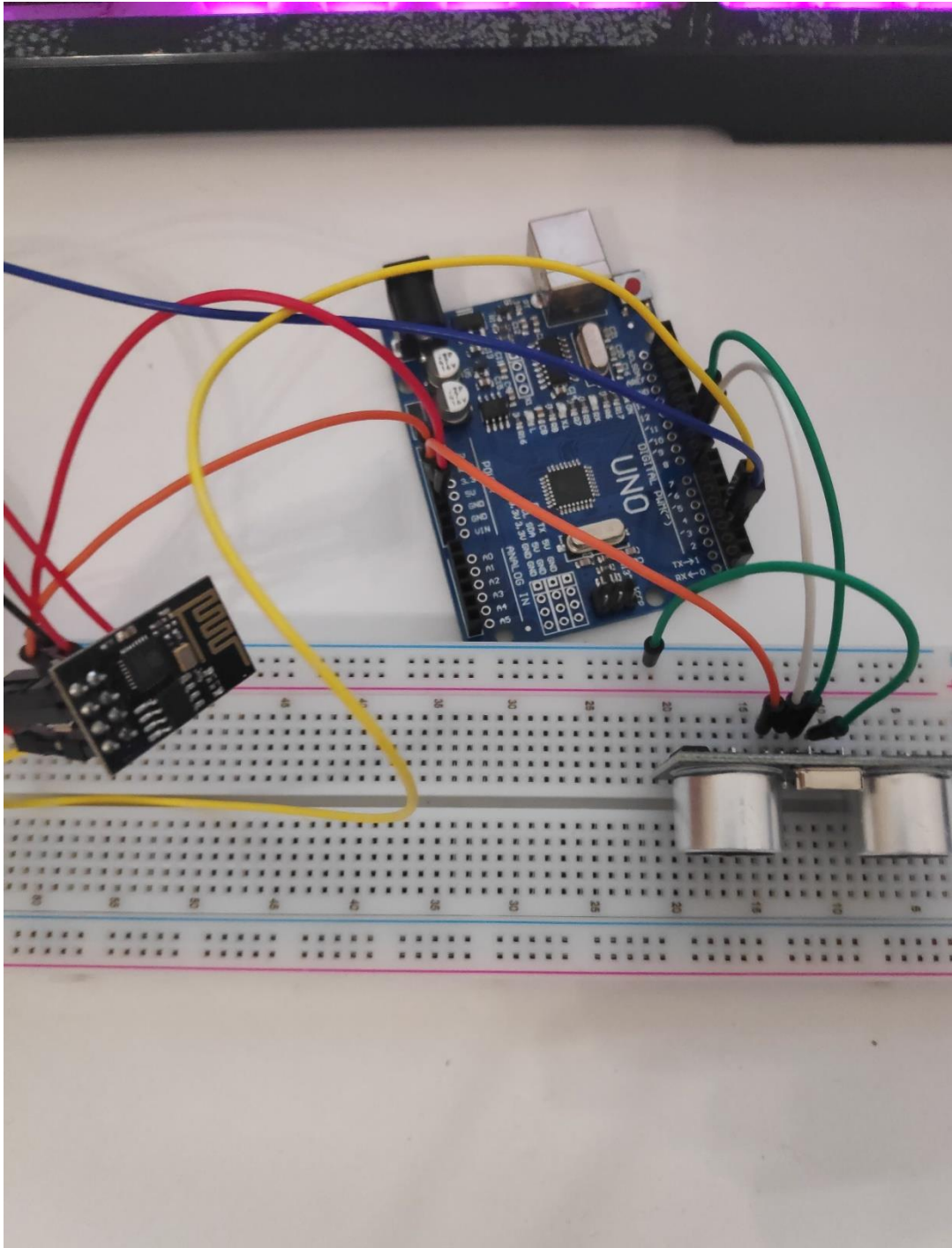
Table 1-1. Specifications

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4 GHz – 2.5 GHz (2400 MHz – 2483.5 MHz)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: –91 dbm (11 Mbps)
802.11 g: –75 dbm (54 Mbps)		
802.11 n: –72 dbm (MCS7)		
Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip	
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5 V – 3.6 V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	–40 °C – 125 °C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
External Interface	-	
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP

Πίνακας 2. Προδιαγραφές ESP8266.

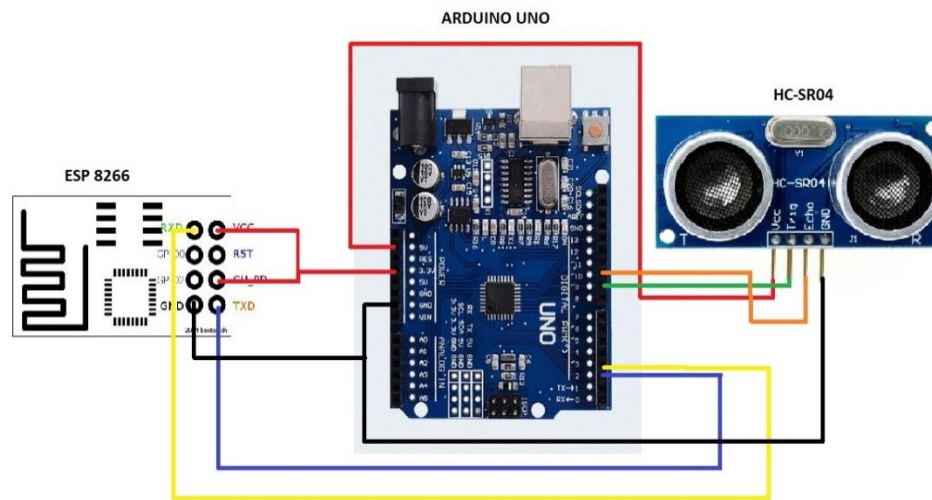
3.4 Συνδεσμολογία και Προγραμματισμός Κυκλώματος

Με βάση τις πληροφορίες που αναγράφονται στα εν λόγω datasheet των εξαρτημάτων, δημιουργήθηκε το παρακάτω κύκλωμα.



