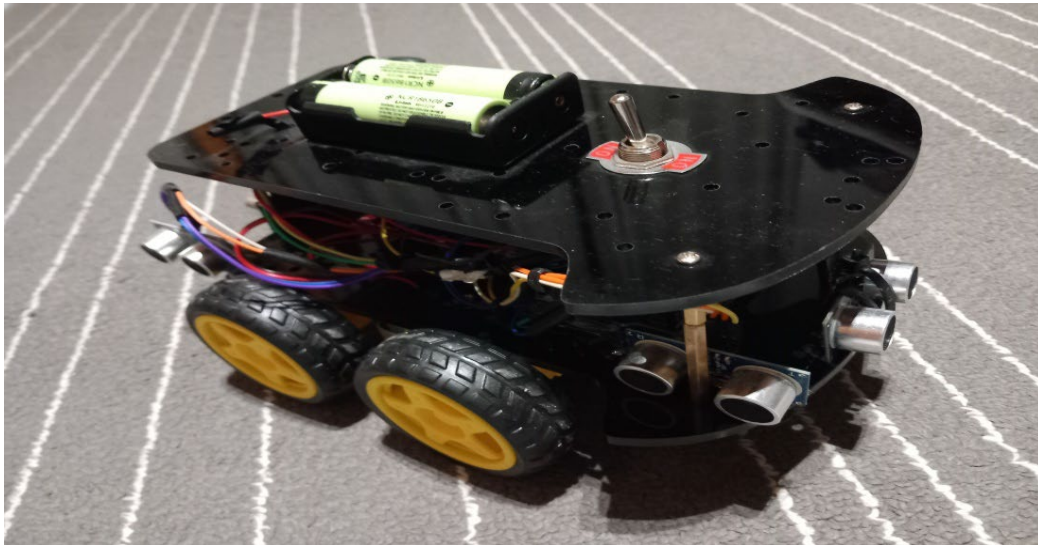


ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΛΕΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΟΥ
ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΠΑΡΚΙΝΓΚ



Των φοιτητών
Αμνατίδη Λάζαρου και Γάκη Θωμά
Αρ. Μητρώου: 515006 και 515309

Επιβλέπων
Γιακουμής Άγγελος
Βαθμίδα Επίκουρος Καθηγητής

Ημερομηνία Μάιος 2023

Τίτλος Π.Ε. Ανάπτυξη τηλεκατευθυνόμενου οχήματος με σύστημα ανίχνευσης εμποδίων και αυτόματου πάρκινγκ

Κωδικός Π.Ε. 21360

Αμανατίδης Λάζαρος & Γάκης Θωμάς

Γιακουμής Άγγελος

Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε. 15-10-2021

Ημερομηνία περάτωσης Π.Ε. 15-10-2023

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως πτυχιακή εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία των φοιτητών Αμανατίδη Λάζαρου και Γάκη Θωμά που την εκπόνησαν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Πρόλογος

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά και η διαδικασία ανάπτυξης ενός τηλεκατευθυνόμενου οχήματος ελεγχόμενου μέσω Bluetooth. Επιλέξαμε αυτό το θέμα λόγω της σημασίας και της επικαιρότητάς του στον τομέα της τεχνολογίας και της αυτοκινητοβιομηχανίας. Η ανάπτυξη τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων με σύστημα ανίχνευσης εμποδίων και αυτόματου παρκαρίσματος έχει ευρύτατες εφαρμογές και δυνητικά οφέλη. Η ανάπτυξη τέτοιων προηγμένων τεχνολογιών συνεισφέρει στην προώθηση της καινοτομίας και της τεχνολογικής εξέλιξης. Με την ανάπτυξη και την εφαρμογή αυτών των συστημάτων, δημιουργούνται νέες δυνατότητες για έξυπνη κινητικότητα και αυτοκίνηση.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τη δημιουργία, τον προγραμματισμό και την χρηστική αξιολόγηση ενός τηλεκατευθυνόμενου οχήματος ελεγχόμενου μέσω Bluetooth, και βασιζόμενο στην αρχιτεκτονική Arduino και στο λογισμικό ανοιχτού κώδικα Android. Το όχημα μπορεί να ελεγχθεί μέσω μιας Android εφαρμογής και έχει δυνατότητες αυτοματοποιημένων ενεργειών, όπως το σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος και το σύστημα αυτόματης πέδησης. Μέσω αυτής της πτυχιακής εργασίας, αναλύονται λεπτομερώς οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του τηλεκατευθυνόμενου οχήματος, όπως η πλατφόρμα Arduino, οι αισθητήρες και οι κινητήρες που ενσωματώθηκαν. Επιπλέον, παρουσιάζονται λεπτομερώς οι διαδικασίες προγραμματισμού του οχήματος και της Android εφαρμογής, καθώς και οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν για την αυτοματοποίηση των λειτουργιών του οχήματος. Τέλος, αναλύεται η σημασία της παρούσας εργασίας στην εξέλιξη της τεχνολογίας αυτοκινήτων και η πιθανή εφαρμογή της σε μελλοντικές επιστημονικές και βιομηχανικές εφαρμογές.

Development of Remote-control Vehicle with Obstacle Detection and Automatic Parking System

Amanatidis Lazaros & Gakis Thomas

Abstract

This thesis deals with the creation, programming and usability evaluation of a remote-controlled vehicle controlled via Bluetooth, and based on the Arduino architecture and Android open-source software. The vehicle can be controlled via an Android app and features automated actions such as automatic parking and automatic braking. Through this thesis, the technologies used to build the remote-controlled vehicle are analyzed in detail, such as the Arduino platform, the sensors and the motors that were integrated. In addition, the vehicle and Android application programming procedures are presented in detail, as well as the algorithms used to automate the vehicle's functions. Finally, we discuss the importance of the present work in the evolution of automotive technology and its possible application in future scientific and industrial applications.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες για την ευκαιρία που μας δόθηκε να εκπονήσουμε αυτήν την πτυχιακή εργασία. Θέλουμε να ευχαριστήσου θερμά τους γονείς μας για την αμέριστη στήριξή τους και την ανελλιπή τους εμπιστοσύνη στις δυνατότητές μας.

Επίσης, θέλουμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες στον καθηγητή μας, κύριο Γιακουμή Άγγελο, που με την εμπειρία και τη γνώση του μας καθοδήγησε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας. Η στήριξη, οι συμβουλές και η εμπειρογνωμοσύνη του αποτέλεσαν πολύτιμη πηγή έμπνευσης και καθοδήγησης.

Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε την εκτίμησή μας στην ομάδα μας για τη συνεργασία και την αμοιβαία υποστήριξη κατά τη διάρκεια αυτής της πορείας. Η ανταλλαγή ιδεών, οι συζητήσεις και ο αμοιβαίος σεβασμός προς το έργο του καθενός ανέδειξαν την αξία της ομαδικής προσπάθειας και της συνεργασίας.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη	iv
Abstract	v
Ευχαριστίες	vi
Κατάλογος Σχημάτων	ix
Κατάλογος Πινάκων	ix
Κατάλογος Εικόνων.....	ix
Συνομογραφίες.....	xi
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή – Θεωρητική Επισκόπηση.....	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Τηλεκατευθυνόμενο όχημα.....	1
1.3 Αυτόματο Παρκάρισμα.....	3
1.4 Ανάπτυξη Αυτόματου Παρκαρίσματος	7
1.5 Σύστημα Αυτόνομου Φρεναρίσματος	8
1.6 Αυτόνομο Φρενάρισμα στην Αγορά.....	9
Κεφάλαιο 2ο: Πλατφόρμες και Λογισμικό Arduino	11
2.1 Οι μικροελεγκτές.....	11
2.2 Η πλατφόρμα του Arduino.....	11
2.3 Βασικά Πλεονεκτήματα της Πλατφόρμας Arduino	13
2.4 Είδη Arduino.....	13
2.5 Το Λογισμικό Arduino	16
Κεφάλαιο 3ο: Πρωτόκολλο Bluetooth – Λειτουργικό Android	18
3.1 Το Πρωτόκολλο Bluetooth	18
3.2 Παρουσίαση Πρωτόκολλου Bluetooth	18
3.3 Δομή και Εκδόσεις Bluetooth	19
3.4 Λειτουργικό Android.....	21
3.5 Ιστορική Αναδρομή Πλατφόρμας και Εκδόσεις	22
3.6 Η Αρχιτεκτονική του Android	26
3.7 Πρωτόκολλο επικοινωνίας UART	28
Κεφάλαιο 4ο: Μελέτη και Σχεδίαση Συσκευής.....	30
4.1 Σχηματικό Οχήματος.....	30
4.2 Arduino Uno	30
4.3 Αισθητήρια Κατασκευής	33
4.4 Πλαίσιο Ρομπότ Αυτοκινήτου.....	35

4.5	Ηλεκτρονικός Ελεγκτής Ταχύτητας	36
4.6	Bluetooth Module HC-06	37
Κεφάλαιο 5ο: Αρχές Λειτουργίας.....		39
5.1	Κατανόηση της Βασικής Λειτουργίας.....	39
5.2	Διάγραμμα Ροής Βασικού Κώδικα.....	40
5.3	Ρύθμιση Κίνησης Οχήματος	41
5.4	Λειτουργία Αυτόματου Παρκαρίσματος	42
5.5	Διάγραμμα Ροής Αποφυγής Εμποδίων.....	45
5.6	Δημιουργία εφαρμογής Android	47
5.7	Συμπεράσματα - Δυνατότητες Βελτίωσης.....	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		50
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΛΟΥΠΑ.....		52
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΣΕΤΑΡΙΣΜΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ.....		52
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ C : ΛΙΣΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ.....		54

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 3.1 Δομή της στοίβας πρωτοκόλλου.....	20
Σχήμα 3.2 Διάγραμμα αρχιτεκτονικής Android.....	26
Σχήμα 4.1 Σχηματικό υλοποίησης οχήματος.....	30
Σχήμα 5.1 Απεικόνιση αρχής λειτουργίας.....	39
Σχήμα 5.2 Διάγραμμα Ροής Κώδικα.....	40
Σχήμα 5.4 Αποφυγή Εμποδίων-Διάγραμμα Ροής.....	45
Σχήμα 5.5 Η εφαρμογή Android.....	47

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Χαρακτηριστικά των Arduino.....	15
Πίνακας 2.2 Εκδόσεις Arduino.....	16
Πίνακας 3.1 Οι διαφορετικές κλάσεις του Bluetooth.....	19
Πίνακας 3.2 Εκδόσεις λειτουργικού Android.....	22

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 Το Rover της NASA.....	2
Εικόνα 1.2 Το Alrobot του Ιρακινού στρατού.....	3
Εικόνα 1.3 Κάμερα οπισθοπορείας.....	4
Εικόνα 1.4 Σύστημα Ελέγχου Αποστάσεων.....	4
Εικόνα 1.5 Σύστημα Προειδοποίησης Πίσω Διασταυρούμενης Κυκλοφορίας.....	5
Εικόνα 1.6 Σύστημα Αυτόματου παρκαρίσματος.....	6
Εικόνα 1.7 Σύστημα Απομακρυσμένου παρκαρίσματος.....	6
Εικόνα 1.8 Σύστημα Αυτόνομου Φρεναρίσματος.....	8
Εικόνα 2.1 Λογότυπο Arduino.....	11
Εικόνα 2.2 Arduino UNO 3.....	12
Εικόνα 2.3 Περιβάλλον Arduino IDE.....	17
Εικόνα 3.1 Το λογότυπο του Bluetooth.....	18
Εικόνα 3.2 Μία περιφερειακή συσκευή Bluetooth συνδεδεμένη μέσω διαύλου USB.....	21
Εικόνα 3.3 Το λογότυπο του Android.....	22
Εικόνα 3.4 Το Πρωτόκολλο UART.....	29
Εικόνα 4.1 Πλατφόρμα Arduino Uno rev3.....	31
Εικόνα 4.2 Μικροελεγκτής Atmega 328P.....	32
Εικόνα 4.3 Ακροδέκτες Atmega 328P.....	32
Εικόνα 4.4 Υπερηχητικός αισθητήρας απόστασης HC-SR04.....	33
Εικόνα 4.5 Η διαδικασία παραγωγής και ανάκλασης του σήματος.....	34
Εικόνα 4.6 Σύνδεση ακροδεκτών HC-SR04.....	35
Εικόνα 4.7 Πλαίσιο ρομπότ αυτοκινήτου.....	35

Εικόνα 4.8 Dual H-Bridge με MOSFET τύπου N	36
Εικόνα 4.9 L298N module	37
Εικόνα 4.10 Τυπική σύνδεση HC-06 με Arduino.....	38
Εικόνα 5.1 Λειτουργία Αυτόματου Παρκαρίσματος.....	44
Εικόνα 5.2 Το interface της εφαρμογής.....	48

Συντομογραφίες

AFM	Adaptive Frequency Hoping
API	Application Programming Interface
BT	Bluetooth
CPU	Central Processing Unit
EDR	Enhanced Data Rate
FEC	Forward Error Correction
FET	Field-Effect Transistor
FHSS	Frequency Hoping Spread Spectrum
HDTV	High-Definition Television
HS	High Speed
IDE	Integrated Development Environment
IP	Intellectual Property
NFC	Near Field Communication
OHA	Open Handset Alliance
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random Access Memory
RF	Radio Frequency
RISC	Reduced Instruction Set Computer
SD	Secure Digital
SIG	Special Interest Group
SIP	Session Initiation Protocol
SQL	Structure Query Language
SRAM	Static Random-Access Memory
SSP	Supply Side Platform
TDMA/TDD	Time Division Multiple Access/ Time Division Duplexing
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
UAV	Μη Επανδρωμένο Εναέριο Όχημα
USB	Universal Serial Bus
VCC	Voltage Common Collector
WPAN	Wireless Personal Area Network

YAFFS	Yet Another Flash File System
ΑμΕΑ	Άτομα με Ειδικές Ανάγκες
ΔΙΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή – Θεωρητική Επισκόπηση

1.1 Εισαγωγή

Ο τομέας της αυτοκίνησης ήταν πάντοτε συνδεδεμένος με τις εξελίξεις στην τεχνολογία. Κάθε μέρα μετακινούνται εκατομμύρια άνθρωποι ανά τον κόσμο ενώ μεταφέρονται δισεκατομμύρια τόνοι φορτίου για τις ανάγκες μας. Σήμερα βρισκόμαστε στην «4η Βιομηχανική Επανάσταση», δηλαδή μία περίοδο που χαρακτηρίζεται από τη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και υψηλότερους βαθμούς αυτοματισμού και αυτονομίας στη βιομηχανία. Οι εξελίξεις αυτές στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης εισέρχονται όλο και περισσότερο στην αυτοκινητοβιομηχανία. Το αυξανόμενο επίπεδο των δυνατοτήτων στους τομείς των τηλεπικοινωνιών, των ηλεκτρονικών αισθητήρων και των τεχνολογιών πληροφορικής μεταφέρονται εδώ και αρκετό καιρό σε αυτόνομα και μερικώς αυτόνομα οχήματα.

Αυτή η εργασία έχει ως σκοπό τη δημιουργία ενός τηλεκατευθυνόμενου οχήματος, με τη δυνατότητα να κινείται στο χώρο, εντοπίζοντας και αποφεύγοντας πιθανά εμπόδια που βρίσκονται στην πορεία του. Τα αυξανόμενα επίπεδα του αυτοματισμού έχουν σταδιακά εισαχθεί στον τομέα της αυτοκίνησης για λόγους ασφάλειας, αποτελεσματικότητας και πιο πρόσφατα, επίσης, για το όφελος του περιβάλλοντος. Επιπλέον, ευρύτερα ζητήματα όπως η οικονομία καυσίμων, η μείωση των ατυχημάτων, η συμφόρηση και οι επιπτώσεις στην αγορά εργασίας μπορούν επίσης να αντιμετωπιστούν με τη χρήση οχημάτων νέας γενιάς. Το κέρδος που θα αποφέρει η λειτουργία των αυτόνομων οχημάτων (που σε ιδανικό σενάριο θα μπορούν να λειτουργούν σχεδόν ακατάπαυστα) πιθανώς, θα αντισταθμιστεί από την αρχική επένδυση σε αυτά τα εξαιρετικά εξελιγμένα και δαπανηρά οχήματα.

Επιπροσθέτως, η βιομηχανία μεταφορών θα λάβει, επίσης, το ρίσκο επένδυσης σε μη δοκιμασμένη τεχνολογία. Συν τοις άλλοις, η αυξανόμενη πολιτική πίεση να τηρούνται οι αρχές των συστημάτων για την οδική ασφάλεια μπορεί να απαιτήσει μια εντελώς νέα τεχνολογία, όπως ο αυτοματισμός πλήρους οχήματος, για να έχει τόσο υψηλά επίπεδα ασφάλειας που σχεδόν θα μηδενιστούν τα ατυχήματα με θανάτους ή σοβαρούς τραυματισμούς.

1.2 Τηλεκατευθυνόμενο όχημα

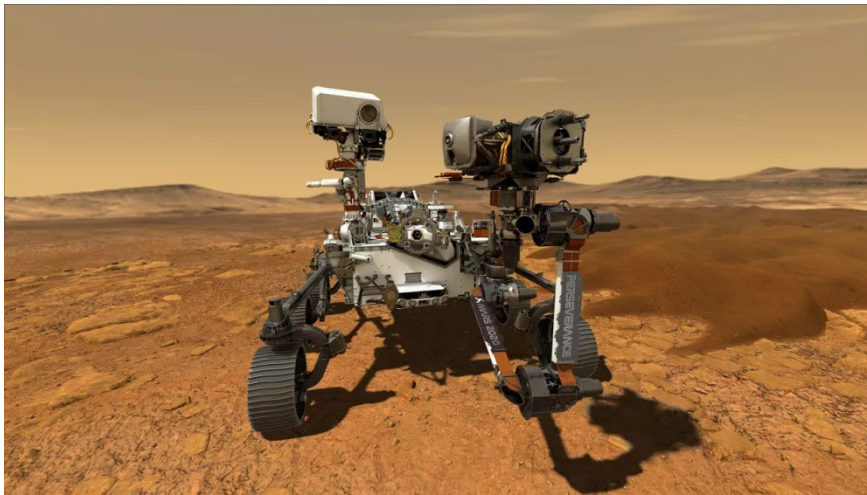
Ένα τηλεκατευθυνόμενο όχημα ελέγχεται εξ αποστάσεως από ένα μέσο που δεν περιορίζει την κίνηση του. Ουσιαστικά, ένα τηλεκατευθυνόμενο όχημα λειτουργεί από μακρινή ή απομακρυσμένη τοποθεσία έξω από το όχημα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω ενός αριθμού διαφορετικών μεθόδων, όπως ένα καλώδιο συνδεδεμένο τόσο στο όχημα όσο και στη συσκευή λειτουργίας ή στον ελεγκτή, ή έναν ελεγκτή που μεταδίδει σήματα μέσω ραδιοκυμάτων σε έναν δέκτη που βρίσκεται μέσα ή πάνω στο όχημα ή ένας υπέρυθρος ελεγκτής. Ένα τηλεκατευθυνόμενο όχημα είναι απλώς ένα μη συνδεδεμένο τηλεκατευθυνόμενο όχημα. Ο απομακρυσμένος έλεγχος του

Κεφάλαιο 1

οχήματος διαφέρει από ένα ρομπότ γιατί σε αυτό τα πάντα ελέγχονται από έναν άνθρωπο και δεν λειτουργεί αυτόνομα.

Τα οχήματα τηλεχειρισμού βρίσκουν εφαρμογή στον τομέα της επιστήμης, της αμυντικής βιομηχανίας καθώς και ως μέσα διασκέδασης.

Στην επιστήμη τα οχήματα τηλεχειρισμού χρησιμοποιούνται για την εξερεύνηση επικίνδυνων περιβαλλόντων, όπως ο βαθύς ωκεανός, και το διάστημα. Υπάρχουν τηλεκατευθυνόμενα οχήματα σε πολλούς ανιχνευτές που διαθέτουμε σε άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Αν και πολλά από τα πιο πρόσφατα είναι μερικώς αυτόνομα.



Εικόνα 1.1 To Rover της NASA

Επίσης χρησιμοποιούνται στην αμυντική βιομηχανία και στην επιβολή του νόμου. Η αστυνομία σε κάποιες χώρες διαθέτει τέτοιου είδους οχήματα για τον εντοπισμό βομβών, ορισμένων χημικών ουσιών κλπ. Η ανίχνευση των χημικών ουσιών γίνεται με αισθητήρες υψηλής ισχύος που διαθέτουν. Η στρατιωτική βιομηχανία χρησιμοποιεί εδώ και αρκετά χρόνια αυτή την τεχνολογία. Την αρχή έκανε το 1910 ο John Hays Hammond Jr., ανακαλύπτοντας τον ασύρματο έλεγχο των πλοίων, το οποίο το κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μεθόδων.

