

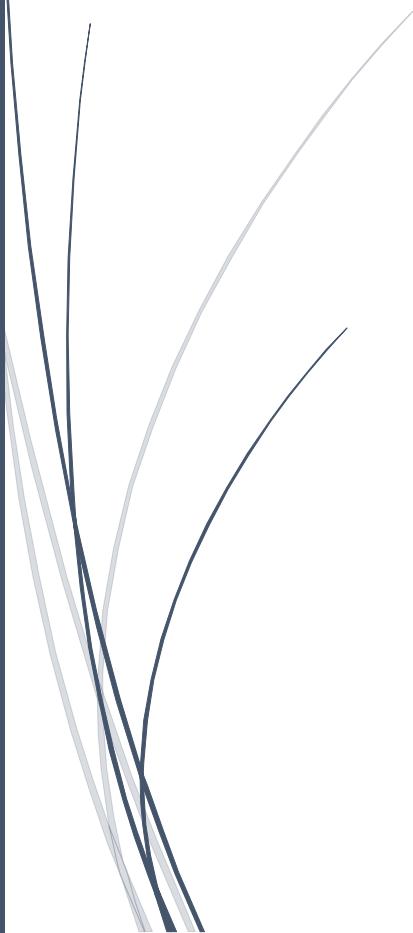


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

Τεχνητή Νοημοσύνη & Έμπειρα Συστήματα

Εργασία – Κύκλος Σπουδών 2020-2021



Η ομάδα εκπόνησης της συγκεκριμένης εργασίας είναι οι κάτωθι συμμετέχοντες:

Όνοματεπώνυμο	Αριθ.Μητρώου	e-mail
Σταύρος Πέππας	ΜΠΠΛ20064	stpeppas41@gmail.com

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	2
Σκοπός Εργασίας.....	3
Εξαρτήματα.....	4
Ultrasonic Sensor HC-SR04.....	6
Arduino Uno R3.....	7
Arduino Sensor Shield.....	9
L298N Motor Driver.....	12
Servo Motor.....	13
Κατασκευή.....	15
Κώδικας.....	21
Robby In Action.....	27
Βιβλιογραφία.....	28

ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

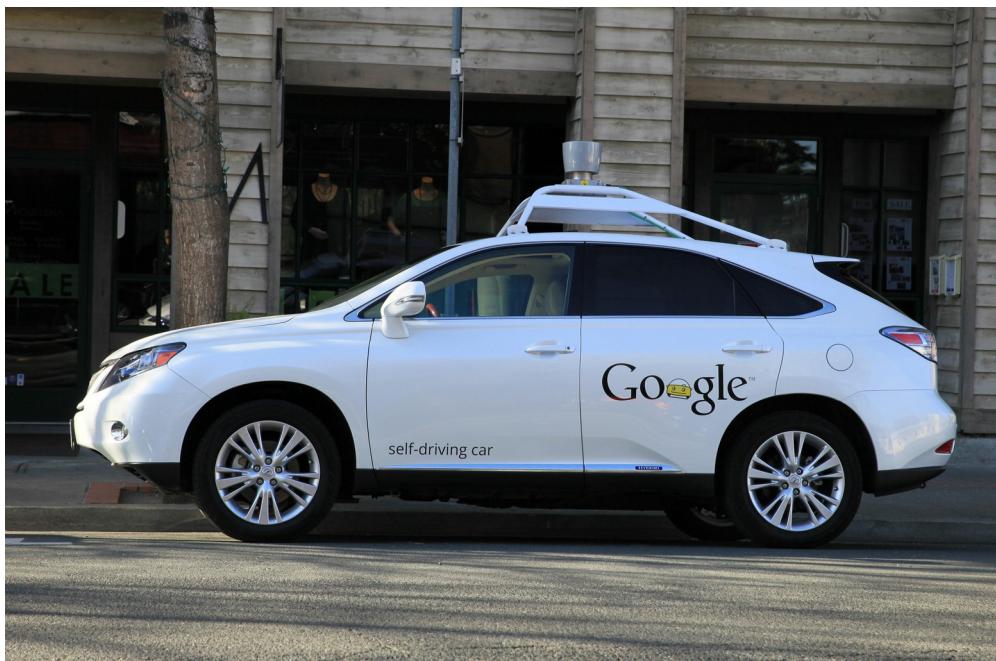
Η εργασία αυτή αφορά τον κλάδο της Ρομποτικής στην Επιστήμη των Υπολογιστών και έγινε χάρη στο μάθημα της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Αρχικά, αγοράστηκε εξοπλισμός Arduino, μελετήθηκε, κατασκευάστηκε και προγραμματίστηκε σε ένα ρομπότ αποφυγής αντικειμένων, ονόματι Robby. Ο μοναδικός σκοπός του Robby είναι να αποφεύγει αντικείμενα για όσο δυνατόν κρατάει η μπάταρία του.

Επιλέχτηκε αυτή η εργασία, γιατί ο κατάλληλος σχεδιασμός πορείας των μεταφορικών μέσων τεχνολογίας προβλέπεται να είναι κομβικής σημασίας στην ανάπτυξη των μεταφορικών μέσων με Τεχνητή Νοημοσύνη (βλέπε Google self-driving car).

Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζω ένα ρομπότ που είναι φτιαγμένο για να αντιλαμβάνεται τα περισσότερα από τα εμπόδια στο δρόμο του, να τα αποφεύγει πηγαίνοντας πίσω και στρίβωντας σε μια πιο ευνοϊκή κατεύθυνση.

Αυτό το μοντέλο ρομπότ βρίσκει εφαρμογές στις ηλεκτρικές σκούπες, στην επιστομονική εξερεύνηση αλλά και διάσωση έκτακτης ανάγκης σε απομονωμένα περιβάλλοντα.