Εικόνα 22. Το κύκλωμα που αναπτύχθηκε.

Ακολουθεί και το σχηματικό παρακάτω.



Εικόνα 23. Το σχηματικό του κυκλώματος.

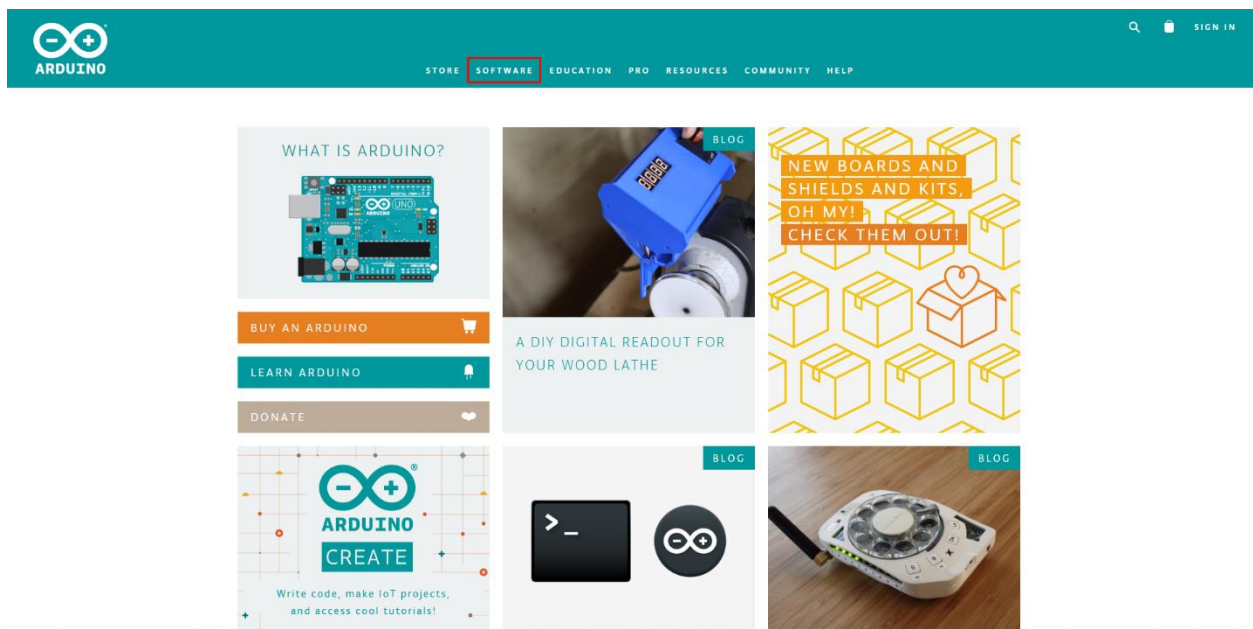
Οι συνδέσεις που γίνανε ολογράφως είναι:

- Από το VCC του ESP8266 στην 3.3V θύρα του Arduino.
- Από το CH_PD στη θύρα 3.3V του Arduino.
- Από το TXD στο Digital Pin 2 του Arduino.
- Από το GND στο GND του Arduino.
- Από το RXD στο Digital Pin 3 του Arduino.
- Από την θύρα VCC του HC-SR04 στην 5V θύρα του Arduino.
- Από το Trig του HC-SR04 στο Digital Pin 9 του Arduino.
- Από το Echo του HC-SR04 στο Digital Pin 10 του Arduino.

- Από το GND pin του HC-SR04 στο GND pin του Arduino.