Ο Σοβιετικός Στρατός χρησιμοποίησε τηλεχειριζόμενα teletanks κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1930 στο Χειμερινό Πόλεμο και τα πρώτα στάδια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Υπήρχαν επίσης τηλεχειριζόμενοι κόφτες και πειραματικά τηλεχειριζόμενα αεροπλάνα στον Κόκκινο Στρατό.

Τα οχήματα τηλεχειρισμού χρησιμοποιούνται στην επιβολή του νόμου και τις στρατιωτικές δεσμεύσεις. Η έκθεση σε κινδύνους μετριάζεται για το πρόσωπο που εκμεταλλεύεται το όχημα από μια θέση σχετικής ασφάλειας. Τα τηλεχειριζόμενα οχήματα χρησιμοποιούνται από πολλά αστυνομικά τμήματα ή ειδικές ομάδες για να εκτονώσουν ή να πυροδοτήσουν τα εκρηκτικά

Τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAVs) έχουν εξελιχθεί δραματικά στην ικανότητα κατά την τελευταία δεκαετία. Τα πρώτα UAVs ήταν ικανά για αποστολές αναγνώρισης και μόνο, και στη συνέχεια, είχαν μόνο ένα περιορισμένο φάσμα αποστολών. Τα νέα UAVs μπορούν να αιωρούνται γύρω από πιθανούς στόχους μέχρι να αναγνωριστούν ή πριν από την αποδέσμευση του ωφέλιμου φορτίου τους.



Εικόνα 1.2 Το Alrobot του Ιρακινού στρατού

Τέλος τα τηλεκατευθυνόμενα οχήματα χρησιμοποιούνται και ως μέσα διασκέδασης. Τα οχήματα τηλεχειριστήριου μικρής κλίμακας έχουν φανατικούς οπαδούς. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων. Στο εμπόριο κυκλοφορούν αυτοκίνητα δρόμου, εκτός δρόμου οχήματα, πλοία, αεροπλάνα, ακόμη και ελικόπτερα. Η Sony Ericsson κυκλοφόρησε ένα τηλεχειριστήριο αυτοκινήτου που θα μπορούσε να ελέγχεται από οποιοδήποτε κινητό τηλέφωνο μέσω bluetooth. Το τηλεχειριστήριο είναι το πιο δημοφιλές, διότι δεν απαιτεί το όχημα να περιορίζεται από το μήκος του καλωδίου ή να είναι σε άμεση οπτική επαφή με τον ελεγκτή (όπως με το υπέρυθρο setup).

1.3 Αυτόματο Παρκάρισμα

Η δυσκολία του παρκαρίσματος σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να είναι η βασική αιτία δυσθυμίας ή άγχους κατά την οδήγηση. Οι οδηγοί νιώθουν το άγχος ότι καθυστερούν όσους περιμένουν πίσω τους, ή ότι μπορεί να γρατζουνίσουν τα άλλα αυτοκίνητα. Αλλά αυτό λύνεται εύκολα με τις τεχνολογίες αυτόματου παρκαρίσματος. Οι τεχνολογίες για να αντιμετωπιστεί αυτό το άγχος αναπτύσσονται διαρκώς τις τελευταίες δεκαετίες, ξεκινώντας από τους απλούς αισθητήρες προσέγγισης των άλλων αυτοκινήτων, ώσπου να φτάσουν στο πλήρως αυτόνομο παρκάρισμα από το ίδιο το αυτοκίνητο χωρίς καμία ενέργεια του οδηγού. Ας δούμε, λοιπόν, ποιες είναι οι πέντε αυτές τεχνολογίες:

1. Έλεγχος Αποστάσεων στο παρκάρισμα: Μια απλή, οικονομική και αποδοτική τεχνολογία, που βρίσκεται σήμερα στην πλειοψηφία των αυτοκινήτων. Εξελίχθηκε για τους ανθρώπους με προβλήματα όρασης στις αρχές της δεκαετίας του '70, και τοποθετείται στα αυτοκίνητα από το 1982. Με υπερήχους, συνήθως, οι αισθητήρες στον πίσω -και ενίοτε στον μπροστινό- προφυλακτήρα μεταδίδουν και λαμβάνουν ραδιοκύματα για να υπολογίζουν την απόσταση από το εμπόδιο. Όσο ο οδηγός το προσεγγίζει, ο διακεκομμένος ήχος στο εσωτερικό



Εικόνα 1.4 Σύστημα Ελέγχου Αποστάσεων



Εικόνα 1.3 Κάμερα οπισθοπορείας

επιταχύνει - και όταν ο ήχος γίνει διαρκής, ο οδηγός πρέπει να σταματήσει. Στην τελευταία περίπτωση το εμπόδιο απέχει 15 εκατοστά.

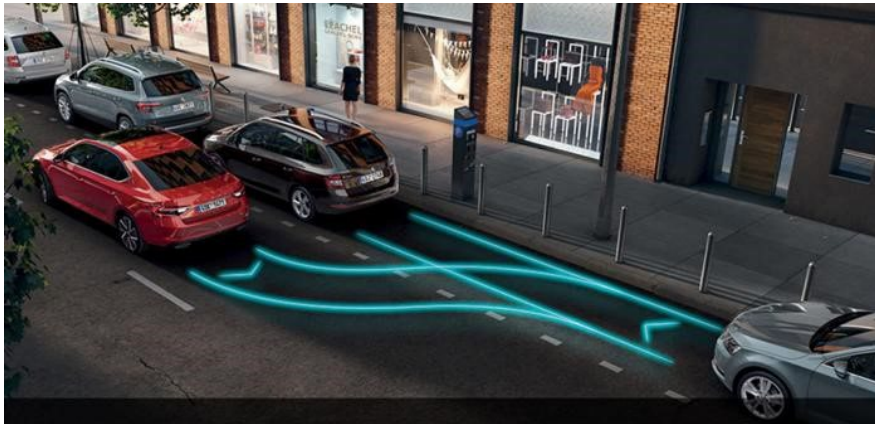
2. Κάμερα οπισθοπορείας: Παρότι τα πρώτα πειράματα τοποθέτησης κάμερας στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου ξεκίνησαν περί τα μέσα του προηγούμενου αιώνα, άρχισαν να βρίσκουν την εφαρμογή τους τον επόμενο. Μια ευρυγώνια κάμερα τοποθετημένη στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου -συνήθως πάνω από την πινακίδα κυκλοφορίας- μεταδίδει απευθείας την εικόνα στην κεντρική οθόνη της κονσόλας. Σε κάποια αυτοκίνητα, απεικονίζει και γραμμές που

δείχνουν στον οδηγό την ιδανική κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθήσει για να τοποθετήσει το αυτοκίνητο σωστά στο χώρο στάθμευσης.

3. Σύστημα Προειδοποίησης Πίσω Διασταυρούμενης Κυκλοφορίας: Ένα από τα άγχη της οδήγησης, και δικαιολογημένα, είναι η όπισθεν από μια κάθετη θέση στάθμευσης - χωρίς καμία ορατότητα για διερχόμενους πεζούς, ποδήλατα, μοτοσικλέτες και αυτοκίνητα. Αυτό λύνεται με τους αισθητήρες του συστήματος Rear Traffic Alert που είναι τοποθετημένοι στον πίσω προφυλακτήρα. Όταν το σύστημα εντοπίζει κίνηση, προειδοποιεί τον οδηγό με ηχητικά σήματα ή οπτικές ενδείξεις. Σε περιπτώσεις που μπορεί να γίνουν επικίνδυνες, το σύστημα



Εικόνα 1.5 Σύστημα Προειδοποίησης Πίσω Διασταυρούμενης Κυκλοφορίας
μάλιστα ενεργοποιεί αυτόματα και τα φρένα. Ενίοτε, το σύστημα αυτό συνδυάζεται και με πανοραμική κάμερα, ώστε να δίνεται στον οδηγό ολοκληρωμένη εικόνα.



Εικόνα 1.6 Σύστημα Αυτόματου παρκαρίσματος

4. Αυτόματο παρκάρισμα: Η πρώτη εφαρμογή του αυτόματου παρκαρίσματος πραγματοποιήθηκε πριν από σχεδόν 20 χρόνια, το 2003, και από τότε το σύστημα εξελίσσεται. Αρχικά, με αισθητήρες και κάμερες το σύστημα υπολογίζει αν το αυτοκίνητο χωρά στον παράπλευρο χώρο στάθμευσης. Αν ο χώρος είναι αρκετός, το σύστημα παίρνει τον έλεγχο του τιμονιού - και ο οδηγός ελέγχει μόνο το γκάζι, το φρένο και το κιβώτιο ταχυτήτων. Τα εξελιγμένα σημερινά συστήματα αυτόματου παρκαρίσματος μπορούν να κάνουν πολλαπλές μανούβρες, να παρκάρουν σε πλάγιες θέσεις, και να βγάλουν το αυτοκίνητο με την όπισθεν από μια κάθετη θέση.
5. Απομακρυσμένο παρκάρισμα: Ο τελικός προορισμός των συστημάτων υποβοήθησης του παρκαρίσματος περιλαμβάνει την πλήρη διεξαγωγή της διαδικασίας από το ίδιο το αυτοκίνητο, αυτόνομα, χωρίς καν να απαιτείται η παρουσία του οδηγού στο εσωτερικό του. Με το πάτημα ενός κουμπιού στο ηλεκτρονικό κλειδί ή με μια εντολή μέσω του smartphone, το Remote Parking λαμβάνει τον έλεγχο των πάντων: τιμονιού, γκαζιού, φρένου, κιβωτίου ταχυτήτων - ακόμα και του χειρόφρενου.



Εικόνα 1.7 Σύστημα Απομακρυσμένου παρκαρίσματος

Οι παραπάνω τεχνολογίες της υποβοήθησης ή του αυτόματου παρκαρίσματος είναι ήδη υπαρκτές, και απολύτως εφαρμόσιμες. Τα αυτοκίνητα αυτόματου παρκαρίσματος που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά δεν είναι εντελώς αυτόνομα, αλλά κάνουν την στάθμευση πολύ ευκολότερη. Όμως, το απώτερο μέλλον του αυτόνομου αυτοκινήτου, θα φέρει και μια ακόμα εντυπωσιακή εφαρμογή, θα μπορεί ο οδηγός να σταματά στο ακριβές σημείο του προορισμού του, και με μια εντολή μέσω smartphone να στέλνει το αυτοκίνητο να παρκάρει μόνο του στην πρώτη διαθέσιμη θέση που θα βρει. Και μάλιστα, αν είναι ηλεκτρικό, θα βρίσκει θέση σε ένα σημείο με φορτιστή - και όταν η φόρτίσή του ολοκληρωθεί, θα φεύγει επίσης μόνο του για να παρκάρει σε ένα άλλο σημείο ώστε να ελευθερώσει τη θέση φόρτισης.

1.4 Ανάπτυξη Αυτόματου Παρκαρίσματος

Το 1992, η Volkswagen πρότεινε μια τεχνολογία αυτόματης στάθμευσης με χρήση του συστήματος διεύθυνσης στους τέσσερις τροχούς, επιτρέποντας στον οδηγό να βγει από το αυτοκίνητο και να παρακολουθήσει την όλη διαδικασία του παράλληλου παρκαρίσματος.

Το 2004, μια ομάδα από φοιτητές στο Πανεπιστήμιο του Linköping στη Σουηδία που συνεργάζονται με τη Volvo ανέπτυξε ένα πρόγραμμα που ονομάζεται Evolve. Αυτοί οι μαθητές εγκατέστησαν αισθητήρες και έναν υπολογιστή για τον έλεγχο του τιμονιού, της επιτάχυνσης και της πέδησης πεντάλ στο Volvo S60.

Το 2003, η Toyota άρχισε να πωλεί τα Ιαπωνικά Prius (υβριδικό όχημα) με την δυνατότητα αυτόματης παράλληλης στάθμευσης (Intelligent Parking Assist) να προσφέρεται ως επιλογή.

Το 2006, η Lexus πρόσθεσε ένα σύστημα αυτόματης στάθμευσης στο επανασχεδιασμένο Lexus LS sedan. Το όχημα μπορεί να παρκάρει παράλληλα, καθώς και σε γωνία.

Το 2009, η Ford εισήγαγε με τα μοντέλα Λίνκολν το Active Park Assist για παράλληλο παρκάρισμα.

Το 2010, η BMW εισήγαγε ένα σύστημα που ονομάζεται «βοηθός στάθμευσης» στην ανασχεδιασμένη BMW 5-series για παράλληλο παρκάρισμα.

Μέχρι το 2012, τα αυτόματα συστήματα πάρκινγκ είχαν αναπτυχθεί από διάφορους κατασκευαστές αυτοκινήτων. Ford και Lincoln προσφέρουν ενεργό σύστημα υποβοήθησης της στάθμευσης στο Ford Focus, Fusion, Escape, Explorer, Lincoln MKS και MKT. Οι Toyota και Lexus έχουν βοηθό στάθμευσης στα Toyota Prius V και Lexus LS460. Στην BMW 3-series σε όλα τα νέα έκτης γενιάς οχήματα χρησιμοποιείται ένα σύστημα που ονομάζεται βοηθός στάθμευσης. Η Audi, και η Mercedes-Benz προσφέρουν επίσης αισθητήρες στάθμευσης για τα: C-Class, CLS-Class Coupe, M-Class SUV, S-Class, GL350, GL450 SUV και R-Class.

Η Jeep εισήγαγε την αυτόματη παράλληλη και κάθετη στάθμευση για το Cherokee μοντέλο της. Η Chrysler την εισήγαγε σε όλα τα νέα της μοντέλα του 2015. Η Bosch σχεδιάζει να κυκλοφορήσει ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα στάθμευσης. Αυτό το σύστημα μας επιτρέπει να βγούμε από το αυτοκίνητο και να ενεργοποιηθεί η στάθμευση από ένα smartphone. Το αυτοκίνητο θα επιταχύνει, θα υπολογίσει ελιγμούς, κατεύθυνση και φρένα από μόνο του.

1.5 Σύστημα Αυτόνομου Φρεναρίσματος

Τα τελευταία χρόνια η ασφάλεια των αυτοκινήτων έχει κάνει τρομακτική πρόοδο, παρουσιάζοντας ή εξελίσσοντας διάφορα συστήματα ενεργητικής ασφάλειας. Ακόμα πιο σημαντικό ίσως και από την ίδια την εξέλιξή τους, είναι πως πλέον αυτά τα συστήματα δεν τα συναντούμε στα πιο ακριβά και πολυτελή αυτοκίνητα, αλλά και στα πιο εμπορικά και προσιτά προς το κοινό. Έτσι το σύστημα έκτακτου φρεναρίσματος είναι μια επανάσταση για το μέλλον της αυτοκίνησης.

Τα περισσότερα συστήματα αυτόνομου φρεναρίσματος χρησιμοποιούν ραντάρ και κάμερες για τον εντοπισμό πιθανών αιτιών σύγκρουσης μπροστά από το αυτοκίνητο. Αυτές οι πληροφορίες συνδυάζονται με την ταχύτητα και την τροχιά του αυτοκινήτου και σε περίπτωση ανίχνευσης πιθανής σύγκρουσης, το σύστημα αρχικά εκπέμπει προειδοποιώντας τον οδηγό ότι απαιτείται δράση. Αν ο οδηγός δεν αντιδράσει, τότε αυτό αναλαμβάνει τον έλεγχο και φρενάρει μόνο του το αυτοκίνητο.



Εικόνα 1.8 Σύστημα Αυτόνομου Φρεναρίσματος

Η αποφυγή μιας σύγκρουσης δεν είναι 100% εγγυημένη σε όλες τις οδηγικές περιπτώσεις. Για ορισμένες ταχύτητες, περίπου γύρω στα 50 χλμ./ώρα τα συστήματα αυτόνομου φρεναρίσματος έχουν την ικανότητα να ακινητοποιούν το όχημα προλαβαίνοντας μια σύγκρουση. Από εκεί και πέρα όμως, το κύριο μέλημα αυτών των συστημάτων είναι να μειώσουν τη σοβαρότητα των συγκρούσεων που δεν μπορούν να αποφευχθούν με τη μείωση της ταχύτητας σύγκρουσης και σε ορισμένες περιπτώσεις, με την ενεργοποίηση των υπόλοιπων συστημάτων επικείμενης σύγκρουσης (π.χ. προετοιμάζουν τις ζώνες ασφαλείας και τα φρένα, κλείνουν τα παράθυρα και την ηλιοροφή, ανασηκώνουν τα προσκέφαλα και αυξάνουν την πλευρική στήριξη των καθισμάτων).

1.6 Αυτόνομο Φρενάρισμα στην Αγορά

Οι αυτοκινητοβιομηχανίες που εισαγάγουν την τεχνολογία του αυτόνομου φρεναρίσματος στα αυτοκίνητά τους αυξάνονται συνεχώς και ως εκ τούτου είναι πολύ εύκολο να βρεις ένα αυτοκίνητο που να το εφαρμόζει. Συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα από διάφορες αυτοκινητοβιομηχανίες είναι:

- **Collision Mitigation Brake System (Honda):** Προειδοποιεί τον οδηγό για επικείμενη σύγκρουση σε κάθε είδους συνθήκες. Λειτουργεί με ταχύτητα πάνω από 15 χλμ./ώρα και ανιχνεύει άλλα οχήματα ή αντικείμενα που είναι σταματημένα ή κινούνται κατά μήκος του δρόμου και σε απόσταση 100 μέτρων.
- **Emergency Brake Assist (Mercedes-Benz):** Το σύστημα της Mercedes-Benz διαθέτει συνδυασμό αισθητήρα και κάμερας. Ο αισθητήρας εντοπίζει τους πιθανούς κινδύνους, αλλά τα στοιχεία που προκύπτουν «διασταυρώνονται» με τα δεδομένα που μεταφέρουν οι κάμερες, οι οποίες προσφέρουν πιο σαφείς εικόνες. Το σύστημα λειτουργεί σε ταχύτητες έως 70 χλμ./ώρα.
- **Active City Stop (Ford):** Το ανανεωμένο Fiesta διαθέτει το σύστημα Active City Stop. Χρησιμοποιεί αισθητήρα ανίχνευσης αντικειμένων και απόστασης που σαρώνει το δρόμο μπροστά 50 φορές το δευτερόλεπτο για την αποφυγή συγκρούσεων με ταχύτητες μέχρι 15 χλμ./ώρα και μείωση της σφοδρότητάς τους με ταχύτητες μέχρι 30 χλμ./ώρα.
- **City Emergency Brake (VW):** Το σύστημα παρακολουθεί το χώρο εμπρός από το αυτοκίνητο σε απόσταση μέχρι 10 μέτρων και προειδοποιεί τον οδηγό, με ηχητικό και οπτικό σήμα για τον κίνδυνο πρόσκρουσης. Αν ο οδηγός δεν αντιδράσει, τον προειδοποιεί με ένα στιγμιαίο φρενάρισμα και αν χρειαστεί, σε τελικό στάδιο, φρενάρει το αυτοκίνητο μειώνοντας έτσι τις συνέπειες μιας σύγκρουσης. Λειτουργεί με ταχύτητα έως 30 χλμ./ώρα.
- **Smart City Break Support (Mazda):** Λειτουργεί σε ταχύτητες 4 έως 30 χλμ./ώρα. Μέσω αισθητήρα στο παρμπρίζ, υπολογίζει την απόσταση από άλλο αυτοκίνητο ή εμπόδιο και, αν ο οδηγός δεν αντιδράσει, επεμβαίνει στα φρένα.. Όταν ο οδηγός επιταχύνει απότομα την ώρα που το SCBS έχει εντοπίσει μπροστά του ένα εμπόδιο, το σύστημα τον προειδοποιεί ηχητικά και με ένδειξη στο ταμπλό.

Την κορυφαία επίδοση σε αυτόν τον τομέα διαθέτουν δύο μοντέλα, το Toyota Yaris και το Kia Rio τα οποία αμφότερα ακινητοποιούνται σε ταχύτητες μέχρι 80 χλμ./ώρα, αρκετά μεγαλύτερες από τις συνηθισμένες που αναπτύσσονται εντός πόλης. Το Ford Fiesta) και το VW Polo έχουν όριο

τα 50 χλμ./ώρα μια συνηθισμένη ταχύτητα εντός αστικών διαδρομών, ενώ λίγο χαμηλότερο είναι το όριο για τα Nissan Micra (από την με 35 χλμ./ώρα, Honda Jazz με 32 χλμ./ώρα και Citroen C3 με 30 χλμ./ώρα, όσο και το Peugeot 208.

Πέρα από την μέγιστη ταχύτητα ακινητοποίησης τα συγκεκριμένα συστήματα έχουν κάποιο εύρος λειτουργίας στα οποία επεμβαίνουν στα φρένα ενός αυτοκινήτου. Στο Ford Fiesta λοιπόν, το σύστημα αυτόνομου φρεναρίσματος είναι διαθέσιμο μέχρι την τελική ταχύτητα, όπως και στο Citroen C3. Αντίστοιχα το SEAT Ibiza και το ομόσταβλό του VW Polo έχουν απεριόριστο εύρος λειτουργίας, καθώς το πρώτο έχει περιορισμό στα 250 χλμ./ώρα, ενώ το δεύτερο έχει εύρος μέχρι τα 210 χλμ./ώρα.