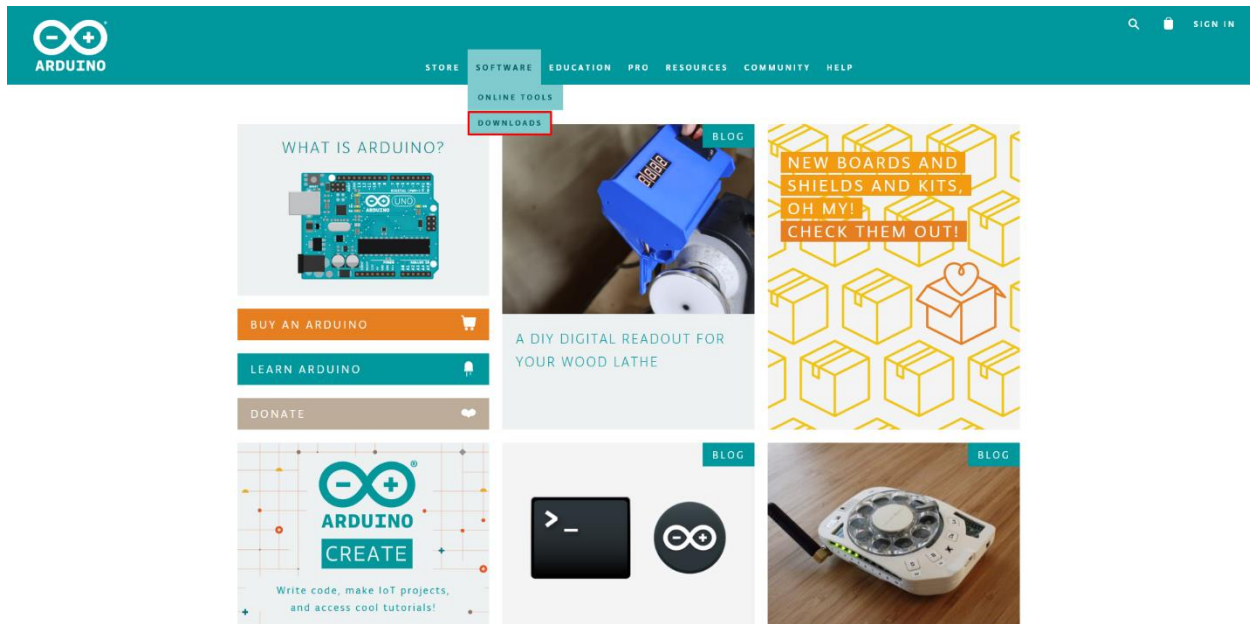
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ARDUINO

Όπως προαναφέρθηκε, το Arduino, μας δίνει την ευκαιρία να χρησιμοποιήσουμε το δικό του περιβάλλον ανάπτυξης κώδικα (IDE), το οποίο διατίθεται δωρεάν, στην επίσημη ιστοσελίδα του Arduino. Για να το εγκαταστήσουμε, πρέπει να ακολουθήσουμε την παρακάτω διαδικασία.



Εικόνα 24. Ιστοσελίδα του Arduino (www.arduino.cc)

Στην ιστοσελίδα του Arduino, σύρουμε το ποντίκι πάνω στην καρτέλα Software και εμφανίζονται δύο Drop – Down επιλογές και επιλέγουμε το Downloads.



Εικόνα 25. Η επιλογή Downloads.

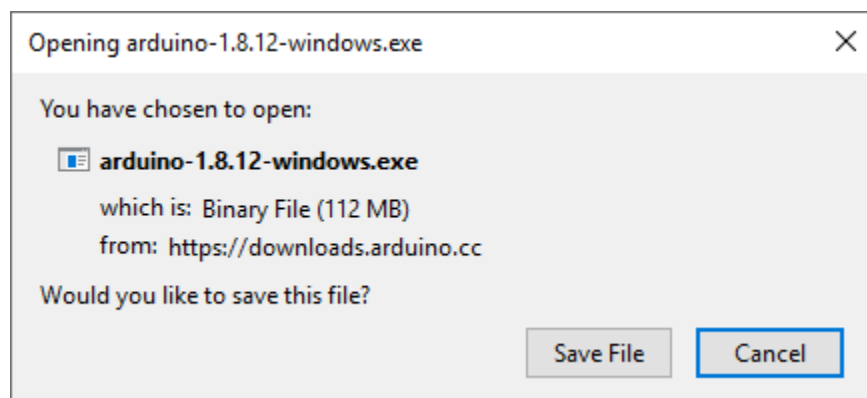
Κάνοντας κλικ πάνω στην επιλογή αυτή, μεταφερόμαστε στην σελίδα όπου επιλέγουμε την έκδοση του Arduino που θέλουμε.



Εικόνα 26. Οι επιλογές για λήψη (Πηγή: arduino.cc)

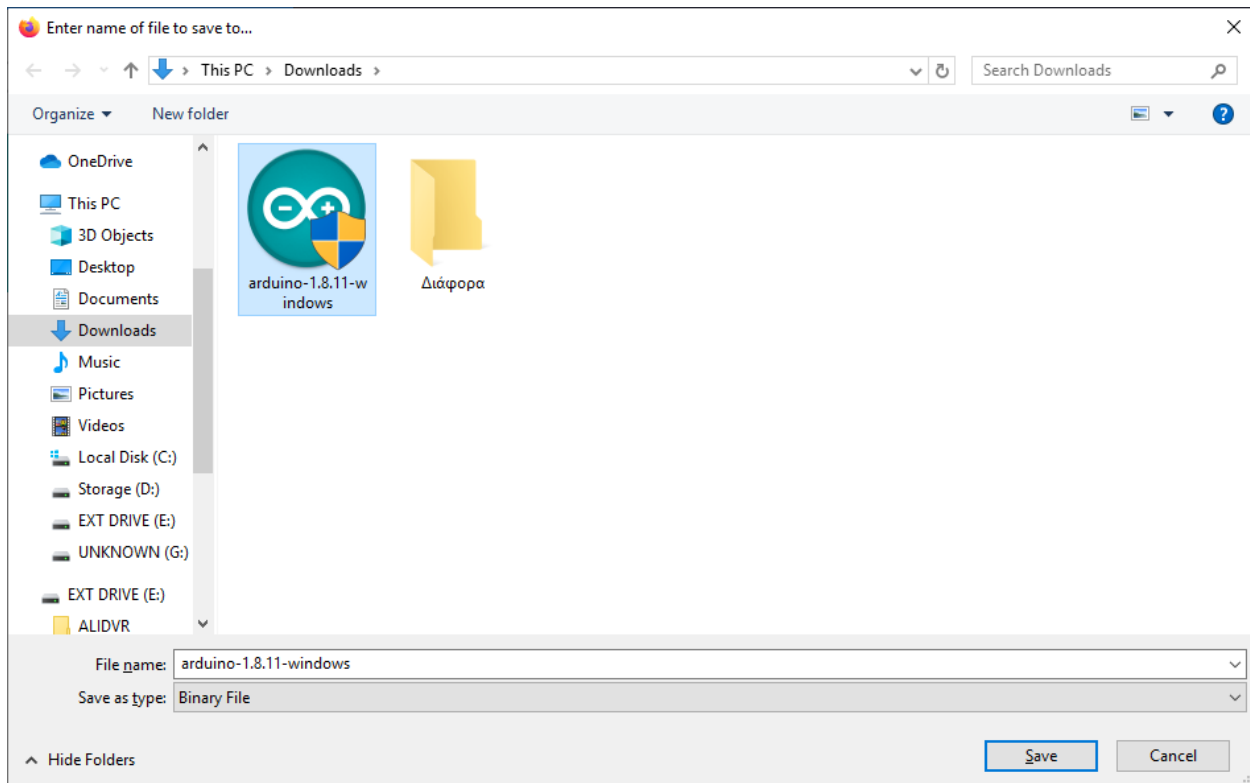
Όπως μπορεί να παρατηρηθεί, δίνεται μία πληθώρα επιλογών για εκδόσεις του λογισμικού, δείχνοντας έτσι το πόσο προσιτό είναι στον οποιονδήποτε χρήστη το λογισμικό αυτό. Εμείς, χρησιμοποιώντας Windows 10 και για ταχύτητα στην εγκατάσταση, επιλέξαμε τον Windows Installer for Windows XP and up.

Επιλέγοντας τη συγκεκριμένη έκδοση, ξεκινάει η λήψη του λογισμικού για την μετέπειτα εγκατάστασή του.



Εικόνα 27. Το παραθυρο λήψης.

Στο παραθυράκι που αναδύεται επιλέγουμε Save File και μας μεταφέρει στην επιλογή της τοποθεσίας που θα αποθηκεύσουμε το αρχείο.

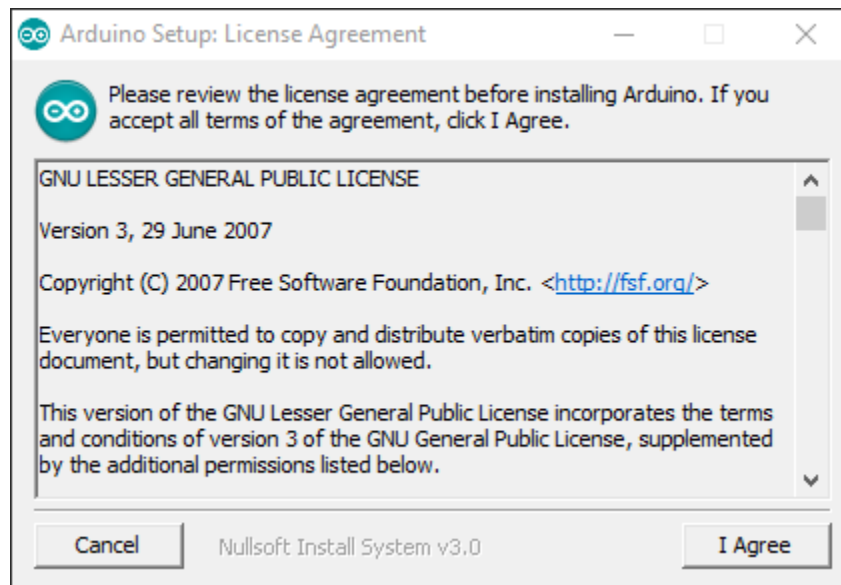


Εικόνα 28. Παράθυρο επιλογής τοποθεσίας λήψης.

Κάνοντας click στην επιλογή Save, ξεκινάει η λήψη και αποθήκευση του αρχείου στον επιλεγμένο φάκελο. Ύστερα, εφόσον ολοκληρωθεί η λήψη του αρχείου, ξεκινάει η εγκατάστασή του.

Κάνοντας διπλό κλικ στο αρχείο που κατέβηκε, ανοίγει παραθυράκι της εγκατάστασης, με πρώτο την συμφωνία στους όρους χρήσης της εφαρμογής

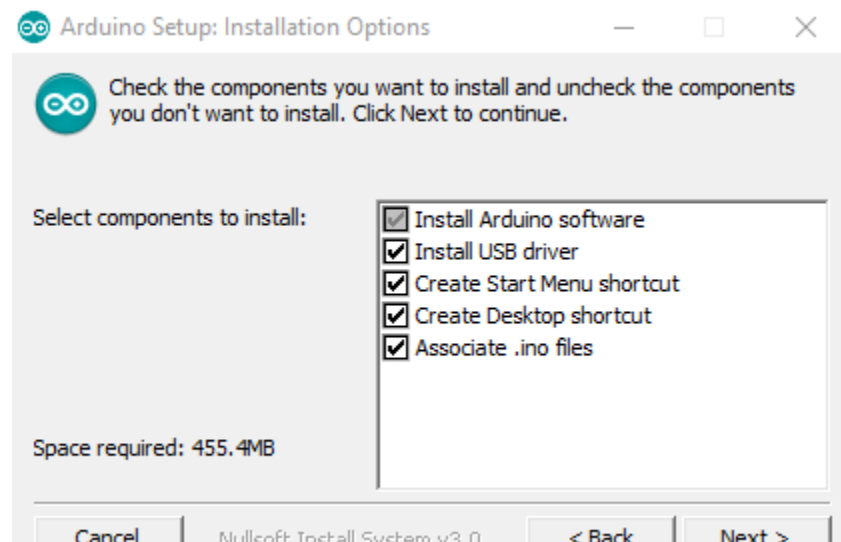
(Εικόνα



29).