Το Hyundai i20 λειτουργεί ως τα 175 χλμ./ώρα, ενώ για το Citroen C3 και το Toyota Yaris το ανώτατο όριο ταχύτητας ορίζεται στα 140 χλμ./ώρα. Παράλληλα στο τελευταίο για ταχύτητες άνω των 80 χλμ./ώρα το σύστημα αυξάνει την υποβοήθηση φρένου και συστήματος διεύθυνσης προς αποφυγή κινδύνου. Τέλος μέχρι τα 80 χλμ./ώρα είναι το εύρος στα αντίστοιχα συστήματα των Nissan Micra και Kia Rio.

Στις πιο εξελιγμένες μορφές αυτών των συστημάτων θα συναντήσουμε και το χαρακτηριστικό της δυνατότητας αναγνώρισης πεζού ή ζώου. Καταλαβαίνετε πόσο κρίσιμο είναι αυτό, αν σκεφτείτε τι θα συμβεί σε περίπτωση που ένα παιδί πεταχτεί ξαφνικά στον δρόμο ή αντίστοιχα ένα αδέσποτο ζώακι. Από τα μοντέλα του θέματός μας μόνο τα Ford Fiesta και Citroen C3 διαθέτουν τη δυνατότητα αναγνώρισης πεζού και ζώου. Από εκεί και πέρα Kia Rio, Nissan Micra, SEAT Ibiza και VW Polo έχουν σύστημα που αντιλαμβάνεται τους πεζούς.

Κεφάλαιο 2ο: Πλατφόρμες και Λογισμικό Arduino

2.1 Οι μικροελεγκτές

Με τον όρο μικροελεγκτές αναφερόμαστε σε υπολογιστικά συστήματα ειδικού σκοπού, τα οποία πέρα από την CPU (Central Processing Unit) που τους δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης εντολών, διαθέτουν επίσης μνήμη RAM (Random Access Memory), μνήμη προγράμματος, κυκλώματα εισόδου-εξόδου κλπ. Όλα τα παραπάνω είναι ενσωματωμένα σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (chip) και αυτή είναι και η βασική διαφορά τους από τους μικροεπεξεργαστές, οι οποίοι δεν μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα, αλλά χρειάζονται ένα πλήθος υποσυστημάτων και περιφερειακών συσκευών, ώστε να μπορέσουν να αξιοποιηθούν από το χρήστη (π.χ. προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής).

Ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά των μικροελεγκτών, είναι το γεγονός ότι μπορούν να αλληλοεπιδρούν με το φυσικό κόσμο με τρόπο που ένας τυπικός προσωπικός υπολογιστής δεν μπορεί. Για παράδειγμα, μπορούν να λαμβάνουν μετρήσεις από το περιβάλλον μέσω ειδικών αισθητήρων και να αποφασίζουν για τη συμπεριφορά άλλων εξαρτημάτων όπως για παράδειγμα μοτέρ.

2.2 Η πλατφόρμα του Arduino

Μία τέτοια πλακέτα μικροελεγκτή είναι και η πλατφόρμα Arduino. Ουσιαστικά το Arduino είναι μία πλατφόρμα ανάπτυξης έργων ανοιχτού κώδικα, η οποία συνοδεύεται από το αντίστοιχο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών (Arduino IDE), για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Το Arduino αναπτύχθηκε αρχικά το 2005 στην Ιβρέα της Ιταλίας, από μία ομάδα φοιτητών. Πρόκειται ουσιαστικά για μία επέκταση του Wiring Project που είχαν αναπτύξει στα πλαίσια μιας εργασίας. Η εργασία αφορούσε την ανάπτυξη ενός απλού συστήματος βασισμένου σε μικροελεγκτή, το οποίο θα μπορεί να αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον. Σκοπός ήταν να απευθύνεται τόσο σε αρχάριους όσο και σε πιο έμπειρους χρήστες, διατηρώντας παράλληλα το κόστος όσο πιο χαμηλά γίνεται.

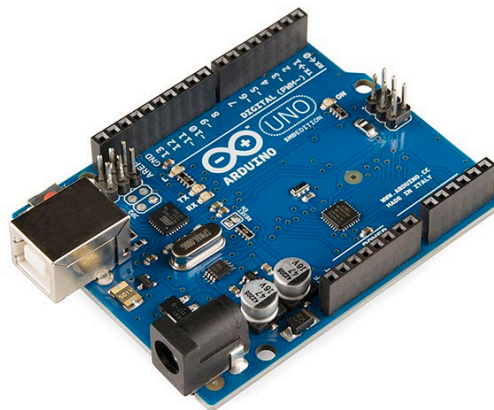


Εικόνα 2.1 Λογότυπο Arduino

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές. Ο μικροελεγκτής είναι από τη κατασκευή του προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

Σε εννοιολογικό επίπεδο, στην χρήση του Arduino software stack, όλες οι πλακέτες προγραμματίζονται με μία RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό διαφέρει σε κάθε hardware εκδοχή. Οι σειριακές πλάκες Arduino περιέχουν ένα απλό level shifter κύκλωμα για την μετατροπή του σήματος επιπέδου RS-232 σε TTL. Τα σημερινά Arduino προγραμματίζονται μέσω USB· αυτό καθίσταται δυνατό μέσω της εφαρμογής προσαρμογέων chip USB-to-Serial όπως το FTDI FT232. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial καλώδιο ή board, Bluetooth ή άλλες μεθόδους. (Όταν χρησιμοποιείται με παραδοσιακά εργαλεία microcontroller αντί για το Arduino IDE, χρησιμοποιείται πρότυπος προγραμματισμός AVR ISP).

Η πλακέτα Arduino εκθέτει τα περισσότερα microcontroller I/O pins για χρήση από άλλα κυκλώματα. Τα Diecimila, Duemilanove και το τρέχον Uno παρέχουν 14 ψηφιακά I/O pins, έξι από τα οποία μπορούν να παράγουν pulse-width διαμορφωμένα σήματα, και έξι αναλογικά δεδομένα. Αυτά τα pins βρίσκονται στην κορυφή της πλακέτας μέσω θηλυκών headers 0.1 ιντσών (2,2mm). Διάφορες εφαρμογές plug-in πλακετών ("shields") είναι εμπορικά διαθέσιμες.



Εικόνα 2.2 Arduino UNO 3

Το Arduino nano και το Arduino-Compatible Bare Bones Board και Boarduino Board ενδέχεται να παρέχουν αρσενικά header pins στο κάτω μέρος της πλακέτας προκειμένου να συνδέονται σε Breadboards. Υπάρχουν πολλές πλακέτες συμβατές με και προερχόμενες από πλακέτες Arduino. Κάποιες είναι λειτουργικά ισάξιες με ένα Arduino και μπορεί να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά. Πολλές είναι το βασικό Arduino με την προσθήκη καινοτόμων output drivers, συχνά για

την χρήση σχολικής μόρφωσης για να απλοποιήσουν την κατασκευή buggies και μικρών robot. Άλλες είναι ηλεκτρικά ισάξιες αλλά αλλάζουν τον παράγοντα μορφής, επιτρέποντας κάποιες φορές την συνεχόμενη χρήση των "shields" ενώ κάποιες όχι. Κάποιες παραλλαγές είναι τελείως διαφορετικοί επεξεργαστές, με ποικίλα επίπεδα συμβατότητας.

2.3 Βασικά Πλεονεκτήματα της Πλατφόρμας Arduino

Οι πλατφόρμες του Arduino είναι ευρέως διαδεδομένες στον κλάδο των ηλεκτρονικών εφαρμογών είτε από φοιτητές είτε από επαγγελματίες για εφαρμογές χαμηλού κόστους. Και αυτό γιατί το Arduino διαθέτει μια σειρά από πλεονεκτήματα.

- Συμβατότητα: Ο προγραμματισμός του Arduino μπορεί να γίνει μέσω του Arduino IDE που είναι διαθέσιμο για περιβάλλοντα Windows, Linux και Macintosh.
- Απλότητα: Πρόκειται για ένα απλό σχετικά περιβάλλον, που είναι εύκολο στην εκμάθηση ακόμα και από αρχάριους χρήστες.
- Χαμηλό κόστος: Τόσο η πλακέτα όσο και εξαρτήματα που χρειάζονται για την ανάπτυξη απλών project, όπως καλώδια, απλοί αισθητήρες, led, οθόνες lcd κλπ. έχουν μικρό κόστος αγοράς. Χαρακτηριστικό είναι πως υπάρχουν πακέτα που περιέχουν ότι είναι απαραίτητο για να ξεκινήσει κάποιος (starter kit) με τιμές κάτω των 50 ευρώ, ενώ το αντίστοιχο λογισμικό διατίθεται δωρεάν.
- Επεκτάσιμο λογισμικό ανοιχτού κώδικα: Τα προγράμματα του Arduino είναι ανοιχτού κώδικα, οπότε ο οποιοσδήποτε μπορεί να βρει πηγαίο κώδικα για ένα θέμα που τον αφορά και αφού τον μελετήσει να τον προσαρμόσει στις ανάγκες του έργου του και να τον χρησιμοποιήσει. Επίσης, υπάρχει ένα μεγάλο πλήθος έτοιμων βιβλιοθηκών κάτι που βοηθάει τους αρχάριους χρήστες να χρησιμοποιούν διάφορες δυνατότητες χωρίς να πρέπει να γνωρίζουν τις χαμηλού επιπέδου λεπτομέρειες του προγραμματισμού των διατάξεων που χρησιμοποιούν.

2.4 Είδη Arduino

Το πρωτότυπο υλικολογισμικό του Arduino κατασκευάζεται από την Ιταλική εταιρία Smart Projects. Κάποιες από τις πλακέτες με την μάρκα του Arduino έχουν σχεδιαστεί από την Αμερικάνικη εταιρία SparkFun Electronics. Δεκαέξι επίσημες εκδοχές του Arduino Hardware έχουν χρησιμοποιηθεί εμπορικά μέχρι σήμερα. Αυτές είναι:

1. Το Serial Arduino, το οποίο προγραμματίζεται μέσω μίας σειριακής θύρας DE-9 και χρησιμοποιεί τον ATmega8.
2. Το Arduino Extreme, που χρησιμοποιεί USB interface για τον προγραμματισμό του, και διαθέτει τον ATmega8.

3. Το Arduino Mini, μία έκδοση του Arduino σε πλακέτα μικρότερου μεγέθους χρησιμοποιώντας ως μικροελεγκτή τον ATmega168 και τον ATmega328 σε νεότερες εκδόσεις.
4. Το Arduino Nano, μία ακόμα πιο μικρή σε μέγεθος πλακέτα, έχοντας για μικροελεγκτή τον ATmega168 και τον ATmega328 σε νεότερες εκδόσεις.
5. Το LilyPad Arduino, ένα μινιμαλιστικό σχέδιο για εφαρμογές ένδυσης και E-textiles χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted AT-mega328.
6. Το Arduino NG, με USB interface για προγραμματισμό της πλακέτας και χρησιμοποιώντας τον ATmega8.
7. Το Arduino NG plus, με USB interface για προγραμματισμό του και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168.
8. Το Arduino Bluetooth, με Bluetooth interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168.
9. Το Arduino Diecimila, με ένα USB interface και χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168.
10. Το Arduino Duemilanove ("2009"), χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 και ATmega328 σε καινούργια έκδοση και τροφοδοτείται μέσω USB με DC τάση.
11. Το Arduino Mega, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega1280 για περαιτέρω I/O και μνήμη.
12. Το Arduino Uno, χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία ATmega328 όπως το τελευταίο μοντέλο Duemilanove, αλλά ενώ το Duemilanove χρησιμοποιεί ένα FTDI chipset για το USB ενώ το Uno χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega8U2 προγραμματισμένο ως σειριακός μετατροπέας.
13. Το Arduino Mega2560, χρησιμοποιεί τεχνολογία surface-mounted ATmega2560 φέρνοντας την ολική μνήμη στα 256kB. Επίσης ενσωματώνει τη νέα τεχνολογία ATmega8U2 (ATmega16U2) USB chipset.
14. Το Arduino Leonardo, με ένα ATmega32U4 chip που εξαλείφει την ανάγκη για συνδεσιμότητα μέσω USB και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψηφιακό πληκτρολόγιο ή ποντίκι. Κυκλοφόρησε στο Maker Faire Bay Area το 2012.
15. Το Arduino Esplora, με εμφάνιση που παραπέμπει σε χειριστήριο κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών με joystick και ενσωματωμένους αισθητήρες για ήχο, φως, θερμοκρασία και επιτάχυνση.

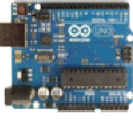


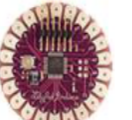







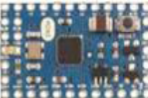


16. Το Arduino Due είναι ένα μικροχειριστήριο board βασισμένο στην τεχνολογία Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU. Είναι το πρώτο board της Arduino βασισμένη σε επεξεργαστή 32-bit ARM microcontroller.

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε μερικές πλατφόρμες του arduino και τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 2.1 Χαρακτηριστικά των Arduino

Πλατφόρμα Arduino	Μικροελεγκτής Atmel AVR	Flash KB	EEPROM KB	SRAM KB	Ψηφιακές Επαφές E / E	PWM	Αναλογικές Επαφές Εισόδου
Mini	ATmega328	32	1	2	14	6	8
LilyPad	ATmega328	32	1	2.5	9	4	4
Nano	ATmega328	32	1	2	22	6	8
Diecimila	Atmega168	16	512 bytes	1	14	6	6
Duemilanove	ATmega328	32	1	2	14	6	6
Mega	Atmega1280	128	4	8	54	14	16
Uno	ATmega328	32	1	2	14	6	6
Mega 2560	ATmega2560	256	4	8	54	14	16

Πίνακας 2.2 Εκδόσεις Arduino

				
Arduino Uno	Arduino Leonardo	Arduino Mega 2560	Arduino LilyPad	Arduino Mega ADK
				
Arduino Fio	Arduino Ethernet	Arduino Pro	Arduino BT	Arduino Nano
				
USB/Serial Light Adapter	Arduino Mini	Mini USB/Serial Adapter	Arduino Pro Mini	

Επίσης έχουν εκδοθεί και διάφορες πλακέτες επεκτάσεως δηλαδή βοηθητικές πλακέτες όπου εκτελούν εργασίες που δεν εκτελεί κάποια επίσημη πλακέτα arduino και είναι προσαρμοσμένες επάνω του. Κάποιες από αυτές είναι:

- Arduino MKR Motor Carrier για τον έλεγχο αεροκινητήρων, κινητήρων συνεχούς ρεύματος και βηματικών κινητήρων.
- Arduino MKR ENV Shield για μέτρηση θερμοκρασίας, υγρασίας, ατμοσφαιρικής πίεσης και έντασης φωτός.
- Arduino MKR GPS Shield για υπηρεσίες εντοπισμού θέσεως
- Arduino MKR ETH Shield δίνει τη δυνατότητα να συνδεθεί το arduino με το διαδίκτυο μέσω Ethernet.
- Arduino Motor Shield Rev3 έχει σχεδιαστεί για να οδηγεί επαγωγικά φορτία όπως ρελέ, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, κινητήρες συνεχούς ρεύματος και βηματικούς κινητήρες.

2.5 Το Λογισμικό Arduino

Για να προγραμματιστεί μια πλακέτα arduino θα χρειαστεί το περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino (IDE). Το περιβάλλον αυτό έχει συγγραφεί με την γλώσσα προγραμματισμού Java και αυτό το καθιστά μεταφέρσιμο στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα. Το IDE του Arduino περιέχει έναν έξυπνο συντάκτη, μεταγλωττιστή της C και C++, τερματικό για σειριακή επικοινωνία με το Arduino, κ.α.

Πιο συγκεκριμένα, η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για την συγγραφή προγραμμάτων στο Arduino είναι η Wiring (C, C++). Το IDE του Arduino χρησιμοποιεί εργαλεία GNU toolchain και AVR Libc για να παρέχει την μεταγλώττιση προγραμμάτων από C, C++ σε κατάλληλες AVR εντολές γλώσσας μηχανής, καθώς και το εργαλείο avrdude για την αποστολή του εκτελέσιμου προγράμματος στην Flash memory του Arduino. Η ψηφιακή σχεδίαση του υλικού μέρους του Arduino είναι ανοιχτή και προσβάσιμη από όλους μια και είναι δημοσιευμένη υπό την άδεια Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5. Επίσης, το περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino είναι ελεύθερο λογισμικό και είναι δημοσιευμένο υπό την άδεια GNU General Public License Version2.

Η διαδικασία είναι απλή, αφού ο χρήστης έχει γράψει τον κώδικα του, το IDE μεταγλωττίζει και μεταφράζει τον κώδικα στη γλώσσα του συναρμολογητή (assembler). Μετά την μετάφραση του κώδικα, ο IDE μεταφορτώνει το πρόγραμμα στον μικροελεγκτή Arduino. Το Arduino IDE διαθέτει έναν ενσωματωμένο αναλυτή κώδικα ο οποίος θα ελέγξει τον κώδικα του χρήστη πριν τον στείλει στο Arduino. Το λογισμικό IDE περιλαμβάνει το σύνολο διαφορετικών προγραμμάτων που είναι έτοιμα για δοκιμή στη συσκευή. Μετά τη δοκιμή του προγράμματος μπορεί να μεταφορτωθεί στο Arduino από USB καλώδιο (Banzi, 2011).



Εικόνα 2.3 Περιβάλλον Arduino IDE

Κεφάλαιο 3ο: Πρωτόκολλο Bluetooth – Λειτουργικό Android

3.1 Το Πρωτόκολλο Bluetooth

Το Bluetooth είναι ένα σύστημα ασύρματης επικοινωνίας, μικρής εμβέλειας, το οποίο χρησιμοποιείται για να αντικαταστήσει τη καλωδίωση για τη διασύνδεση φορητών συσκευών μεταξύ τους ή και άλλων ηλεκτρονικών μη-φορητών συσκευών. Τα χαρακτηριστικά στοιχεία που καθιστούν το Bluetooth διαδιδόμενη τεχνολογία στον τομέα της ασύρματης δικτύωσης είναι η ευρωστία στην επικοινωνία, η χαμηλή κατανάλωση και το χαμηλό κόστος. Κάθε συσκευή η οποία υποστηρίζει το πρωτόκολλο φέρει και το πλέον διαδεδομένο λογότυπο του που φαίνεται στην Εικόνα.



Εικόνα 3.1 Το λογότυπο του Bluetooth

Η ιδέα της ανάπτυξης της τεχνολογίας Bluetooth ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '90 από μία ομάδα μηχανικών της Σουηδικής εταιρίας Ericsson, όταν οραματίστηκαν ένα παγκόσμιο πρότυπο ασύρματης δικτύωσης, μικρής εμβέλειας και χαμηλού κόστους. Οι πρώτες μελέτες αφορούσαν κυρίως την κινητή τηλεφωνία, όπου σαν στόχος είχε τεθεί η ασύρματη διασύνδεση του κινητού τηλεφώνου με τα περιφερειακά του. Σύντομα ιδρύθηκε το Bluetooth SIG (Special Interest Group), με σκοπό την ανάπτυξη του συγκεκριμένου, ανοιχτού πρωτοκόλλου στο οποίο μετείχαν οι ιδρυτικές εταιρίες Intel, IBM, Nokia, Toshiba. Εν συνεχεία, κι άλλες εταιρίες προστέθηκαν στο SIG με αποτέλεσμα σήμερα να απαριθμούμε πάνω από 1800 στο σύνολό τους. Η τρέχουσα έκδοση του πρωτοκόλλου είναι η 5 (2016).

3.2 Παρουσίαση Πρωτόκολλου Bluetooth

Το σύστημα επικοινωνίας Bluetooth αποτελείται από τον RF (Radio Frequency) πομποδέκτη, το σύστημα διαχείρισης της βασικής ζώνης (Bluetooth Baseband) και τη στοίβα πρωτοκόλλου. Το σύστημα προσφέρει υπηρεσίες που επιτρέπουν τη διασύνδεση των συσκευών και την ανταλλαγή διαφορετικού τύπου δεδομένων. Ο Bluetooth πομποδέκτης λειτουργεί στην ελεύθερη ζώνη ISM (Industrial Scientific Medical band) των 2.4 GHz όπου δεν απαιτείται κάποια ιδιαίτερη άδεια χρήσης, χρησιμοποιεί την FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) τεχνική για να αντιμετωπίσει τα

γνωστά φαινόμενα των παρεμβολών και της εξασθένισης και παρέχει πολλά κανάλια για επικοινωνία. Πολλές εταιρίες παρέχουν έτοιμες λύσεις ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με χαμηλό κόστος, μικρές διαστάσεις και υψηλή αξιοπιστία. Ο βασικός ρυθμός μετάδοσης του πρωτοκόλλου είναι 1 Mbit/s ενώ κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες μπορεί να αυξηθεί και σε 2 Mbit/s ή ακόμη και 3 Mbit/s. Οι αντίστοιχες ονομασίες των παραπάνω ρυθμών μετάδοσης είναι Basic Rate και Enhanced Data Rate αντίστοιχα. Ανάλογα με την μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ εκπομπής της συσκευής Bluetooth ορίζεται και η αντίστοιχη κλάση (Class) της. Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς της μετάδοσης τόσο μεγαλύτερη η εμβέλεια της αλλά και η κατανάλωση. Επομένως, συσκευές οι οποίες προορίζονται για εφαρμογές με κριτήριο την μεγάλη αυτονομία πρέπει να είναι και μικρής κλάσης, θυσιάζοντας έτσι την μεγάλη εμβέλεια.