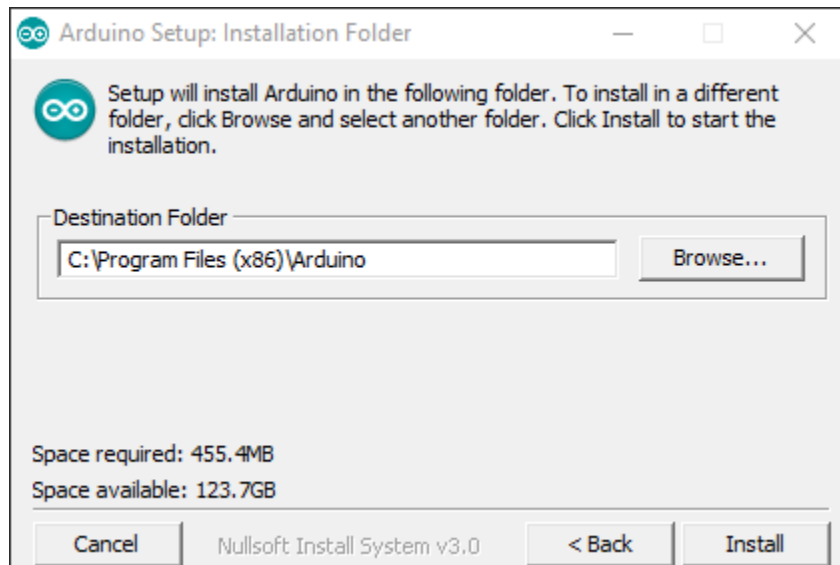
Εικόνα 29. Εγκατάσταση Arduino (1).

Πατάμε **I Agree** και συνεχίζουμε, στις επιλογές εγκατάστασης.



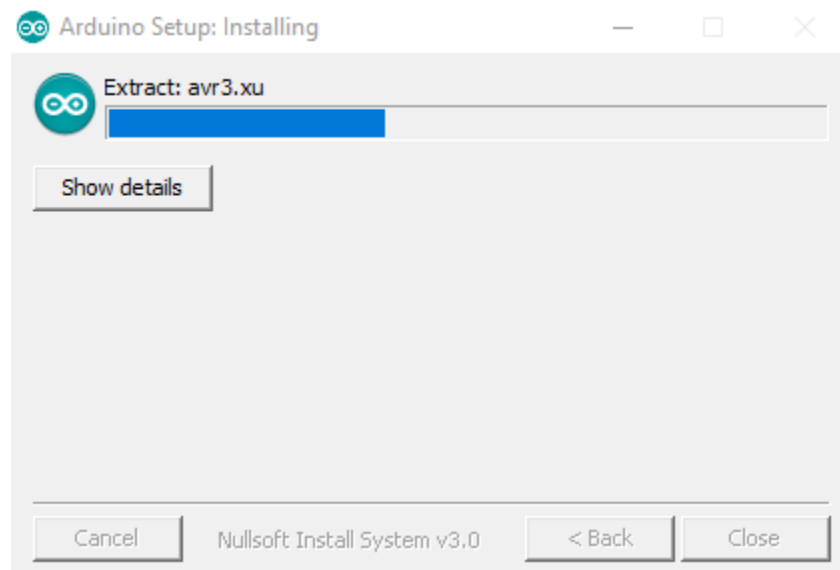
Εικόνα 30. Εγκατάσταση Arduino (2).

Ύστερα πατάμε “**Next >**”, όπου μας δίνεται η επιλογή για το που θα εγκαταστήσουμε το πρόγραμμα.



Εικόνα 31. Εγκατάσταση Arduino (3).

Εφόσον επιλέξουμε τον φάκελο που θέλουμε, πατάμε στο κουμπί **“Install”** όπου και ξεκινάει η διαδικασία εγκατάστασης του προγράμματος.



Εικόνα 32. Εγκατάσταση Arduino (4).

Περιμένουμε λίγο και η εγκατάσταση ολοκληρώθηκε με επιτυχία! Πλέον είμαστε ένα βήμα μακριά να γράψουμε τον κώδικά μας και να αναπτύξουμε το κύκλωμα που παρουσιάστηκε.

Το μόνο πράγμα που απομένει, είναι να φορτώσουμε τις βιβλιοθήκες των εξαρτημάτων στο περιβάλλον του Arduino. Οι βιβλιοθήκες είναι πολύ σημαντικές, αφού χωρίς αυτές, εντολές τις οποίες θα δούμε παρακάτω, δεν μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε, καθώς δεν θα έχουν κάποιο νόημα προγραμματιστικά. Όμως δεν είναι απαραίτητο να έχουμε μία και μόνο βιβλιοθήκη για το κάθε εξάρτημα. Το πόσες και ποιες βιβλιοθήκες εξαρτώνται αποκλειστικά και μόνο από την άνεση που έχει ο εκάστοτε προγραμματιστής, από το project που έχει αναλάβει και από τις απαιτήσεις σε μέγεθος κώδικα που μπορεί να έχει. Για το HC-SR04 εξάρτημα, δεν χρειάζεται να κάνουμε καμία απολύτως αλλαγή. Ο κώδικας που θα χρειαστούμε βρίσκεται στην επόμενη σελίδα, όπου υπάρχουν και οι επεξηγήσεις για τις γραμμές κώδικα που αντιστοιχούν σε αυτές.

Η δομή του κώδικα είναι η εξής: σαν κύριες ρουτίνες έχουμε την «void setup» και την «void loop». Η setup είναι για τη δήλωση εισόδων και εξόδων του επεξεργαστή, ενώ η loop είναι το κύριο πρόγραμμα όπου θα τρέχει διαρκώς ο επεξεργαστής. Πριν από την setup είναι ο χώρος στον οποίο εισάγονται τυχόν βιβλιοθήκες (libraries) που ίσως χρειάζονται για την υλοποίηση κάποιου κώδικα. Επίσης, δηλώνονται οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται και ποιες θήρες είναι δεσμευμένες ώστε να μπορεί ο επεξεργαστής να τις αναγνωρίσει και να συμπεριληφθούν στον κεντρικό κώδικα. Παράλληλα μπορούν να οριστούν και κάποιες διαδικασίες οι οποίες διευκολύνουν την υλοποίηση του κύριου κώδικα.

Πρώτα πρέπει να οριστούν οι ακροδέκτες Trig και Echo. Σε αυτή την περίπτωση είναι οι αριθμοί 9 και 10 στην πλακέτα του Arduino και ονομάζονται trigPin και echoPin. Στη συνέχεια, χρειάζεται μια μεταβλητή Long, που θα ονομαστεί "duration", η διάρκεια δηλαδή του χρόνου ταξιδιού που θα ληφθεί από τον αισθητήρα και μια μεταβλητή int για την απόσταση "distance". Στην "setup" πρέπει να οριστεί το trigPin ως έξοδος και το echoPin ως είσοδος και επίσης να ξεκινήσει η σειριακή επικοινωνία για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων στη σειριακή οθόνη. Στην "Loop" πρέπει πρώτα να μηδενίσει το trigPin, οπότε χρειάζεται η ρύθμιση του ακροδέκτη σε κατάσταση LOW για μόλις 2μs. Τώρα για τη δημιουργία του ηχητικού κύματος πρέπει να ρυθμιστεί το trigPin σε κατάσταση HIGH για 10μs. Χρησιμοποιώντας τη λειτουργία pulseIn() διαβάζεται ο χρόνος ταξιδιού και η τιμή του μπαίνει στη μεταβλητή "duration". Αυτή η λειτουργία έχει 2 παραμέτρους, η πρώτη είναι το όνομα echoPin και η δεύτερη είναι η τιμή που ορίζεται (HIGH ή LOW). Στην περίπτωση αυτή, η τιμή HIGH σημαίνει ότι η συνάρτηση pulseIn() θα περιμένει να πάρει ο ακροδέκτης την τιμή HIGH που προκαλείται από το ηχητικό κύμα και θα ξεκινήσει τη χρονομέτρηση. Έπειτα, θα περιμένει τον ακροδέκτη να πάρει την τιμή LOW. Όταν το ηχητικό κύμα τελειώσει, τότε θα σταματήσει τη χρονομέτρηση και τέλος θα επαναφέρει το μήκος του παλμού σε microseconds. Για τη λήψη της απόστασης θα χρειαστεί να πολλαπλασιαστεί η διάρκεια κατά 0.034 και να διαιρεθεί κατά 2. Στο τέλος θα εκτυπωθεί η τιμή της απόστασης στην σειριακή οθόνη.



sketch_feb24a

```
#include "SoftwareSerial.h"
String ssid ="yourSSID";
String password="yourPassword";
SoftwareSerial esp(3, 2);// RX, TX
String data;
String server = "yourServer"; //
String uri = "yourURI";//
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;

byte dat [5];
long duration;
int distance;

void setup()
{
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
  esp.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  reset();
  connectWifi();
}

//reset the esp8266 module
void reset() {
  esp.println("AT+RST");
  delay(1000);
  if(esp.find("OK") )
    Serial.println("Module Reset");
}

//connect to your wifi network
void connectWifi()
{
  String cmd = "AT+CWJAP=\"\" +ssid+\"\", \"\" + password + \"\"";
  esp.println(cmd);
  delay(4000);
  if(esp.find("OK"))
  {
    Serial.println("Connected!");
  }
  else
  {
    connectWifi();
    Serial.println("Cannot connect to wifi"); }
}
```