Πίνακας 3.1 Οι διαφορετικές κλάσεις του Bluetooth

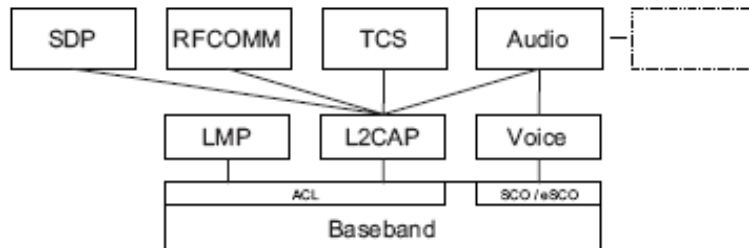
<u>Class</u>	<u>Μέγ. Επιτρεπόμενη Ισχύς</u>	<u>Εμβέλεια</u>
<u>Class 1</u>	<u>100 mW (20 dBm)</u>	<u>~100 m</u>
<u>Class 2</u>	<u>2.5 mW (4 dBm)</u>	<u>~10 m</u>
<u>Class 3</u>	<u>1 mW (0 dBm)</u>	<u>~1 m</u>

3.3 Δομή και Εκδόσεις Bluetooth

Η βασική δομική μονάδα ενός δικτύου Bluetooth είναι το piconet, στο οποίο όλοι οι κόμβοι που μετέχουν (μέχρι 7 συσκευές Slaves) μοιράζονται τον ίδιο κώδικα διασποράς και υπόκεινται στον έλεγχο ενός κοινού Master. Ο τελευταίος διαμοιράζει στους σταθμούς Slaves την πρόσβαση στο κοινό μέσο (τον ελεύθερο χώρο) με τη μέθοδο FS-FDMA , όπου ο χρόνος διαμερίζεται σε αυστηρές χρονοθυρίδες, ο Master εκπέμπει στις περιττές και οι Slaves στις άρτιες (εναλλάξ), κάθε κόμβος που θέλει να εκπέμπει λαμβάνει περιοδικά από τον Master το δικαίωμα μετάδοσης σε 1, 3 ή 5 συνεχόμενες χρονοθυρίδες και κατά τη διάρκεια εκπομπής ενός πλαισίου δεν γίνεται εναλλαγή συχνότητας. Τα τερματικά μεταδίδουν μόνο στον Master, ο οποίος αποστέλλει στη συνέχεια τα πλαίσιά τους προς τον τελικό παραλήπτη, και διακρίνονται από μία παγκόσμια μοναδική 48-bit διεύθυνση. Δύο ή περισσότερα piconet μπορούν να βρίσκονται στον ίδιο χώρο, με τους κόμβους να μπορούν να συμμετέχουν σε παραπάνω από ένα ταυτόχρονα, και να επικοινωνούν μεταξύ τους δημιουργώντας ένα μεγαλύτερης κλίμακας scatternet. Υπάρχουν δύο τύποι συνδέσεων:

- 1) Σύγχρονες ή SCO. Επιτρέπουν τη διέλευση χρονικά κρίσιμων πληροφοριών (συνήθως φωνής), κάθε κόμβος μπορεί να δεσμεύσει μόνο μέχρι μία χρονοθυρίδα, έχουν ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 64 kbps, υλοποιούν συνδεοστροφική επικοινωνία αυστηρά από σημείο σε σημείο, χρησιμοποιούν αλγορίθμους ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων (FEC), ενώ δεν υπάρχουν επανεκπομπές ή επιβεβαιώσεις.

- 2) Ασύγχρονες ή ACL. Τυπικά χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση δεδομένων, κάθε κόμβος μπορεί να δεσμεύσει 1, 3 ή 5 χρονοθυρίδες για την εκπομπή ενός πλαισίου, είναι ασυνδεσμικές με έλεγχο ροής, έλεγχο σφαλμάτων (με αριθμούς ακολουθίας 1-bit και θετικές/αρνητικές επιβεβαιώσεις) και δυνατότητα πολυδιανομής, ενώ ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να ανέβει ως τα 724 kbps.



Σχήμα 3.1 Δομή της στοίβας πρωτοκόλλου

Οι πρώτες εκδόσεις ήταν Bluetooth 1.0 ,1.0B το 1999 και Bluetooth 1.1 το 2001 οι οποίες δεν είχαν μεγάλη χρήση γιατί υπήρχαν θέματα αξιοπιστίας και διαλειτουργικότητας.

Έτσι το 2003 έρχεται το Bluetooth 1.2 η οποία είναι η πρώτη ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία Bluetooth. Η προσαρμοστική εναλλαγή συχνότητας (AFH) βοήθησε στην αποφυγή παρεμβολών με Wi-Fi και άλλες τεχνολογίες στην ίδια συχνότητα. Επίσης βελτιώθηκε σημαντικά και η ταχύτητα ζευγαρώματος των συσκευών.

Επόμενη έκδοση είναι η Bluetooth 2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) το 2004. Βασική αλλαγή είναι η κωδικοποίηση τριών δυαδικών ψηφίων έναντι ενός όπου αύξησε τον ρυθμό δεδομένων από 1 σε 3 Mbps (στην πράξη 2.1 Mbps). Ακόμα βελτιώθηκαν οι παρεμβολές και χρησιμοποιήθηκε και λιγότερη ισχύς.

Στο Bluetooth 2.1 του 2007 προστέθηκε το ασφαλές απλό ζεύγος (SSP) για να κάνει το ζευγάρι ταχύτερο και πιο ασφαλές. Πλέον η κρυπτογράφηση γίνεται υποχρεωτική, βελτιώθηκε η ασφάλεια και χρησιμοποιήθηκε ακόμα λιγότερη ισχύς.

Η Bluetooth 3.0 + HS (High Speed) του 2009, ξεκίνησε τη σύνδεση μέσω Bluetooth αλλά μεταδίδει δεδομένα μέσω Wi-Fi.

Η Bluetooth 4 (2010) εισήγαγε χαμηλής κατανάλωσης χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας Bluetooth, με το σήμα "Bluetooth Smart". Δείτε Bluetooth LE .

Η Bluetooth 4.1 σχεδιάστηκε το 2013 έκανε την ανταλλαγή δεδομένων πιο αποτελεσματική και είχε καλύτερη συνύπαρξη με τις συχνότητες LTE. Το BT 4.1 διατηρεί συνδέσεις με λιγότερη χειροκίνητη επέμβαση και οι συσκευές μπορούν να είναι ταυτόχρονα πελάτης και διανομέας, επιτρέποντας στις συσκευές Bluetooth να επικοινωνούν μεταξύ τους. Πριν από το BT 4.1, συσκευές που μεταδίδονται σε ένα διανομέα ενσωματωμένο στον υπολογιστή ή σε αυτόνομο dongle.

Επόμενη έκδοση είναι το Bluetooth 4.2 του 2014, σχεδιασμένο για Internet of Things (IoT). Το BT 4.2 αύξησε το μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου στο πακέτο Bluetooth κατά 10x, μειώνοντας δραματικά τα γενικά έξοδα για να αποδώσει 2,5 φορές περισσότερα δεδομένα. Χρησιμοποιείται η έκδοση IPv6 ασύρματης προσωπικής περιοχής (WPAN) χαμηλής κατανάλωσης (6LoWPAN), η οποία επιτρέπει σε δισεκατομμύρια συσκευές να έχουν μια μοναδική διεύθυνση IP. Υποστηρίζει επίσης ιδιωτικό απόρρητο, το οποίο εμποδίζει τα καταστήματα λιανικής να αντιληφθούν την παρουσία ενός χρήστη. Μια πιο στιβαρή έκδοση με μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, σχεδιάστηκε το 2016, η Bluetooth 5. Τέλος η Bluetooth 5 αύξησε το εύρος της εξωτερικής μετάδοσης από 50 σε 200 μέτρα. Οι υπηρεσίες τοποθεσίας βελτιώθηκαν επειδή μπορούσαν να μεταφέρουν περισσότερες πληροφορίες πριν από τη δημιουργία μιας σύνδεσης. Τα πρώτα smartphones που υποστηρίζουν το BT 5 ήταν τα Galaxy S8 και iPhone 8 και X.



Εικόνα 3.2 Μία περιφερειακή συσκευή Bluetooth συνδεόμενη μέσω διαύλου

3.4 Λειτουργικό Android

Ανδροειδές, η ελληνική λέξη που χαρακτηρίζει τη σημασία του λειτουργικού συστήματος, παράγωγο των λέξεων άνδρας και είδος και πλέον μία από τις πιο δημοφιλείς λέξεις στο τεχνολογικό κλάδο και όχι μόνο. Η Google με σύμμαχο της τον οργανισμό Open Handset Alliance, μιας σύμπραξης 48 τηλεπικοινωνιακών εταιριών (HTC, Samsung κ.τ.λ.), δημιούργησαν τη πλατφόρμα Android με εφαρμογή σε κινητές συσκευές. Στη συνέχεια θα γίνει λεπτομερή παρουσίαση του λειτουργικού συστήματος, αναφορά στα διάφορα χαρακτηριστικά του, στις δυνατότητες που προσφέρει. Θα συγκρίνουμε το Android με τα άλλα σημαντικά λειτουργικά συστήματα της αγοράς, θα μελετήσουμε τα βασικά μέρη της αρχιτεκτονικής του Android, τις χρήσεις του σε συσκευές και τέλος θα αναδείξουμε τις δυνατότητες που δίνει το λειτουργικό σύστημα στο κοινό και στους ειδικούς με τη δημιουργία μιας εφαρμογής βασισμένης στις αρχές του Android. Επιπρόσθετα στόχος της Google ήταν η δημιουργία ενός λειτουργικού συστήματος κατανοητό από το ευρύ κοινό, με δυνατότητα λήψης εφαρμογών από το Play Store του εύκολα, γρήγορα, αποσαφηνίζοντας τα πάντα, όπως για παράδειγμα τις επιπλέον χρεώσεις για τη χρήση δεδομένων ή τις χρεώσεις που επιβαρύνουν το χρήστη για την αγορά συγκεκριμένου αριθμού εφαρμογών.



Εικόνα 3.3 Το λογότυπο του Android

Το Android είναι μια στοίβα λογισμικού για κινητές συσκευές, η οποία περιλαμβάνει λειτουργικό σύστημα, ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) και βασικές εφαρμογές. Το Android τρέχει τον πυρήνα του λειτουργικού Linux και μέσω της δικιάς του εργαλειοθήκης ανάπτυξης συστήματος λογισμικού (Software Development Kit) επιτρέπει στους κατασκευαστές να δημιουργούν πρωτοποριακές εφαρμογές. Το 2003 είναι το έτος ίδρυσης της Android Inc. η οποία εξαγοράζεται από τη Google τον Αύγουστο του 2005. Με την ίδρυση της η Open Handset Alliance (OHA) το 2007 έφερε στην αγορά την πρώτη έκδοση του Android, Android 1.0 beta. Με το πέρασμα των χρόνων η πλατφόρμα του Android εξελίσσεται και βελτιώνεται μέσω ενημερώσεων και νέων εκδόσεων έτσι ώστε να είναι αποδοτική για τους εκατομμύρια χρήστες που τη χρησιμοποιούν με τη βοήθεια διαφόρων συσκευών όπως e-books, tablets και smartphones. Στη συνέχεια αναφέρονται διαφορετικές εκδόσεις του Android, από τις παλαιότερες προς τις νεότερες.

3.5 Ιστορική Αναδρομή Πλατφόρμας και Εκδόσεις

Το 2003 ιδρύθηκε η Android Inc. από τους Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears και Chris White. Τον Αύγουστο του 2005 η Google αγοράζει την Android Inc και οι ιδρυτές της παραμένουν στην εταιρεία. Στις 5 Νοεμβρίου 2007 ιδρύθηκε η Open Handset Alliance (OHA), μια κοινοπραξία διάφορων επιχειρήσεων όπως κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων, προγραμματιστών εφαρμογών και κατασκευαστών ολοκληρωμένων (τσιπ), με στόχο να αναπτύξει ανοιχτά πρότυπα (open standards) για τις κινητές συσκευές. Το 2007 η Open Handset Alliance (OHA) παρουσίασε το πρώτο προϊόν τους, το Android 1.0 beta. Έκτοτε η πλατφόρμα Android έχει περάσει μέσα από πολλές αλλαγές καθώς έχουν κυκλοφορήσει εκατοντάδες συσκευές όπως έξυπνα κινητά, ταμπλέτες και ηλεκτρονικά βιβλία. Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι εκδόσεις του Android:

Πίνακας 3.2 Εκδόσεις λειτουργικού Android

Στοιχεία έκδοσης	Χαρακτηριστικά
Έκδοση: 1.0 Κωδικός: - Ημερομ.: 23 Σεπτεμβρίου 2008	Κωδικός: Astro αλλά δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για εμπορικούς λόγους, για αυτό το λόγο έχει μείνει χωρίς κωδικό ονομασίας

Έκδοση: 1.1 Κωδικός: - Ημερομ.: 9 Φεβρουαρίου 2009	Κωδικός: Bender αλλά δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για εμπορικούς λόγους, για αυτό το λόγο έχει μείνει χωρίς κωδικό ονομασίας
Έκδοση: 1.5 Κωδικός: Cupcake Ημερομ.: 30 Απριλίου 2009 Linux Kernel: 2.6.27	Νέες λειτουργίες για την κάμερα της συσκευής, προσθήκη έξυπνου πληκτρολογίου, νέες λειτουργίες για τις συνδέσεις Bluetooth, νέο γραφικό περιβάλλον και νέα λειτουργία άμεσης δημοσίευσης αρχείων βίντεο σε γνωστές σελίδες όπως π.χ. YouTube
Έκδοση: 1.6 Κωδικός: Donut Ημερομ.: 15 Σεπτεμβρίου 2009 Linux Kernel: 2.6.29	Ταχύτερη απόκριση, νέες λειτουργίες για διαγραφή πολλών αρχείων ταυτόχρονα, αναζήτηση και κλήση μέσω φωνητικών εντολών, έξυπνες λειτουργίες αναζήτησης, προσθήκη νέων πομποδεκτών, νέα πλατφόρμα ανάπτυξης.
Έκδοση: 2.0 / 2.1 Κωδικός: Eclair Ημερομ.: 26 Οκτωβρίου 2009 Linux Kernel: 2.6.29	Ταχύτερη απόκριση του υλικού, υποστήριξη νέων οθονών και αναλύσεων, νέο γραφικό περιβάλλον, νέος φυλλομετρητής, νέα έκδοση του Google Maps 3.1.2 υποστήριξη φλάς για κάμερες και ψηφιακού zoom υποστήριξη multi-touch events, νέες λειτουργίες πληκτρολογίου, υποστήριξη του Bluetooth 2.1
Έκδοση: 2.2 Κωδικός: Froyo Ημερομ.: 20 Μαΐου 2010 Linux Kernel: 2.6.32	Βελτιωμένη ταχύτητα του λειτουργικού και αποδοτικότερη λειτουργία, ενσωμάτωση του JavaScript μηχανισμού του φυλλομετρητή Chrome V8 στην εφαρμογή του Browser, μεγαλύτερη υποστήριξη του Microsoft Exchange, βελτιωμένες λειτουργίες εκκίνησης των εφαρμογών, ενσωμάτωση λειτουργιών για αυτόματη ενημέρωση των εφαρμογών και εγκατάσταση αυτών σε κάρτα μνήμης, υποστήριξη του Adobe Flash 10.1

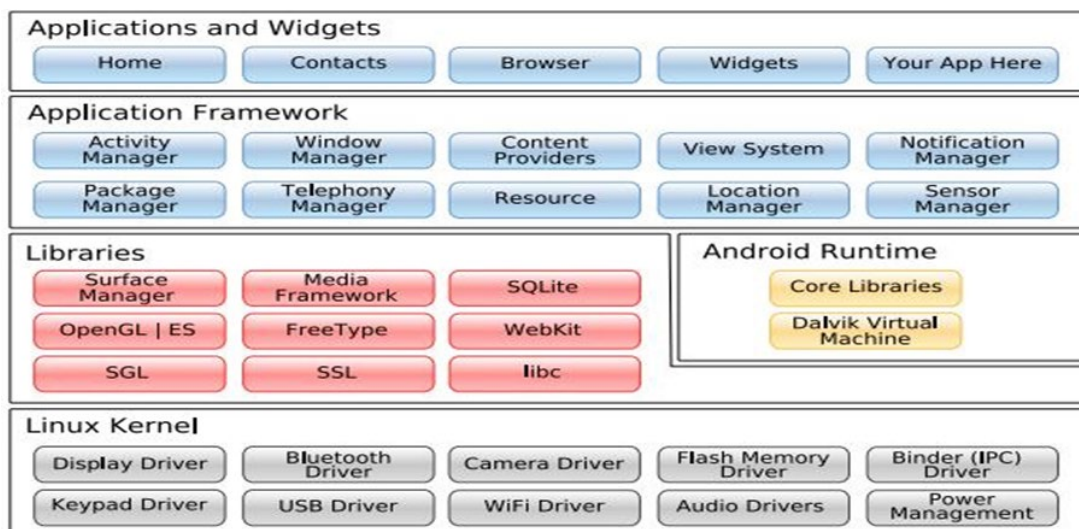
<p>Έκδοση: 2.3 Κωδικός: Gingerbread Ημερομ.: 6 Δεκεμβρίου 2010 Linux Kernel: 2.6.35.7</p>	<p>Βελτιωμένη σχεδίαση του γραφικού περιβάλλοντος, υποστήριξη για οθόνες μεγάλων μεγεθών και αναλύσεων υποστήριξη πρωτοκόλλου SIP για τηλεφωνία μέσω VoIP, υποστήριξη του WebM/VP8 τύπου βίντεο και κωδικοποιητή AAC, βελτίωση ήχου, υποστήριξη Near Field Communication και νέα λειτουργία System-wide copy-paste, νέο περιβάλλον ανάπτυξης και νέες λειτουργίες ήχου και απεικόνισης για ανάπτυξη παιχνιδιών, υποστήριξη αισθητήρων, βελτιωμένη διαχείριση ενέργειας, υποστήριξη πολλαπλών καμερών και μετάβαση από το σύστημα αρχείων YAFFS στο ext4.</p>
<p>Έκδοση: 3 Κωδικός: Honeycomb Ημερομ.: 20 Φεβρουαρίου 2011 Linux Kernel: 2.6.36</p>	<p>Video chat μέσω Google Talk λογισμικό για 3D multi-core επεξεργαστές περισσότεροι αισθητήρες</p>
<p>Έκδοση: 4.0 Κωδικός: Ice Cream Sandwich Ημερομ.: 18 Μαΐου 2011 Linux Kernel: 3.0.1</p>	<p>Ενσωματωμένο πρόγραμμα επεξεργασίας φωτογραφιών, λογισμικό αναγνώρισης προσώπου, μηδενική καθυστέρηση κλείστρου, πανοραμική λήψη και ζουμ κατά την εγγραφή και τέλος web browser με 16 καρτέλες</p>
<p>Έκδοση: 4.1/4.2/4.3 Κωδικός: Jelly Bean Ημερομ.: 9 Ιουλίου 2012 Linux Kernel: 3.0.31</p>	<p>Αυτόματη προσαρμογή widget σε κάθε οθόνη, φωνητική πληκτρολόγηση χωρίς σύνδεση Internet, περισσότερες επιλογές για A.M.E.A, πιο εύκολη πλοήγηση σε φωτογραφίες, νέο γραφικό περιβάλλον στα αποτελέσματα μιας αναζήτησης, Google now η οποία εμφανίζει αποτελέσματα αναζήτησης ανάλογα με τη τοποθεσία του χρήστη και τα προσωπικά στοιχεία που έχει δηλώσει στο ημερολόγιο, wireless display το οποίο θα επιτρέπει το διαμοιρασμό της εικόνας της συσκευής σας με μία HDTV</p>

Έκδοση: 4.4 Κωδικός: KitKat Ημερομ.: 31 Οκτωβρίου 2013 Linux Kernel:	Καλύτερη ενσωμάτωση των υπηρεσιών cloud μέσα στις εφαρμογές, εμπλουτισμένη υποστήριξη printing, δυνατότητα να κάνει κάθε εφαρμογή να ενεργεί σαν μία NFC smart card, ενσωμάτωση υποστήριξης για αισθητήρες μέτρησης βημάτων, ένα νέο API για υποστήριξη IR, καθώς και ένα νέο utility screen recording.
Έκδοση: 5.0/5.1 Κωδικός: Lollipop Ημερομ.: 3 Νοεμβρίου 2014 Linux Kernel:	Αυξημένο έλεγχο της συσκευής από τον χρήστη, επέκταση της αυτονομίας της μπαταρίας έως και 90 λεπτά, δυνατότητα ορισμού διαφορετικών λογαριασμών χρηστών, νέους τρόπους κλειδώματος (Smart Lock)
Έκδοση: 6.0 Κωδικός: Marshmallow Ημερομ.: 5 Οκτωβρίου 2015 Linux Kernel:	Βελτιωμένη “αποκοπή-επικόλληση”, Φωνητική αναζήτηση απευθείας από την οθόνη κλειδώματος
Έκδοση: 7.0/7.1 Linux Kernel Κωδικός: Nougat Ημερομ.: 22 Αυγούστου 2016 (7.0) Linux Kernel	Δυνατότητα εμφάνισης πολλαπλών εφαρμογών στην οθόνη με διαίρεσης της οθόνης
Έκδοση: 8.0/8.1 Κωδικός: Oreo Ημερομ.: 21 Αυγούστου 2017 (8.0) Linux Kernel	Ο Βοηθός Google ενοποιήθηκε στο Android, βελτιώσεις στην αυτόματη συμπλήρωση, στην εισαγωγή της λειτουργίας Picture-in-Picture
Έκδοση: 9.0 Κωδικός: Pie Ημερομ.: 6 Αυγούστου 2018 (9.0) Linux Kernel	Χρησιμοποιήθηκε η τεχνητή νοημοσύνη, βελτιώσεις στη διαχείριση της μπαταρίας, στην προσαρμοστική φωτεινότητα
Έκδοση: 10.0 Κωδικός: Q Ημερομ.: 3 Σεπτεμβρίου 2019 (10.0) Linux Kernel	Εμπειρία χρήστη πιο ομαλή και ασφαλής, μεγαλύτερη χρηστικότητα για τους χρήστες, νέα σχεδίαση διεπαφής χρήστη που είναι πολύ πιο διαισθητικό και εύκολο στη χρήση, βελτιώσεις ασφάλειας και απορρήτου, βελτίωση στην υποστήριξή του για διαφορετικές συσκευές (smartphone, tablet, smartwatches), βελτίωση στην υποστήριξή του για εφαρμογές και παιχνίδια, σημαντική βελτίωση στην

	μπαταρία.
Έκδοση: 11.0 Κωδικός: R Ημερομ.: 19 Φεβρουαρίου 2020 (11.0) Linux Kernel	Βελτιωμένη ασφάλεια και ιδιωτικότητα, βελτιωμένη συνδεσιμότητα, βελτίωση μπαταρίας, βελτιστοποίηση χρήσης μνήμης, βελτιώσεις στην εμπειρία παιχνιδιού.

3.6 Η Αρχιτεκτονική του Android

Παρακάτω απεικονίζεται το διάγραμμα αρχιτεκτονικής του Android.



Σχήμα 3.2 Διάγραμμα αρχιτεκτονικής Android

Το Android αποτελείται από τα ακόλουθα στρώματα:

- Εφαρμογές (γραμμένες σε Java,σε εκτέλεση Dalvik)
- Πλαίσιο των υπηρεσιών και βιβλιοθήκες (γραμμένα κυρίως σε Java)

Οι εφαρμογές και οι περισσότεροι κωδικοί πλαισίου εκτελούνται σε μια εικονική μηχανή.

- Βιβλιοθήκες και υπηρεσίες (γραμμένες σε C και C++)
- Ο πυρήνας του Linux ο οποίος περιλαμβάνει:

Τους οδηγούς για το υλικό, τη δικτύωση, τη πρόσβαση στο σύστημα αρχείων και στο εσωτερικό των διαδικασιών επικοινωνίας.

Η αρχιτεκτονική του Android περιλαμβάνει τα εξής επίπεδα, πηγαίνοντας από το υψηλότερο στο χαμηλότερο:

- **2.1 Επίπεδο εφαρμογών (Applications):** Το Android εξαρχής περιέχει ένα σύνολο από βασικές εφαρμογές που περιλαμβάνουν ένα email client, ένα πρόγραμμα για SMS μηνύματα, ημερολόγιο, χάρτες (Google Maps), περιηγητή ιστού, πρόγραμμα για δομημένη αποθήκευση των επαφών και άλλα. Όλες οι εφαρμογές είναι γραμμένες σε γλώσσα προγραμματισμού Java.

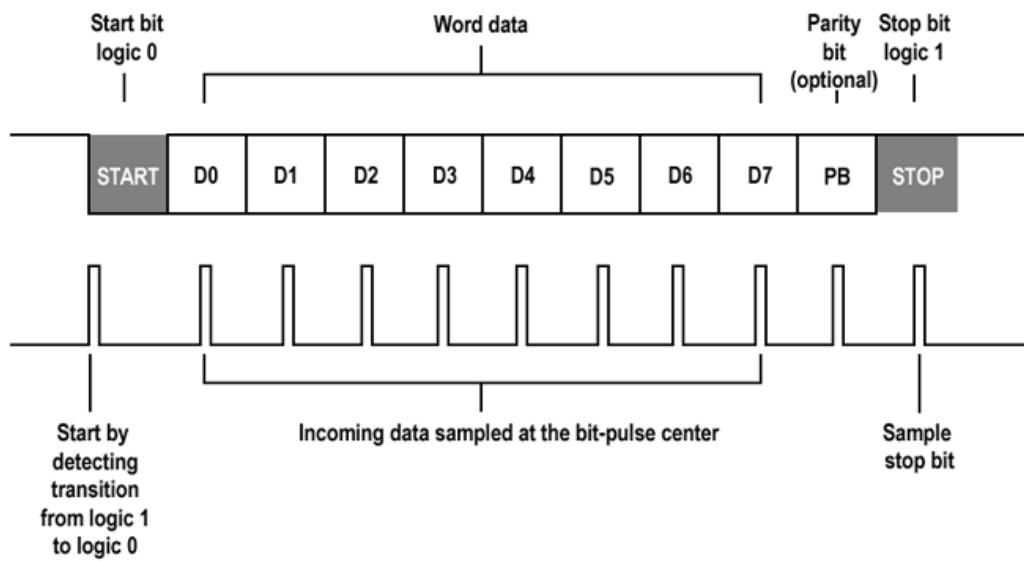
- **2.2 Επίπεδο πλαισίου εφαρμογών (Applications Framework):** Ακολουθώντας μια ανοιχτή πλατφόρμα ανάπτυξης, το Android προσφέρει στους προγραμματιστές τη δυνατότητα να κατασκευάσουν πλούσιες και καινοτόμες εφαρμογές. Οι προγραμματιστές είναι ελεύθεροι να αξιοποιήσουν πλήρως το hardware της συσκευής, να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες εντοπισμού θέσεις, να τρέξουν υπηρεσίες στο background, να θέσουν χρονοδιακόπτες για την εμφάνιση ειδοποιήσεων και πολλά άλλα. Επίσης, έχουν πλήρη πρόσβαση στο ίδιο πλαίσιο από APIs που έχουν οι βασικές εφαρμογές του Android.
 - Η αρχιτεκτονική είναι διαμορφωμένη με τέτοιο τρόπο που κάθε εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιήσει τις δυνατότητες μιας άλλης και επιπλέον με τέτοιο τρόπο που δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να αλλάξει τα συστατικά κάθε εφαρμογής. Κάτω από το πλαίσιο των εφαρμογών υπάρχει ένα σύστημα από υπηρεσίες και συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν:
 - Ένα διαχειριστή περιεχομένου (Content Manager), ο οποίος επιτρέπει στις εφαρμογές την πρόσβαση σε δεδομένα άλλων εφαρμογών ή το διαμοιρασμό των δικών τους δεδομένων με άλλες εφαρμογές.
 - Ένα διαχειριστή πόρων (Resource Manager) για την πρόσβαση στους πόρους όπως strings, εικόνες, layout files.
 - Ένα διαχειριστή ειδοποιήσεων (Notification Manager), ο οποίος επιτρέπει την προβολή ειδοποιήσεων στη μπάρα κατάστασης (status bar).
 - Ένας διαχειριστής δραστηριοτήτων (Activity Manager), ο οποίος διαχειρίζεται το κύκλο ζωής των εφαρμογών.
- **2.3 Επίπεδο Βιβλιοθηκών (Libraries):** Το οποίο περιλαμβάνει ένα σύνολο από βιβλιοθήκες γραμμένες σε C/C++ οι οποίες χρησιμοποιούνται από διάφορα στοιχεία του συστήματος του Android. Οι δυνατότητες που προσφέρουν αυτές οι βιβλιοθήκες είναι η προσβασιμότητα στους προγραμματιστές μέσω του επιπέδου πλαισίου εφαρμογής. Μερικές από τις κυριότερες βιβλιοθήκες είναι:
 - “WebKit”, η βιβλιοθήκη αυτή δημιουργήθηκε για τη μηχανή αναζήτησης Ιστού όπως ακόμη και για την ασφάλεια του διαδικτύου και υποστηρίζει το Google Chrome και το Safari.
 - “SQLite”, η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη υποστηρίζει τη βάση SQL. Πλεονέκτημα της είναι η κράτηση αποθηκευτικό χώρο για κάθε είδους εφαρμογή.
 - “SS”, είναι ένα πρωτόκολλο που διασφαλίζει την επικοινωνία μεταξύ του web browser και του web server με τη βοήθεια ενός πιστοποιητικού.
 - “Surface Manager”, αυτή η βιβλιοθήκη είναι υπεύθυνη για την διαχείριση των παραθύρων (διάφανα παράθυρα) και κομψές μεταβάσεις μεταξύ αυτών. Όπως επίσης και τη σύνθεση δισδιάστατων (2D) και τρισδιάστατων (3D) γραφικών.
- **2.4 Επίπεδο Εκτέλεσης (Android Runtime) :** Το οποίο αποτελείται από ένα σύνολο βασικών βιβλιοθηκών και την Dalvik Virtual Machine. Η Dalvik Virtual Machine είναι αυτή που ευθύνεται για τη δημιουργία εφαρμογών και εκτελέσιμων αρχείων έτσι ώστε το σύστημα να είναι ικανό να

τα «τρέξει». Εκροή μιας εικονικής μηχανής Java για φορητές συσκευές η Dalvik έχει ως σκοπό το τρέξιμο πολλών στιγμιότυπων ταυτόχρονα. Το Android δίνει τη δυνατότητα σε κάθε εκτελέσιμο πρόγραμμα να εκτελείται από μια προσωπική Virtual Machine για την αποφυγή σφαλμάτων.

- **2.5 Πυρήνας του Linux:** Το Android βασίζεται στον πυρήνα Linux έκδοση 2.6 για βασικές υπηρεσίες συστήματος, όπως ασφάλεια, διαχείριση μνήμης, διαχείριση διεργασιών, στοίβα δικτύου και οδηγούς συσκευών. Ο πυρήνας λειτουργεί επίσης ως ένα ενδιάμεσο επίπεδο αφαίρεσης μεταξύ της στοίβας λογισμικού και του υλικού.
- **2.6 Android Play Store:** Το market του Android δημιουργήθηκε και έκανε την πρώτη του εμφάνιση το φθινόπωρο του 2008. Κάθε κάτοχος κινητού συμβατό με το λειτουργικό Android είχε τη δυνατότητα χρήσης του συγκεκριμένου ηλεκτρονικού καταστήματος, από το οποίο θα μπορεί να κατεβάσει είτε με κάποιο αντίτιμο είτε δωρεάν διαφόρων τύπων εφαρμογές.

3.7 Πρωτόκολλο επικοινωνίας UART

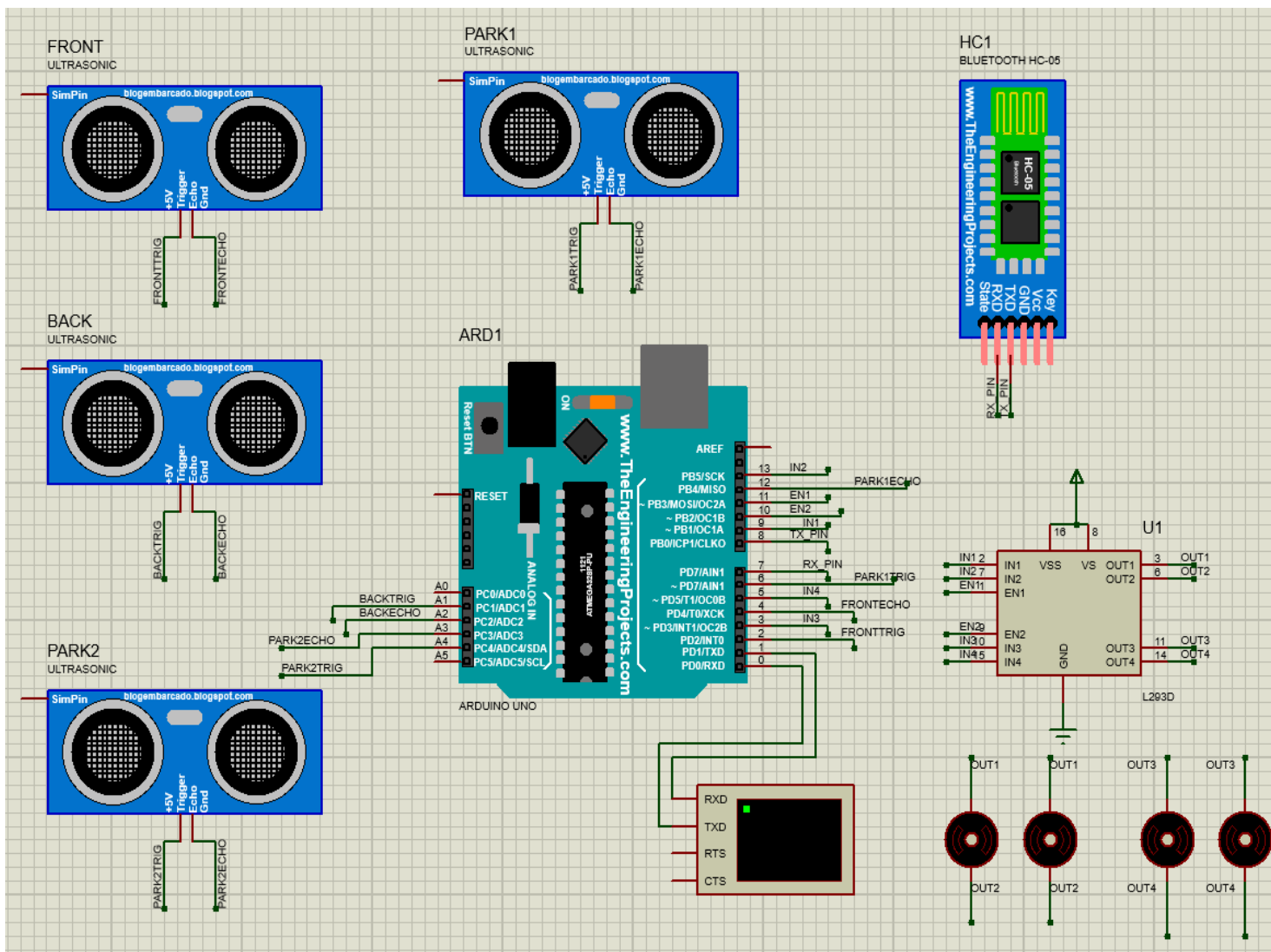
Το πρωτόκολλο επικοινωνίας UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα επικοινωνίας σειριακών δεδομένων. Χρησιμοποιείται για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ δύο συσκευών, όπως μικροελεγκτές, αισθητήρες, περιφερειακές συσκευές και υπολογιστές. Η βασική αρχή του πρωτοκόλλου UART είναι η ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων, δηλαδή τα δεδομένα μεταδίδονται ένα bit τη φορά, χωρίς κάποιο εξωτερικό ρολόι για τον συγχρονισμό. Κάθε συσκευή πρέπει να έχει συμφωνήσει εκ των προτέρων σε έναν κοινό ρυθμό μετάδοσης (baud rate), που καθορίζει τον αριθμό των μεταβάσεων των δεδομένων ανά δευτερόλεπτο. Η επικοινωνία μέσω UART απαιτεί τη χρήση δύο καλωδίων: το καλώδιο TX (Transmit) για τη μετάδοση δεδομένων από την αποστολή στην λήψη, και το καλώδιο RX (Receive) για την αντίστροφη κατεύθυνση. Τα δεδομένα που μεταδίδονται μέσω UART συνήθως περιλαμβάνουν τα δεδομένα που πρέπει να μεταδοθούν, καθώς και επιπλέον πληροφορίες ελέγχου, όπως το bit εκκίνησης (start bit) που χρησιμοποιείται για να ξεκινήσει η μετάδοση ενός πακέτου δεδομένων το bit ελέγχου (parity bit) για τον έλεγχο σφαλμάτων και το stop bit για τον καθορισμό του τέλους του πακέτου δεδομένων. Ο προγραμματισμός της επικοινωνίας UART περιλαμβάνει τη ρύθμιση των παραμέτρων ρυθμού μετάδοσης, των bits ελέγχου, του start και stop bit, καθώς και την αποστολή και λήψη δεδομένων με τη σωστή σειρά. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας UART είναι απλό, αξιόπιστο και ευέλικτο, καθιστώντας το κατάλληλο για πολλές εφαρμογές που απαιτούν απλή σειριακή επικοινωνία. Είναι επίσης διαδεδομένο και υποστηρίζεται από πολλές συσκευές και πλατφόρμες.



Εικόνα 3.4 Το Πρωτόκολλο UART

Η μετάδοση δεδομένων ξεκινά με το bit εκκίνησης (Start bit), το οποίο είναι πάντα χαμηλό (0) και σηματοδοτεί την έναρξη του πακέτου δεδομένων. Ακολουθούν τα bits δεδομένων (Data bits), τα οποία μπορεί να είναι 7 ή 8 bits ανάλογα με τη ρύθμιση του πρωτοκόλλου. Τέλος, υπάρχει το Stop bit, το οποίο είναι πάντα υψηλό (1) και χρησιμοποιείται για να καθορίσει το τέλος του πακέτου δεδομένων.

Κεφάλαιο 4ο: Μελέτη και Σχεδίαση Συσκευής



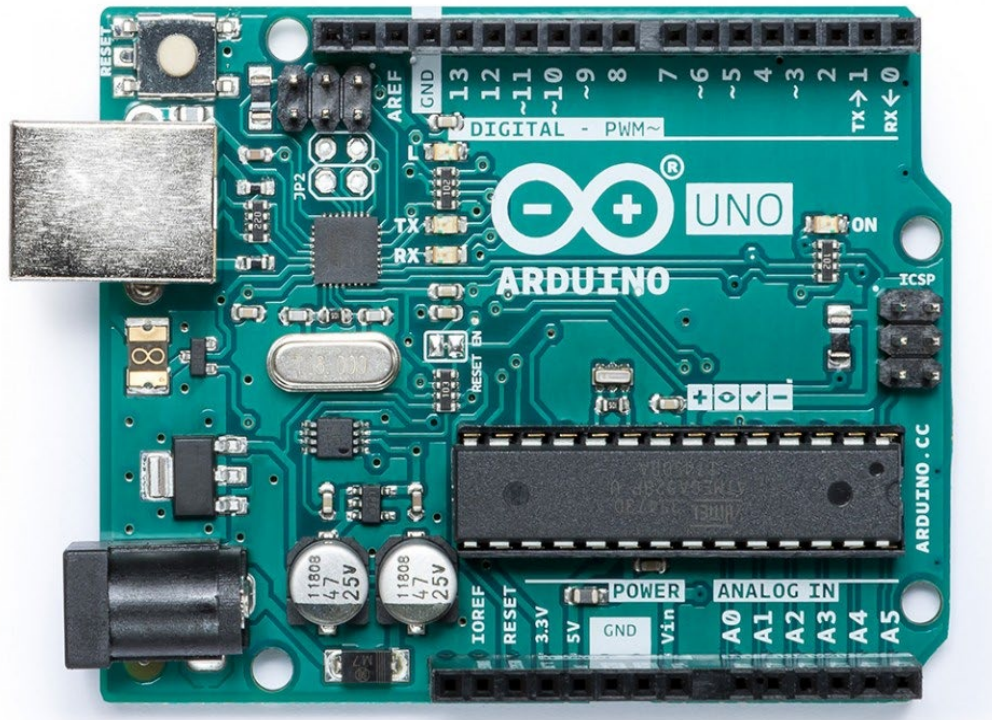
Σχήμα 4.1 Σχηματικό υλοποίησης οχήματος

4.1 Σχηματικό Οχήματος

Το παραπάνω σχήμα (σχήμα 4.1) αποτελεί το κύκλωμα με το οποίο υλοποιήσαμε το project μας. Με μια γρήγορη ματιά διακρίνουμε εν αρχή το Arduino Uno το οποίο αποτελεί και τον εγκέφαλο του συστήματός μας, στο οποίο συνδέθηκαν τα αισθητήρια μας, ένας οδηγός ελέγχου κινητήρων και το Bluetooth μας και μετέπειτα έγινε ο προγραμματισμός. Επίσης παρατηρούμε τα μοτέρ, τα οποία ελέγχονται μέσω του οδηγού. Τέλος έχουμε συνδέσει και ένα Bluetooth για τον απομακρυσμένο έλεγχο του οχήματος από android συσκευή.