Done Saving.

```
sketch_feb24a | Arduino 1.8.11
File Edit Sketch Tools Help
sketch_feb24a
}

byte read_data ()
{
byte data;
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  data |= duration*0.034/2; //calculates the distance
  return data; }

void start_test () {
digitalWrite (trigPin, LOW); // bus down, send start signal
delay (30); // delay greater than 18ms, so trigPin start signal can be detected
digitalWrite (trigPin, HIGH);
delayMicroseconds (40); // Wait for trigPin response
pinMode (trigPin, INPUT);
while (digitalRead (trigPin) == HIGH);
  delayMicroseconds (80);
  // trigPin response, pulled the bus 80us
  if (digitalRead (trigPin) == LOW);
  delayMicroseconds (80);
  // trigPin 80us after the bus pulled to start sending data

for (int i = 0; i < 4; i ++) // receive distance data, the parity bit is not considered
  dat[i] = read_data ();
  pinMode (trigPin, OUTPUT);
  digitalWrite (trigPin, HIGH);
  // send data once after releasing the bus, wait for the host to open the next Start signal
}

void loop () {

start_test (); // convert the bit data to string form
dist = String(dat[0]);
occup = String(dat[2]);
data = "distance=" + dist + "%occupied=" + occup; // data sent must be under this form //name1=value1&name2=value2.
httppost();
delay(1000);

}

void httppost () {
esp.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"\" + server + "\",80");//start a TCP connection.
if( esp.find("OK")) {
Serial.println("TCP connection ready");
}
}

Done Saving.

84 Arduino Uno
```

Εικόνα 34. Κώδικας Arduino (2/3)


```
sketch_feb24a
delay(1000);

}

void httpPost () {
  esp.println("AT+CIPSTART=\\"TCP\\","\\" + server + "\",80");//start a TCP connection.
  if( esp.find("OK")) {
    Serial.println("TCP connection ready");
  } delay(1000);
  String postRequest =
  "POST " + uri + " HTTP/1.0\r\n" +
  "Host: " + server + "\r\n" +
  "Accept: */*\r\n" +
  "Content-Length: " + data.length() + "\r\n" +
  "Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\r\n" +
  "\r\n" + data;
  String sendCmd = "AT+CIPSEND=";//determine the number of characters to be sent.
  esp.print(sendCmd);
  esp.println(postRequest.length() );
  delay(500);

  if(esp.find(">"))
  {
    Serial.println("Sending..");
    esp.print(postRequest);

    if( esp.find("SEND OK"))
    {
      Serial.println("Packet sent");

      while (esp.available())
      {
        String tmpResp = esp.readString();

        Serial.println(tmpResp);

      }

      // close the connection
      esp.println("AT+CIPCLOSE");

    }

  }
}

Done Saving.

84 Arduino Uno
```

Εικόνα 35. Κώδικας Arduino (3/3)

Πέρα από την Void loop και την Void setup, αναγκαίες είναι και κάποιες άλλες συναρτήσεις, οι οποίες χρειάζονται για να λειτουργήσουν τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Αρχικά με τη Void reset ξεκινάμε εκ νέου τη λειτουργία του ESP8266 σε περίπτωση που είχε ήδη φορτωθεί κάποιος κώδικας, ώστε να καθαρίσει η μνήμη του και να φορτωθεί εκ νέου ο κώδικας που θέλουμε εμείς.

Η void ConnectWiFi συνδέει το εξάρτημά μας με το δίκτυο του οποίου τα στοιχεία έχουμε δώσει παραπάνω στον κώδικα.

Η byte read_data ουσιαστικά επιστρέφει ως byte την τιμή της απόστασης που έχει καταμετρηθεί με σκοπό να μετατραπεί σε string με τη βοήθεια της void start_test.

Η void start_test που μόλις αναφέρθηκε, μετατρέπει τη byte πληροφορία, σε string, ώστε να είναι η δυνατή η μεταμόρφωση της πληροφορίας στον σέρβερ.

Και τέλος η void httpPost μεταμορφώνει την πληροφορία μας στον server.

Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα: Αυτοματισμός, IoT και Στάθμευση στον κόσμο

Μέχρι στιγμής, μπορεί να παρατηρηθεί το γεγονός ότι ο αυτοματισμός και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι δύο πράγματα αλληλένδετα. Ο αυτοματισμός πλέον σαν έννοια, δηλώνει ένα σύστημα το οποίο λειτουργεί αυτόνομα. Οπότε η «παντρεία» του Διαδικτύου των Πραγμάτων με τον αυτοματισμό είναι κάτι το δεδομένο. Ειδικά στο συγκεκριμένο εγχείρημα, όπου είναι πολύ σημαντικό η δουλειά να γίνεται εύκολα, γρήγορα και αποδοτικά. Γενικά με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τον διαμοιρασμό της πληροφορίας σε τόσο μεγάλο βαθμό, οι οδηγοί απαιτούν ολοένα και περισσότερο να χρησιμοποιούν εφαρμογές ή άλλες υπηρεσίες για να βρουν θέση να σταθμεύσουν. Σύμφωνα με μία μελέτη του GSMA σε συνεργασία με την Machina Research, βασισμένη πάνω στο San Francisco Park και την χρήση της smart τεχνολογίας, καλύπτοντας 19.250 θέσεις, έδειξε ότι σε όποιο μέρος έξυπνα συστήματα πάρκινγκ είχαν εγκατασταθεί, ο χρόνος εύρεσης θέσης είχε μειωθεί έως και 43%, τα μίλια που είχαν γίνει είχαν μειωθεί κατά 30% και η κυκλοφοριακή συμφόρηση είχε μειωθεί κατά 8%. Το οικονομικό κέρδος από την αυξημένη κίνηση που μπορούσε να αποδοθεί στη χρήση έξυπνων τεχνολογιών για παρκάρισμα, ανερχόταν στα 98.70\$ ανά θέση. Σύμφωνα με την World Bank, άνω του 50% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε αστικό περιβάλλον και αυτό το ποσοστό αναμένεται μέχρι το 2045 να έχει αυξηθεί κατά 15%^[13]. Αυτή η ανάπτυξη, προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία και θα πρέπει να βρεθούν λύσεις για την αυξημένη ανάγκη για εύκολο και άνετο parking. Το Internet of Things, θα παίξει καθοριστικό ρόλο στην επίλυση τέτοιων προβλημάτων. Θα προσφέρει υπηρεσίες αναγκαίες για τους οδηγούς όπως για παράδειγμα την σε πραγματικό χρόνο επίβλεψη μιας θέσης στάθμευσης, όπου ο οδηγός θα έχει τη δυνατότητα να σταθμεύσει γρηγορότερα, εφόσον θα έχει ήδη μια κατευθυντήρια οδό προς το που να κινηθεί.