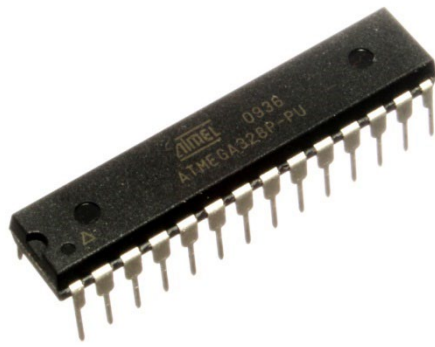
4.2 Arduino Uno

Όπως είχαμε αναφέρει στην προηγούμενη ενότητα αυτό που δίνει ζωή στην εφαρμογή μας, καθώς αυτό παρακολουθεί, επεξεργάζεται και ελέγχει τα επιμέρους εξαρτήματα της, είναι η πλατφόρμα Arduino Uno rev3. Η επιλογή της συγκεκριμένης πλατφόρμας έγινε γιατί μπορεί να υποστηρίξει πλήθος διαφορετικών εφαρμογών, είναι ιδιαίτερα εύχρηστη και παράλληλα έχει χαμηλό κόστος αγοράς.



Εικόνα 4.1 Πλατφόρμα Arduino Uno rev3

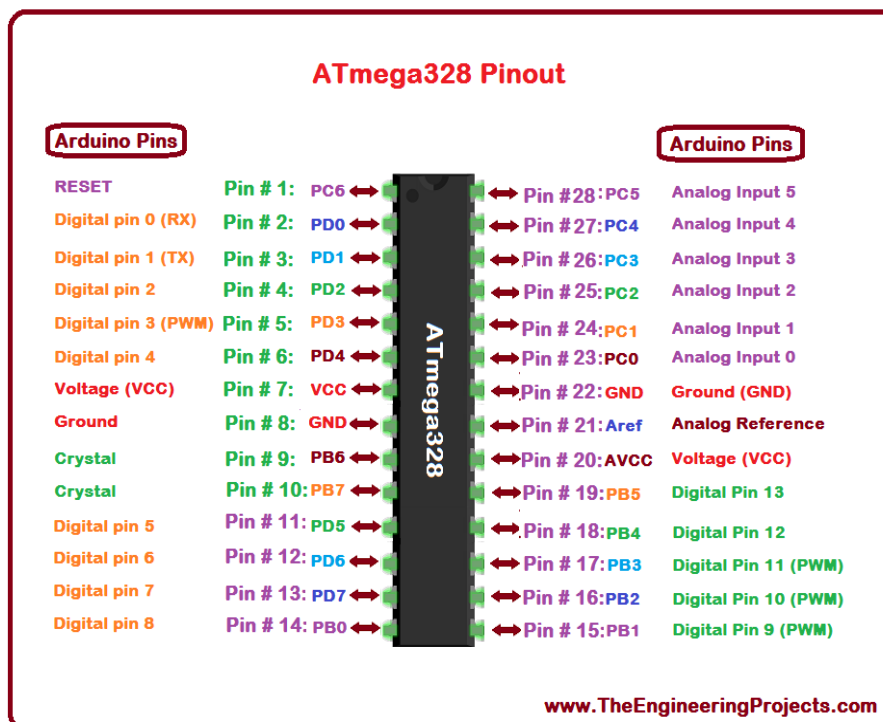
Η λειτουργία της τρίτης έκδοσης της πλακέτας (Rev3) βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega 328P. Πρόκειται για έναν μικροελεγκτή οκτώ bit, τύπου RISC (Reduced Instruction Set Computer) της εταιρείας AVR. Πάνω στο chip είναι διαθέσιμα 32 Kilobytes μνήμης προγράμματος, τύπου Flash, με κάθε θέση να έχει εύρος 16 bits. Από τα 32Kbytes τα 0.5 Kbytes χρησιμοποιούνται από τον bootloader, ενώ τα υπόλοιπα είναι διαθέσιμα για την αποθήκευση των προγραμμάτων του χρήστη. Έτσι, τα προγράμματα, τα οποία έχουν φορτωθεί παραμένουν αποθηκευμένα ακόμη και όταν δεν τροφοδοτείται η πλακέτα. Ο μικροελεγκτής διαθέτει επίσης 32 βασικούς καταχωρητές και μνήμη δεδομένων τύπου SRAM (Static Random Access Memory), μεγέθους 2Kbytes, ενώ χρονίζεται από κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz.



Εικόνα 4.2 Μικροελεγκτής Atmega 328P

Η πλακέτα διαθέτει 14 ψηφιακές εισόδους / εξόδους, εκ των οποίων 6 (3,5,6,9,10,11)) μπορούν να παράγουν παλμούς τύπου PWM, κάτι που είναι χρήσιμο σε εφαρμογές οδήγησης φορτίων. Επίσης έχει 6 αναλογικές εισόδους (A0-A5). Ακόμα δύο από τους ακροδέκτες (0 και 1) χρησιμοποιούνται για τη σειριακή θύρα UART.

Επειδή, όπως αναφέρθηκε, υπάρχει εγκατεστημένος bootloader, ο Arduino συνδέεται κατευθείαν στον υπολογιστή μέσω θύρας USB, χωρίς να χρειάζεται η χρήση εξειδικευμένων εργαλείων προγραμματισμού. Ο προγραμματισμός μέσω της σειριακής θύρας (UART) επιτυγχάνεται



Εικόνα 4.3 Ακροδέκτες Atmega 328P

χάρη σε chip USB to Serial που διαθέτει η πλακέτα.

Τέλος για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή χρειάζεται τάση 5 Volt .Όταν ο Arduino είναι συνδεδεμένος με τον υπολογιστή τροφοδοτείται μέσω της θύρας USB, ενώ μπορεί να τροφοδοτηθεί και από εξωτερική πηγή τάσης (μπαταρία), είτε μέσω της θύρας τροφοδοσίας, συνήθως συνδέεται με μπαταρία 9 Volt), είτε μέσω του pin Voltage In. Σε περίπτωση τροφοδοσίας από τη θύρα τροφοδοσίας, θα πρέπει να παρέχεται τάση 7-12V.

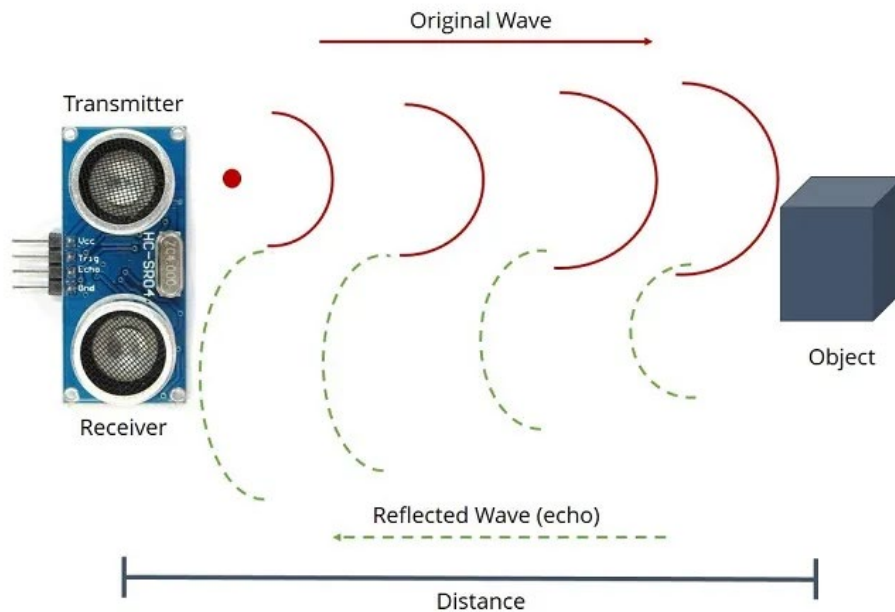
4.3 Αισθητήρια Κατασκευής

Ένα αυτόνομο όχημα θα πρέπει να εντοπίζει πιθανά εμπόδια που βρίσκονται καθ' οδόν του, και να παίρνει τις κατάλληλες αποφάσεις με σκοπό την αποφυγή τους. Ο εντοπισμός αυτών των εμποδίων, γίνεται με τη χρήση ενός ή περισσότερων αισθητηρίων. Τα αισθητήρια αυτά υπολογίζουν την απόσταση από τα εμπόδια ενώ πιο προηγμένα συστήματα χρησιμοποιούν κάμερες, συστήματα χαρτογράφησης κ.α.. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε ο υπερηχητικός αισθητήρας απόστασης HC-SR04. Πρόκειται για έναν οικονομικό και απλό στη χρήση αισθητήρα, ενώ παράλληλα είναι αρκετά ακριβής για απλές εφαρμογές.



Εικόνα 4.4 Υπερηχητικός αισθητήρας απόστασης HC-SR04

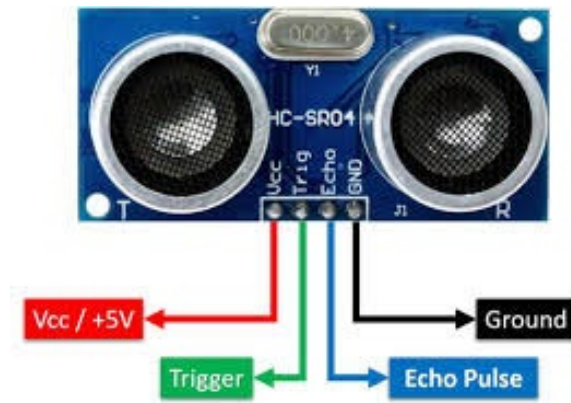
Οι υπέρηχοι βρίσκονται πάνω απ' τις ακουστικές συχνότητες, έτσι δεν μπορεί να τους ακούσει το ανθρώπινο αυτί. Παρόλο πάντως που εμείς δεν τους ακούμε κάποια ζώα μπορούν και να τους ακούν αλλά και να τους χρησιμοποιούν. Ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύει αντικείμενα σε απόσταση από δύο εκατοστά έως τέσσερα μέτρα και σε γωνία δεκαπέντε μοιρών. Η λειτουργία του βασίζεται στην τεχνική “time of flight”. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, ο αισθητήρας εκπέμπει μία δέσμη



Εικόνα 4.5 Η διαδικασία παραγωγής και ανάκλασης του σήματος

ηλεκτρομαγνητικού ή άλλου κύματος και την αποστέλλει προς ένα αντικείμενο. Στη συνέχεια η δέσμη αυτή ανακλάται από το αντικείμενο πίσω στον αισθητήρα, ο οποίος την λαμβάνει και υπολογίζει την απόσταση από το αντικείμενο, με βάση το χρόνο που χρειάστηκε να ταξιδέψει έως το αντικείμενο και πίσω στον αισθητήρα. Ο HC-SR04 παράγει σήματα με συχνότητα 4MHz με τη βοήθεια ενός κρυσταλλικού ταλαντωτή που διαθέτει. Τα σήματα εκπέμπονται από τον πομπό (συμβολίζεται με T από το transmitter), ενώ το ανακλώμενο σήμα επιστρέφει στον δέκτη (συμβολίζεται με R από το receiver). Ο υπολογισμός της απόστασης γίνεται με βάση τον παρακάτω τύπο: Απόσταση = (χρόνος αποστολής-λήψης σήματος * ταχύτητα ήχου) / 2 Είναι γνωστό πως η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 340 m/sec ή 0.034 cm/sec, οπότε αν γνωρίζουμε το χρόνο που ταξίδεψε το σήμα είναι εύκολο να υπολογιστεί οποιαδήποτε απόσταση. Αν για παράδειγμα ο αισθητήρας δεχθεί παλμό διάρκειας 500 μsec, τότε η απόστασή του από το αντικείμενο θα είναι: $(500 \text{ μsec} * 0.034 \text{ cm/sec})/2 = 8.5 \text{ cm}$.

Η επικοινωνία του αισθητήρα με τον Arduino γίνεται μέσω δύο ακροδεκτών, του Trig και του Echo, που συνδέονται σε δύο ψηφιακούς ακροδέκτες εισόδου/εξόδου του Arduino. Στον ακροδέκτη Trig παρέχουμε ένα θετικό παλμό (HIGH), μικρής διάρκειας (συνήθως 10 μsec) από τον Arduino, ώστε να παραχθεί το υπερηχητικό σήμα και να ξεκινήσει η μέτρηση του χρόνου επιστροφής. Ο αισθητήρας παράγει ένα θετικό παλμό (HIGH) στο pin Echo, από τη στιγμή αποστολής του υπερηχητικού παλμού έως και τη λήψη του ανακλώμενου παλμού, οπότε και αλλάζει η τιμή του pin σε LOW. Οι ακροδέκτες VCC και GND χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία και για τη γείωση του αισθητήρα αντίστοιχα. Η τάση τροφοδοσίας του είναι 5V και μπορεί να τροφοδοτηθεί από τον Arduino μέσω του pin που παρέχει 5V, καθώς δεν έχει υψηλές απαιτήσεις ρεύματος (15 mA).

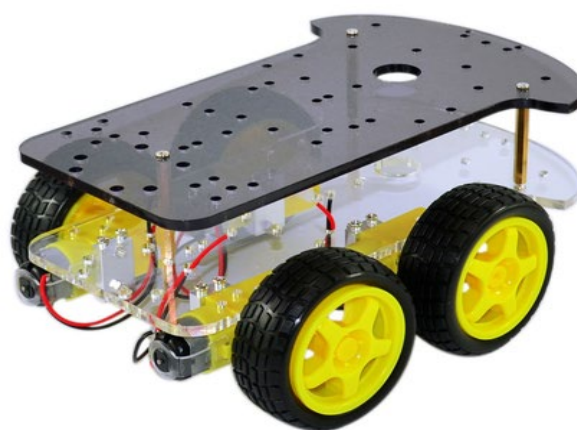


Εικόνα 4.6 Σύνδεση ακροδεκτών HC-SR04

4.4 Πλαίσιο Ρομπότ Αυτοκινήτου

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε το πλαίσιο του αυτοκινήτου το οποίο υλοποιήθηκε η κατασκευή. Το συγκεκριμένο πλαίσιο αποτελείται από 2 ακρυλικές σανίδες, 4 ελαστικά και 4 κινητήρες.

Για να μπορέσει να κινηθεί ένα όχημα είναι απαραίτητο να διαθέτει κάποιου είδους κινητήρες. Στα μικρά αυτόνομα οχήματα ή στα τηλεκατευθυνόμενα οχήματα χρησιμοποιούνται συνήθως δύο ειδών ηλεκτρικοί κινητήρες: οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος και οι κινητήρες τύπου σέρβο. Οι πρώτοι χρησιμοποιούνται για να ορίσουν την ταχύτητα και την φορά εμπρός ή πίσω



Εικόνα 4.7 Πλαίσιο ρομπότ αυτοκινήτου

κίνησης του οχήματος, ενώ οι σέρβο για τη στροφή των μπροστινών τροχών.

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος που χρησιμοποιούνται, τις περισσότερες φορές, δεν διαθέτουν κάποιο σύστημα ψύξης. Ο συγκεκριμένος τύπος μοτέρ επιλέγεται αντί των μοτέρ που

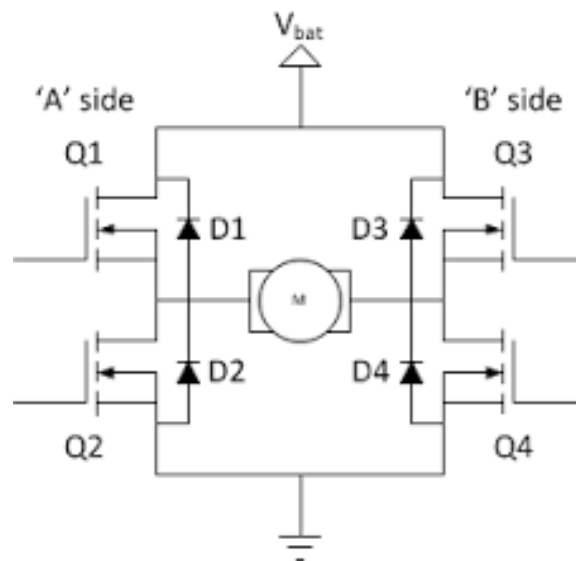
φέρουν κάποιο σύστημα ψύξης, λόγω των καλύτερων αποδόσεών τους, του χαμηλού βάρους τους και της δυνατότητας ηλεκτρονικού ελέγχου μέσω ηλεκτρονικών ελεγκτών ταχύτητας.

Ανάλογα με την ένταση του ρεύματος που δέχεται το μοτέρ αλλάζει και η ταχύτητα περιστροφής του άξονα του και κατ' επέκταση του οχήματος, ενώ η πολικότητα ορίζει τη φορά περιστροφής και έτσι το όχημα κινείται προς τα εμπρός ή προς τα πίσω.

Επειδή οι απαιτήσεις ρεύματος αυτών των μοτέρ είναι μεγάλες και ο Arduino δεν μπορεί να τις καλύψει, συνήθως τροφοδοτούνται μέσω κάποιου ελεγκτή ταχύτητας.

4.5 Ηλεκτρονικός Ελεγκτής Ταχύτητας

Όπως είπαμε παραπάνω, λόγω των υψηλών απαιτήσεων ρεύματος των μοτέρ δεν είναι δυνατή η απευθείας τροφοδοσία τους μέσω του Arduino. Για το λόγο αυτό είναι απαιτείται η χρήση ενός κυκλώματος οδήγησης που ονομάζεται ηλεκτρονικός ελεγκτής ταχύτητας. Πρόκειται για ηλεκτρονικά κυκλώματα τα οποία τροφοδοτούν και οδηγούν τους κινητήρες του οχήματος, με βάση τους παλμούς PWM που δέχονται από το Arduino ή κάποιον άλλον μικροελεγκτή.

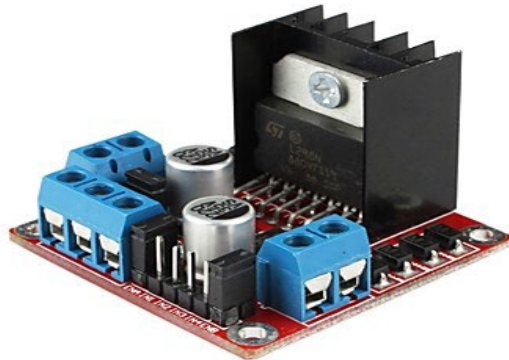


Εικόνα 4.8 Dual H-Bridge με MOSFET τύπου N

Τα παραπάνω σήματα μεταβάλλουν ένα δίκτυο από τρανζίστορ ή τρανζίστορ τύπου FET, και έτσι αλλάζει η ταχύτητα περιστροφής των κινητήρων. Λόγω της γρήγορης εναλλαγής των τρανζίστορ, το μοτέρ παράγει ήχο υψηλής συχνότητας, ιδιαίτερα όταν περιστρέφεται αργά. Να σημειωθεί εδώ πως διαφορετικοί ελεγκτές χρησιμοποιούνται για τους κινητήρες που διαθέτουν σύστημα ψύξης και διαφορετικοί για αυτούς που δεν διαθέτουν. Στην πρώτη περίπτωση ο έλεγχος του μοτέρ επιτυγχάνεται με τη μεταβολή της τάσης του οπλισμού του, ενώ στη δεύτερη, που είναι και αυτή που μας ενδιαφέρει, μεταβάλλεται η διάρκεια των παλμών ρεύματος που δέχεται το μοτέρ. Αυτό πρακτικά γίνεται με την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος της πηγής σε εναλλασσόμενο τριφασικό ρεύμα.

Στο σύστημα χρησιμοποιήθηκε ένα module, στο οποίο υπάρχει ο ελεγκτής ταχύτητας L298N, λόγω του εύκολου προγραμματισμού του και του ακριβή ελέγχου που προσφέρει.

Το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο, μπορεί να ελέγξει μέχρι δύο κινητήρες συνεχούς ρεύματος ή ένα διπολικό βηματικό κινητήρα (stepper motor). Μπορεί να παρέχει στα μοτέρ τάση από 5 έως και 35 Volt, με μέγιστη ένταση ρεύματος έως και 2 Ampere. Διαθέτει επίσης έναν ακροδέκτη που έχει τη δυνατότητα να παρέχει σταθεροποιημένη τάση 5V και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία



Εικόνα 4.9 L298N module

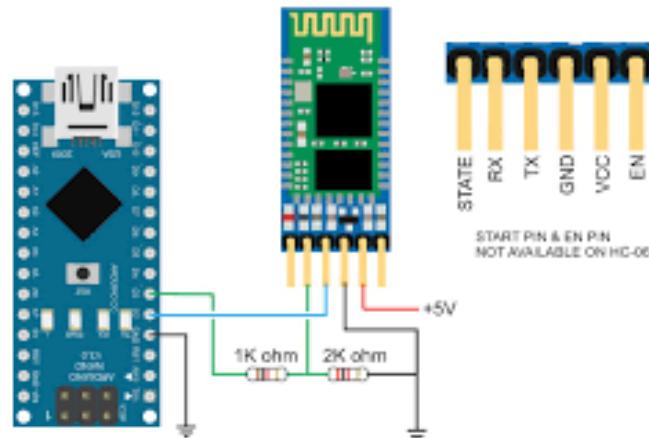
του Arduino ή άλλων συσκευών, όταν η τάση τροφοδοσίας της γέφυρας είναι έως και 12V. Ο έλεγχος του κάθε μοτέρ γίνεται μέσω τριών ακροδεκτών οι οποίοι συνδέονται κατάλληλα με τον Arduino. Οι ακροδέκτες ENA και ENB, καθορίζουν την ταχύτητα περιστροφής των αντίστοιχων μοτέρ. Ο έλεγχος της ταχύτητας γίνεται με παλμούς PWM και για αυτό θα πρέπει τα αντίστοιχα pin του Arduino να υποστηρίζουν την παραγωγή τέτοιων παλμών. Οι ακροδέκτες IN1, IN2 για το πρώτο μοτέρ και IN3, IN4 για το δεύτερο, ορίζουν τη φορά περιστροφής των κινητήρων και στην περίπτωσή μας ορίζουν εάν το όχημα θα κινείται προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Κάθε ακροδέκτης δέχεται από το Arduino μία ψηφιακή είσοδο, δηλαδή την τιμή HIGH ή LOW. Για παράδειγμα εάν στο πρώτο μοτέρ ο ακροδέκτης IN1 πάρει την τιμή HIGH και ο IN2 πάρει την τιμή LOW, τότε ο κινητήρας θα περιστραφεί προς τη μία κατεύθυνση (στην περίπτωσή μας το όχημα θα κινηθεί προς τα πίσω), ενώ αν οι ακροδέκτες πάρουν τις αντίστροφες τιμές, ο κινητήρας θα περιστραφεί προς την άλλη κατεύθυνση (το όχημα θα κινηθεί προς τα μπροστά). Σε περίπτωση που και οι δύο ακροδέκτες δεχτούν την τιμή LOW, ο κινητήρας σταματά να περιστρέφεται. Όλα τα παραπάνω ισχύουν και για το δεύτερο μοτέρ και τους ακροδέκτες IN3 και IN4 αντίστοιχα.

4.6 Bluetooth Module HC-06

Για την επικοινωνία του οχήματος με συσκευή Android χρησιμοποιήθηκε το Bluetooth module HC-06. Το HC-06 είναι ένας σειριακής θύρας Bluetooth οδηγός ο οποίος βασίζεται στο μοντέλο επικοινωνίας Master - Slave. Σαν master εννοείται αυτός που ελέγχει την ροή των δεδομένων καθώς και τον προορισμό, ενώ ο slave είναι αυτός που δέχεται και απαντάει με δεδομένα. Ένα module

που είναι ρυθμιζόμενο ως master μπορεί να συνδεθεί με περισσότερες από μια συσκευές σε λειτουργία Slave. Το HC-06 έχει τις βάσεις του στην τεχνολογία SCR BC04 και διαθέτει ενσωματωμένη κεραία 2,4 GHz. Βρίσκεται στο επίπεδο class 2 δηλαδή έχει εμβέλεια έως 10 μέτρα. Μπορεί επίσης να λειτουργήσει σε χαμηλές τάσεις, των 3,1 V – 4,2 V με ρεύμα λειτουργίας 30 mA – 40 mA αντίστοιχα.

Ακόμα μπορεί να συνδεθεί είτε με σειριακή επικοινωνία (UART), είτε με επικοινωνία USB, με ταχύτητα USB 1.1 αλλά είναι συμβατό και με USB 2.0.



Εικόνα 4.10 Τυπική σύνδεση HC-06 με Arduino

Τα πλεονεκτήματα του για τα οποία έγινε η επιλογή του είναι ότι έχει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, διαθέτει υψηλής απόδοσης ασύρματο σύστημα και είναι φθινό στην αγορά του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συσκευή Handsfree Bluetooth του αυτοκινήτου, στο GPS καθώς και στη μεταφορά δεδομένων μεταξύ συσκευών.

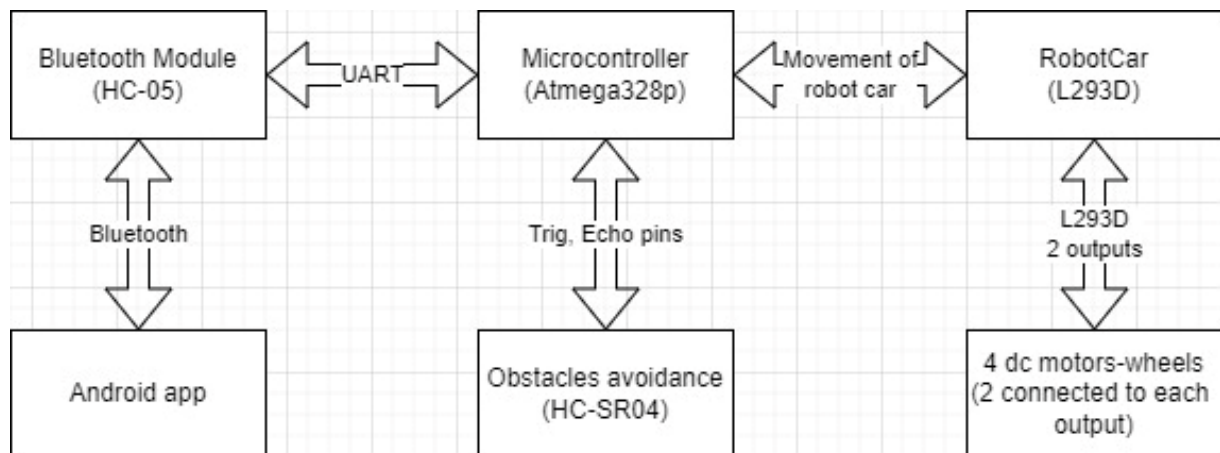
Το HC-06 διαθέτει 6 pins, τα δυο από αυτά για τροφοδοσία και γείωση, ένα είναι ο πομπός (TXD, Transmitter), ένα ο δέκτης (RXD, Receiver), ένα state και ένα enable. Στην εφαρμογή το Bluetooth τροφοδοτήθηκε με +5V και συνδέθηκαν ο δέκτης του (RxD) Bluetooth με το σήμα σειριακής εκπομπής (TxD) του μικροελεγκτή και αντιστρόφως.

Κεφάλαιο 5ο: Αρχές Λειτουργίας

5.1 Κατανόηση της Βασικής Λειτουργίας

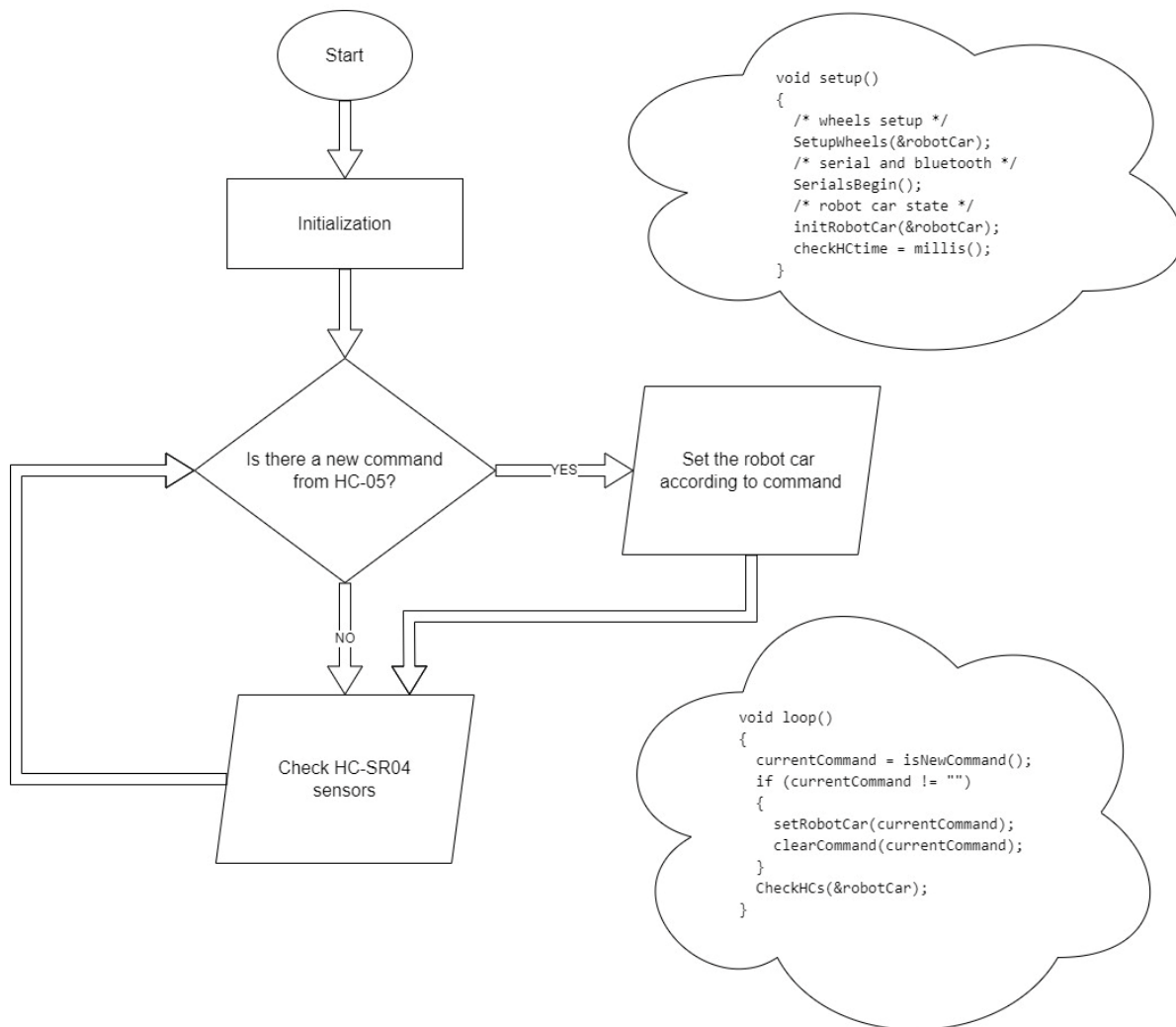
Αρχικά, εξετάζεται η βασική αρχή λειτουργίας, που αναφέρεται στον κεντρικό μηχανισμό ή τη διαδικασία που χρησιμοποιείται για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Εδώ περιγράφονται οι βασικές αρχές και οι βήματα που ακολουθούνται για να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη λειτουργία.

Μια μονάδα Bluetooth χρησιμοποιείται για ασύρματη επικοινωνία μεταξύ της εφαρμογής Android και του Arduino. Το Arduino χρησιμεύει ως ενδιάμεσος μεταξύ της μονάδας Bluetooth και του τηλεκατευθυνόμενου αυτοκινήτου ρομπότ. Το αυτοκίνητο ρομπότ κινείται από τέσσερις τροχούς κινητήρα συνεχούς ρεύματος, με δύο τροχούς συνδεδεμένους σε κάθε έξοδο του οδηγού κινητήρα L293D. Επιπλέον, το Arduino επικοινωνεί με αισθητήρες HC-SR04 για να επιτρέψει τη λειτουργία αποφυγής εμποδίων. Αυτή η διαμόρφωση μάς επιτρέπει να ελέγχουμε το αυτοκίνητο ρομπότ χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Android μέσω της μονάδας Bluetooth, ενώ το Arduino συντονίζει την επικοινωνία μεταξύ των διαφορετικών εξαρτημάτων και ενσωματώνει την ικανότητα αποφυγής εμποδίων.



Σχήμα 5.1 Απεικόνιση αρχής λειτουργίας

5.2 Διάγραμμα Ροής Βασικού Κώδικα



Σχήμα 5.2 Διάγραμμα Ροής Κώδικα

Ο κώδικας λειτουργεί ως εξής:

- Ελέγχει την ύπαρξη νέων εντολών με τη χρήση της συνάρτησης `isNewCommand()`.
- Αν υπάρχει μια νέα εντολή, καλείται η συνάρτηση `setRobotCar()` για να ρυθμίσει το όχημα με βάση την εντολή που λήφθηκε.
- Μετά την επεξεργασία της εντολής, καλείται η συνάρτηση `clearCommand()` για να εκκαθαρίσει τη μεταβλητή `currentCommand`.
- Τέλος, καλείται η συνάρτηση `CheckHCs()` για να ελεγχθούν οι αισθητήρες εμποδίων HC σε σχέση με το ρομπότ αυτοκίνητο.

5.3 Ρύθμιση Κίνησης Οχήματος

Εφόσον διαπιστωθεί η ύπαρξη εντολής με την χρήση της συνάρτησης `isNewCommand()` στην σειριακή του Bluetooth καλείται η συνάρτηση `setRobotCar()`. Η συνάρτηση αυτή ανάλογα με την εντολή την οποία δέχτηκε θα ρυθμίσει την κατεύθυνση του οχήματος καθώς και την ταχύτητα του. Παρακάτω ακολουθεί ο κώδικας που σετάρει το όχημα με τις 6 βασικές εντολές:

```
void setRobotCar(String command)
{
    char commandChar[20];
    command.toCharArray(commandChar,20);
    switch(commandToState(commandChar))
    {
        case UP:
            Serial.println("Robot goes Up");
            bothWheelsStop(&robotCar);
            robotCar.speed = NORMALSPEED;
            bothWheelsUp(&robotCar);
            break;
        case RIGHT:
            Serial.println("Robot goes Right");
            bothWheelsStop(&robotCar);
            delay(50);
            robotCar.speed = NORMALSPEED;
            leftWheelUp(&robotCar);
            rightWheelDown(&robotCar);
            break;
        case LEFT:
            Serial.println("Robot goes Left");
            bothWheelsStop(&robotCar);
            robotCar.speed = NORMALSPEED;
```

```

rightWheelUp(&robotCar);

leftWheelDown(&robotCar);

break;

case DOWN:

Serial.println("Robot goes Down");

bothWheelsStop(&robotCar);

robotCar.speed = NORMALSPEED;

bothWheelsDown(&robotCar);

break;

case STOP:

Serial.println("Robot stops");

bothWheelsStop(&robotCar);

break;

case PARKING:

Serial.println("Auto Parking Mode");

parkStart();

break;

}

}

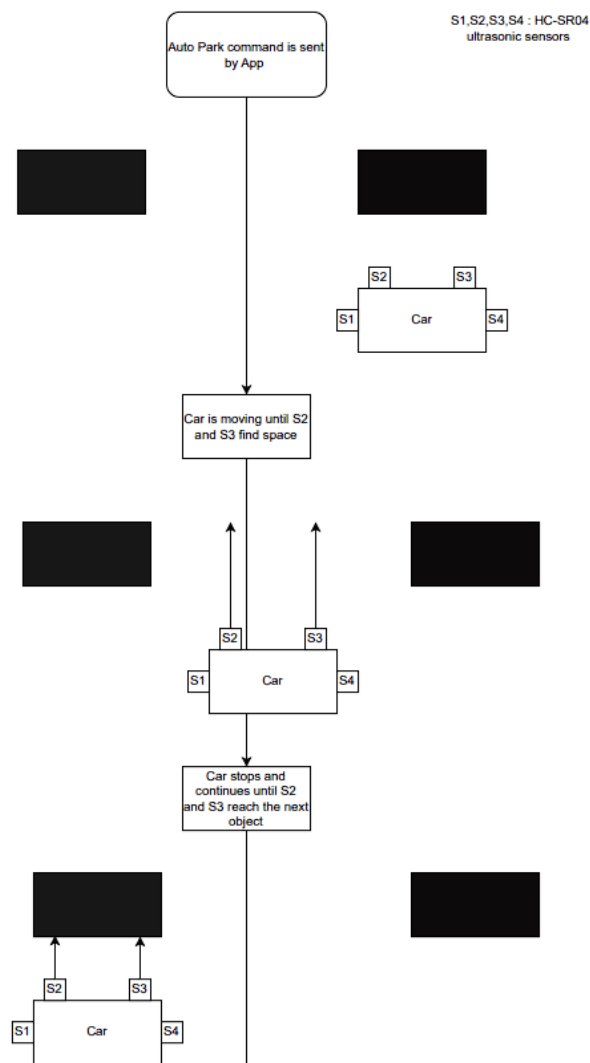
```

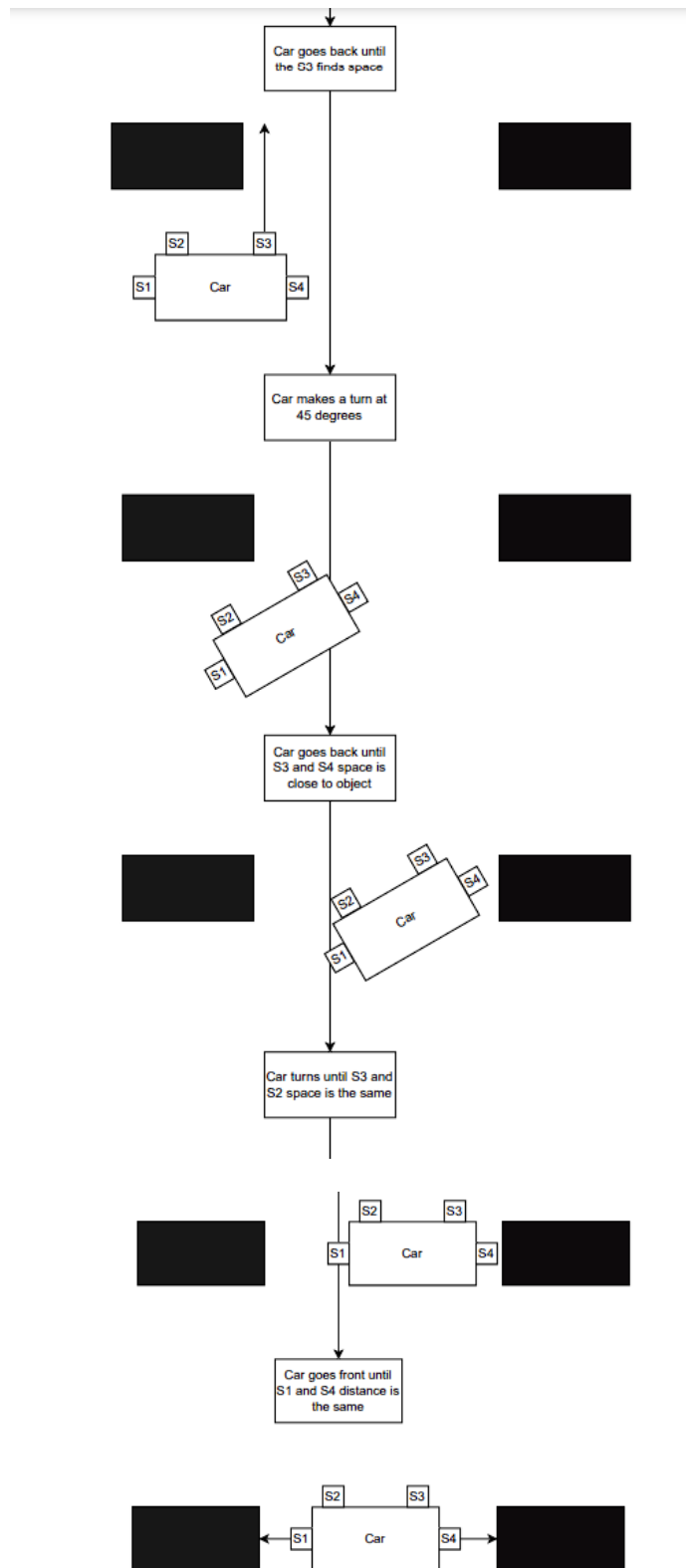
Έχουμε λοιπόν τις εντολές UP, RIGHT, LEFT, DOWN οι οποίες είναι υπεύθυνες για την κατεύθυνση του οχήματος στον χώρο. Στις εντολές UP(κίνηση εμπρός) και DOWN (κίνηση πίσω) θα αποθηκευτεί η κατεύθυνση του οχήματος για να γίνει ο έλεγχος της απόστασης από τους κατάλληλους αισθητήρες με βάση την φορά κίνησης. Υπάρχει η εντολή STOP κατά την οποία το όχημα ακινητοποιείται και σταματάει ο έλεγχος από τους αισθητήρες εφόσον δεν υπάρχει ο κίνδυνος σύγκρουσης. Τέλος η εντολή PARKING κατά την οποία ενεργοποιείται η λειτουργία αυτόματου πάρκινγκ όπου θα αναλύσουμε παρακάτω.