Περιοχές όπου δεν επιτρέπεται η στάθμευση ή επιτρέπεται η στάθμευση μόνο με πληρωμή θα είναι πιο εύκολο να διακριθούν από τους οδηγούς, μέσω της υπηρεσίας. Συμπερασματικά λοιπόν, με τη μείωση του χρόνου αναζήτησης θέσης στάθμευσης, εξοικονομείται στον οδηγό και κατ' επέκταση στον ίδιο τον άνθρωπο, παραπάνω ελεύθερος χρόνος, κάτι πολύ σημαντικό στις ιδιαίτερα γοργές εποχές που διαβαίνουμε.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. Erik (2001). World History of the Automobile. SAE Press. p. 14. ISBN 9780768008005
- [2]. <https://www.nsc.org/road-safety/safety-topics/distracted-driving/parking-lot-safety>
- [3]. Rifkin, Jeremy (1995). The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era. Putnam Publishing Group. pp. 66, 75. ISBN 978-0-87477-779-6.
- [4]. Patrascu, Daniel (2010), "How Automated Parking Systems Work", Autoevolution, retrieved 2012-11-16
- [5]. Sanders McDonald, Shannon. "Cars, Parking and Sustainability", Archived 2013-08-10 at the Wayback Machine, The Transportation Research Forum <http://www.trforum.org/>
- [6]. <https://dokk1-parkering.dk/en/the-car-park.aspx>
- [7]. <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/largest-automated-parking-facility>
- [8]. <https://guinnessworldrecords.com/world-records/107670-fastest-automated-parking-facility>
- [9]. Dizikes, Peter (5 November 2010). "AgeLab study: Driver-assistance systems can increase wellness and safety behind the wheel". MIT News. Retrieved 10 May 2015.
- [10]. Rouse, Margaret (2019). "internet of things (IoT)". IOT Agenda. Retrieved 14 August 2019.
- [11]. Yang, Chen; Shen, Weiming; Wang, Xianbin (January 2018). "The Internet of Things in Manufacturing: Key Issues and Potential Applications". IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine. 4 (1): 6–15. doi:10.1109/MSMC.2017.2702391.

[12]. Zhang, Q. (2015). Precision Agriculture Technology for Crop Farming. CRC Press. pp. 249–58. ISBN 9781482251081.

[13]. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>

Πηγές Φωτογραφιών

Εικόνα 1. <https://circontrol.com/wp-content/uploads/2019/02/180125-Circontrol-BAIXA-80-1080x675.jpg>

Εικόνα 2.

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/Mounted.police.buckingham.palace.jpg>

Εικόνα 3. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/220px-1925 Ford Model T touring.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/220px-1925_Ford_Model_T_touring.jpg)

Εικόνα 4. <https://www.gannett-cdn.com/media/2019/05/03/USATODAY/usatsports/MotleyFool-TMOT-97cb6dc4-texting-and-driving.jpg?width=1080&quality=50>

Εικόνα 5. <https://www.maniosglass.gr/en/products/glass-doors/automatic-doors/>

Εικόνα 6. <https://thumbs.dreamstime.com/b/new-york-usa-june-automated-car-parking-system-service-city-image-153479231.jpg>

Εικόνα 7.

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b2/Paternoster.png/410px-Paternoster.png>

Εικόνα 8. <https://parkithere.files.wordpress.com/2017/09/al-jahra-rendering.png?w=768&h=513>

Εικόνα 9. <https://cdn.trendhunterstatic.com/thumbs/automatic-parking.jpeg>

Εικόνα 10.

https://miro.medium.com/max/860/1*vUFNgofROTwY_rGd4_7Qsw.jpeg

Εικόνα 11. https://2.bp.blogspot.com/-sBdsCw1OXKs/XK3GGPgC0YI/AAAAAAAAAWeY/EDyhwhfd53aYrXTVtOnTFrJBdHtEAS7B_gCLcBGAs/s1600/smart%2Bhome.png

Εικόνα 12. <https://www.e-spincorp.com/wp-content/uploads/2018/09/IoMT-Banner-e1537238076886.jpg>

Εικόνα 13. <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/spaceocanadawp/2019/11/iot-in-transportation.jpg>

Εικόνα 14. <https://www.enisa.europa.eu/topics/iot-and-smart-infrastructures/Capture.JPG/@@images/image/preview>

Εικόνα 15. http://www.madehow.com/images/hpm_0000_0002_0_img0089.jpg

Εικόνα 16. <https://www.technolinks.gr/wp-content/uploads/belt-conveyors-01.jpg>