5.4 Λειτουργία Αυτόματου Παρκαρίσματος

Η λειτουργία αυτόματου παρκαρίσματος λειτουργεί ως εξής:

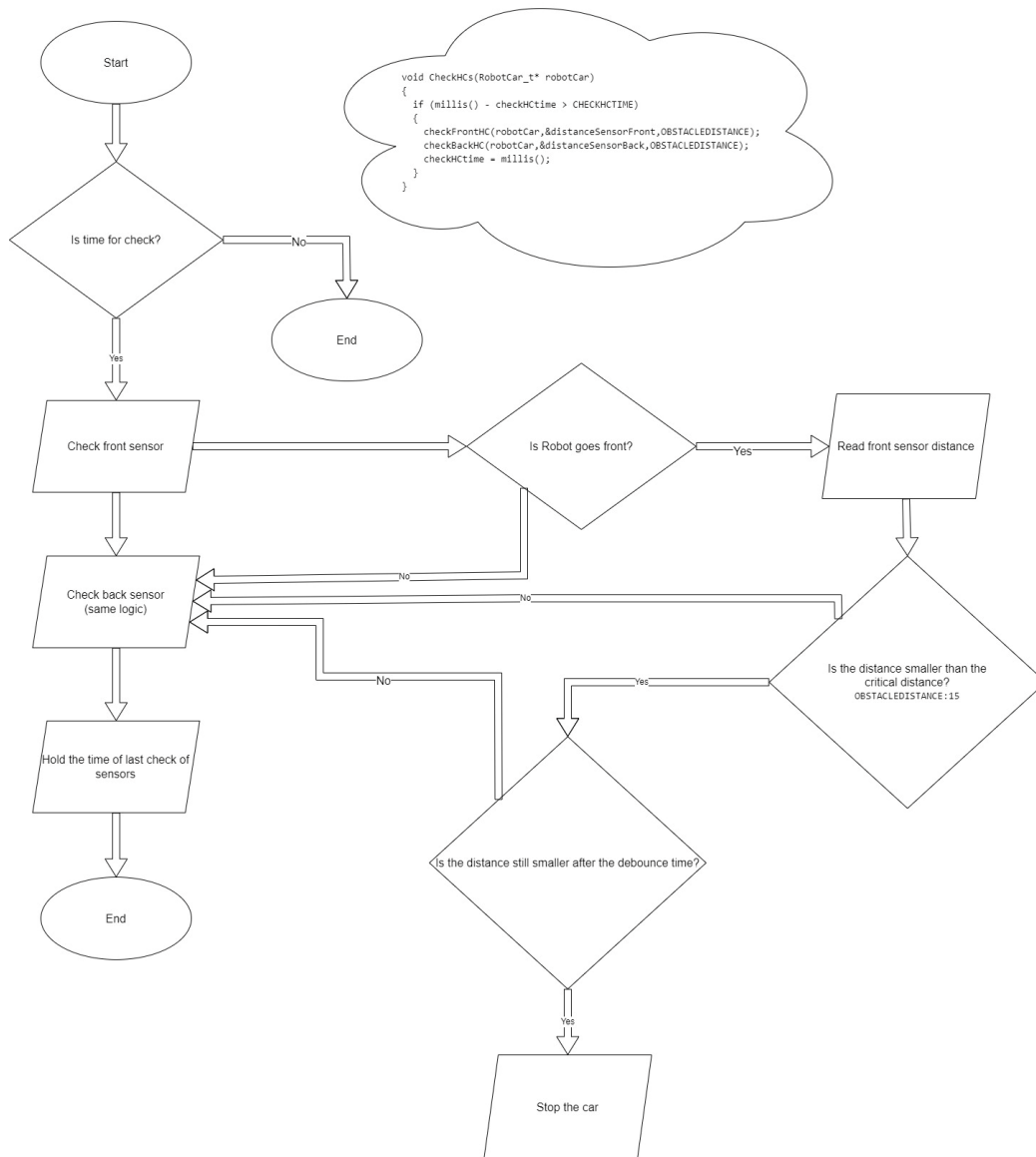
1. Το όχημα θα δεχτεί την εντολή για αυτόματο παρκάρισμα (Park) μέσω της εφαρμογής android.
2. Έπειτα θα κινηθεί έως ότου οι αισθητήρες 2 και 3 εντοπίσουν κενό.
3. Θα συνεχίσει μέχρι οι αισθητήρες 2 και 3 εντοπίσουν το επόμενο αντικείμενο.
4. Αφού γίνει αυτό θα κινηθεί προς τα πίσω μέχρι ο αισθητήρας 3 να εντοπίσει κενό χώρο.
5. Το όχημα θα κάνει στροφή 45 μοιρών και θα κινηθεί προς τα πίσω έως το σημείο που θα του επιτρέψουν οι αισθητήρες 3 και 4 για την αποφυγή της σύγκρουσης.
6. Εφόσον ολοκληρωθεί ο έλεγχος της απόστασης θα στρίψει σε σημείο το οποίο θα φέρει τους αισθητήρες 2 και 3 σε ίση απόσταση από αντικείμενο (π.χ. κράσπεδο, τοίχος).
7. Τέλος θα κινηθεί εμπρός έτσι ώστε οι αισθητήρες 1 και 4 να απέχουν ίση απόσταση από το εμπρόσθιο και οπίσθιο αντικείμενο (π.χ. μεταξύ 2 οχημάτων).





Εικόνα 5.1 Λειτουργία Αυτόματου Παρκαρίσματος

5.5 Διάγραμμα Ροής Αποφυγής Εμποδίων



Σχήμα 5.3 Αποφυγή Εμποδίων-Διάγραμμα Ροής

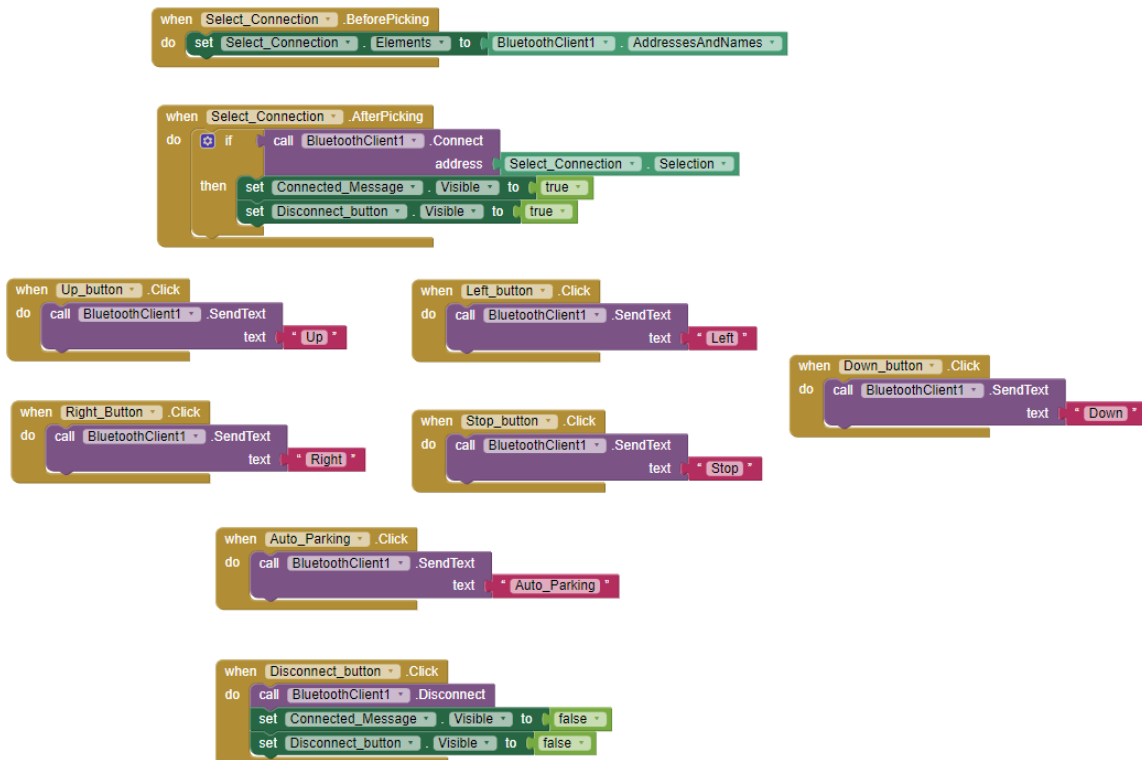
Η παραπάνω λειτουργία ελέγχει τους αισθητήρες απόστασης του ρομποτικού αυτοκινήτου κατά περιοδικά χρονικά διαστήματα. Ακολουθεί μια περιγραφή των βημάτων που ακολουθούνται:

- Υπολογίζεται η διάρκεια από τον προηγούμενο έλεγχο των αισθητήρων μέχρι το τρέχον χρονικό σημείο, χρησιμοποιώντας την συνάρτηση millis(). Αυτό γίνεται για να ελέγξουμε αν έχει παρέλθει αρκετός χρόνος από τον προηγούμενο έλεγχο.
- Αν η διάρκεια από τον προηγούμενο έλεγχο είναι μεγαλύτερη από το CHECKHCTIME (ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα), τότε προχωρούμε στον έλεγχο των αισθητήρων.

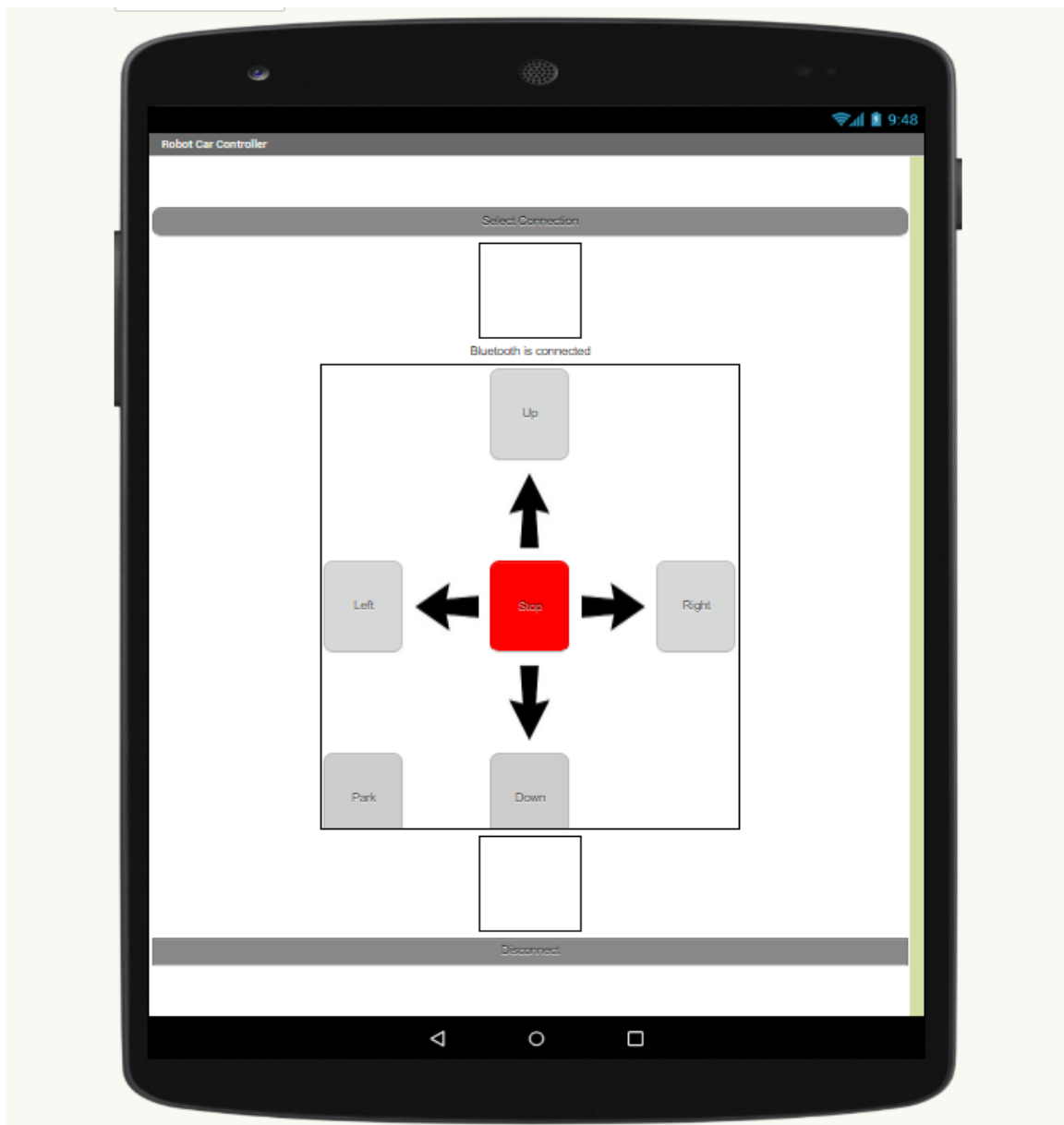
- Αν η διάρκεια που η απόσταση ανάμεσα στον αισθητήρα και το εμπόδιο είναι μεγαλύτερη του `debounce time` το όχημα θα σταματήσει.
- Καλείται η συνάρτηση `checkFrontHC` για να ελεγχθεί ο αισθητήρας απόστασης στην μπροστινή πλευρά του ρομποτικού αυτοκινήτου.
- Καλείται επίσης η συνάρτηση `checkBackHC` για να ελεγχθεί ο αισθητήρας απόστασης στην πίσω πλευρά του ρομποτικού αυτοκινήτου..
- Τέλος, ενημερώνεται η μεταβλητή `checkHCtime` με την τρέχουσα τιμή της συνάρτησης `millis()`, ώστε να καταγραφεί ο χρόνος του τελευταίου ελέγχου των αισθητήρων.
- Ο παραπάνω κώδικας εκτελείται επαναληπτικά κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του ρομποτικού αυτοκινήτου, ελέγχοντας την κατάσταση των αισθητήρων απόστασης και εκτελώντας τις αντίστοιχες ενέργειες για την αντιμετώπιση εμποδίων.

5.6 Δημιουργία εφαρμογής Android

Για την δημιουργία της εφαρμογής Android χρησιμοποιήθηκε το MIT App Inventor(<https://appinventor.mit.edu/>). Το MIT App Inventor είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού που σχεδιάστηκε για να διευκολύνει την ανάπτυξη εφαρμογών για κινητές συσκευές Android, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία των blocks. Αναπτύχθηκε από το MIT (Massachusetts Institute of Technology) και παρέχει έναν οπτικό τρόπο προγραμματισμού χωρίς να απαιτείται κατανόηση της παραδοσιακής κειμενογραφίας κώδικα. Τα μπλοκ αναπαριστούν διάφορες ενέργειες και συμβάντα, όπως την αποστολή εντολών σε συσκευές Bluetooth, την αλληλεπίδραση με αισθητήρες ή την ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων. Δημιουργήσαμε λοιπόν οχτώ Button από τα οποία έξι αντιστοιχούν στις εντολές κίνησης. Με το πάτημα του Button στέλνεται μέσω του Bluetooth η αντίστοιχη εντολή έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η κίνηση την οποία επιθυμούμε. Τα δύο Button που υπολλείπονται είναι υπεύθυνα για την σύνδεση της εφαρμογής με το Bluetooth Module HC-05 (π.χ. μέσω ενός smartphone) και αντίστοιχα για την αποσύνδεση της. Ο σχεδιασμός του interface έγινε έτσι ώστε να μην είναι περίπλοκος στην χρήση με τα button κίνησης να βρίσκονται σε ρόμβο και στο κέντρο το button του Stop μέσα σε κόκκινο πλαίσιο. Το button Park τοποθετήθηκε κάτω αριστερά της οθόνης αφού αποτελεί πιο σύνθετη λειτουργία.



Σχήμα 5.4 Η εφαρμογή Android



Εικόνα 5.2 Το interface της εφαρμογής

5.7 Συμπεράσματα - Δυνατότητες Βελτίωσης

Συνοψίζοντας την εργασία καταφέραμε να δημιουργήσουμε ένα ενδιαφέρον και λειτουργικό σύστημα ελέγχου. Με τη χρήση του Arduino, κατασκευάσαμε ένα ρομποτικό όχημα με δυνατότητες τηλεχειρισμού μέσω μιας εφαρμογής Android η οποία επικοινωνεί μέσω του Bluetooth με εκείνο. Με σχετικά μικρό κόστος και υλικά τα οποία βρίσκονται εύκολα στην αγορά καταφέραμε με την εργασία αυτή να κατανοήσουμε την βασική λογική πάνω στην οποία στηρίζονται τεχνολογίες που συναντάμε στα καινούρια αυτοκίνητα όπως αυτή του αυτόματου πάρκινγκ και της αποφυγής ατυχημάτων αλλά και την επιρροή της επιστήμης της ρομποτικής στον τομέα αυτό.

Η διαδικασία του αυτόματου παρκαρίσματος επιδέχεται βελτίωσης όσον αφορά τον υπολογισμό του χρόνου-απόστασης των αισθητηρίων στο διάστημα που εντοπίζουν κενό χώρο μεταξύ δύο αντικειμένων. Στο σημείο εκείνο λοιπόν θα μπορούσε να προστεθεί η δυνατότητα το όχημα να μπορεί να παρκάρει κάθετα αν και εφόσον το επιτρέπει η απόσταση στην περίπτωση που το όχημα δεν χωρούσε σε οριζόντια θέση. Επιπλέον θα μπορούσε να προστεθεί κάποιο προειδοποιητικό Buzzer κατά την αποφυγή εμποδίων καθώς και ένα LED στην λειτουργία αυτόματου πάρκινγκ το οποίο θα σηματοδοτούσε ότι το όχημα εκτελεί την συγκεκριμένη εντολή.

Specification of the Bluetooth System. (2003, November 5). BTnodes - A Distributed Environment for Prototyping Ad Hoc Networks : Main - Overview

browse. https://www.btnode.ethz.ch/pub/uploads/Documentation/BT_Core_v1_2.pdf

Sylvian Joyeux, Jakob Schwendner, & Thomas M. Roehr. (2014). *Modular Software for an Autonomous Space Rover*. Robotics Innovation Center, DFKI, Germany. [https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/7369_140519_Modular Software for an Autonomous Space Rover iSAIRAS Schwendner.pdf](https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/7369_140519_Modular_Software_for_an_Autonomous_Space_Rover_iSAIRAS_Swendner.pdf)

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04. (2023).

ElecFreaks. <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>

UNO r3. (2023). Arduino Docs | Arduino Documentation | Arduino

Documentation. <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΛΟΥΠΑ

```
void loop()
{
    currentCommand = isNewCommand();
    if (currentCommand != "")
    {
        setRobotCar(currentCommand);
        clearCommand(currentCommand);
    }
    CheckHCs(&robotCar);
}
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΣΕΤΑΡΙΣΜΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

```
void setRobotCar(String command)
{
    char commandChar[20];
    command.toCharArray(commandChar,20);
    switch(commandToState(commandChar))
    {
        case UP:
            print("Robot goes Up");
            bothWheelsStop(&robotCar);
            robotCar.speed = NORMALSPEED;
            bothWheelsUp(&robotCar);
            break;
        case RIGHT:
            print("Robot goes Right");
```

```

bothWheelsStop(&robotCar);

robotCar.speed = NORMALSPEED;

leftWheelUp(&robotCar);

rightWheelDown(&robotCar);

break;

case LEFT:

    print("Robot goes Left");

    bothWheelsStop(&robotCar);

    robotCar.speed = NORMALSPEED;

    rightWheelUp(&robotCar);

    leftWheelDown(&robotCar);

    break;

case DOWN:

    print("Robot goes Down");

    bothWheelsStop(&robotCar);

    robotCar.speed = NORMALSPEED;

    bothWheelsDown(&robotCar);

    break;

case STOP:

    print("Robot stops");

    bothWheelsStop(&robotCar);

    break;

case PARKING:

    print("Auto Parking Mode");

    parkStart();

    break;

case DISTANCE:

    char buffer[40];

```

```

    sprintf(buffer, "park1:%d \n park2:%d front:%d back:%d",
(int)distanceSensorPark1.measureDistanceCm(), (int)distanceSensorPark2.measureDistanceCm(),
    (int)distanceSensorFront.measureDistanceCm(),
(int)distanceSensorBack.measureDistanceCm() );

    print(buffer);

    break;

}

}

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ C : ΛΙΣΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

8. ΕΙΔΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΤΙΜΗ ΤΕΜΑΧΙΩΝ
4WD Smart Car Robot Chassis for Arduino 9.	1	25€
Bluetooth Module for Arduino - HC05 10.	1	7€
Ultrasonic Sensor - Ranging Detector 2 - 400cm HC-SR04	4	10€
Stepper Driver Board Module L298N Dual H Bridge For Arduino 11.	1	5€
Arduino Uno Rev3 12.	1	30€

XTAR MC2 Li-Ion Battery Charger 13.	1	5€
Panasonic 18650 3400mAh NCR18650B 14.	2	13€
Jumper pins	20	2€
Συνολικές Τιμές	31	97€