Google self-driving car

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Robby έχει μια νοημοσύνη ενσωματωμένη έτσι ώστε να καθοδηγείται όταν έρχεται εμπόδιο μπροστά του. Ουσιαστικά, ένας αλγόριθμος είναι ο εγκέφαλος που αναλύει κάθε φορά τα δεδομένα και στέλνει εντολές στα διάφορα μέρη του Robby.

Το Arduino board είναι αυτό που διάλεξα εγώ για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας. Υπάρχουν και άλλες διαθέσιμες επιλογές, όπως Raspberry Pi. Επιλέχτηκε Arduino, λόγω της ευκολίας του και του κόστους του.

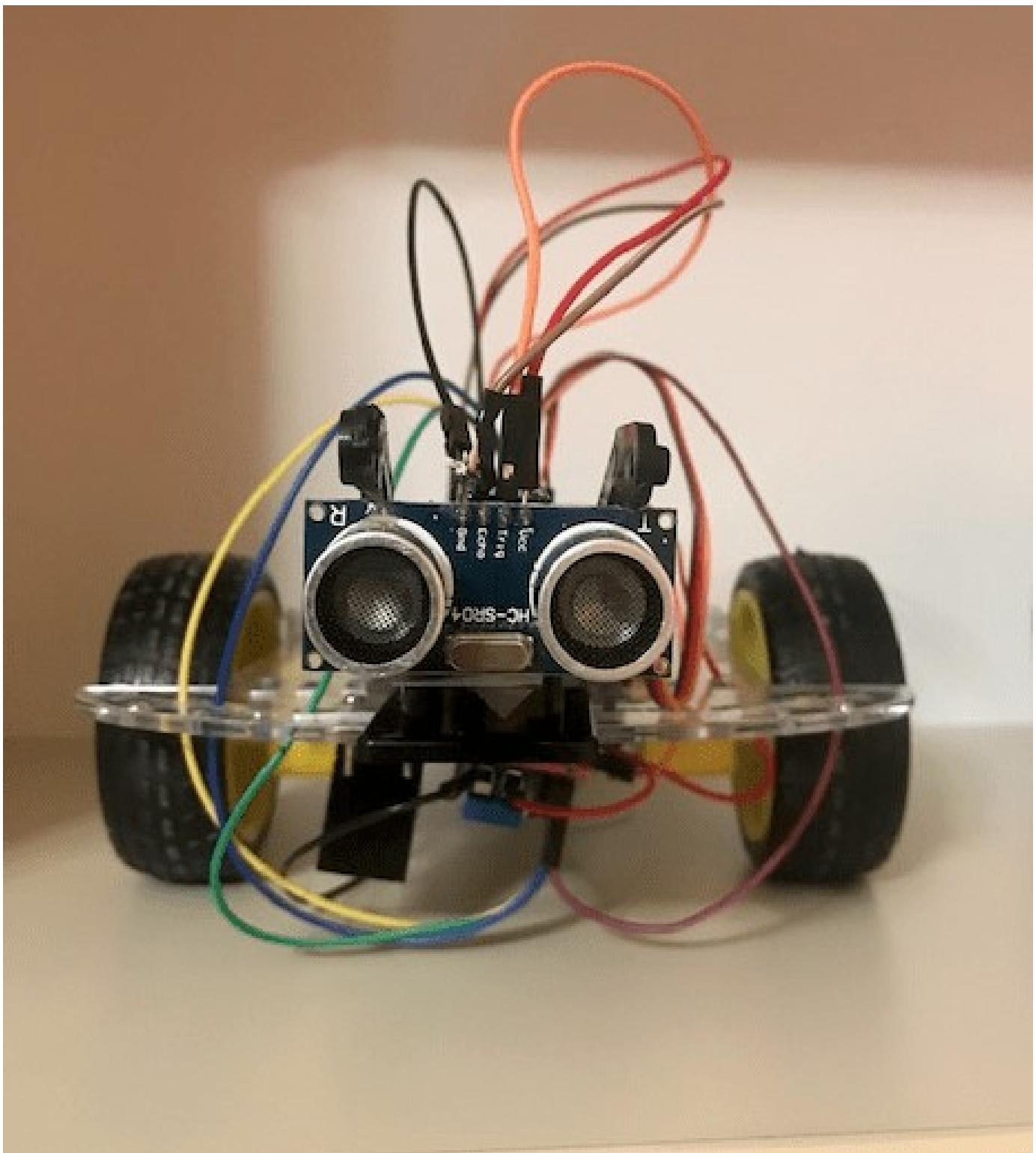
Λειτουργία

Με τη βοήθεια του Servo Motor, ο αισθητήρας (που μοιάζει με κεφάλι που έχει μάτια) σαρώνει την περιοχή αριστερά και δεξιά για να βρει την καλύτερη διαδρομή για στροφή. Ο αισθητήρας υπερήχων αυτός χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό οποιουδήποτε εμποδίου μπροστά από αυτό και στέλνει μια εντολή στο Arduino Board χρησιμοποιώντας την τεχνολογία PWM (Pulse Width Module), την οποία θα δούμε σε λίγο.

Ανάλογα με το εισερχόμενο σήμα εισόδου, ο μικροελεγκτής Arduino ανακατευθύνει το ρομπότ να κινηθεί στην ανάλογη κατεύθυνση ενεργοποιώντας κατάλληλα τους κινητήρες οι οποίοι είναι διασυνδεδεμένοι μέσω ενός IC οδηγού κινητήρα (L298N Motor Driver).

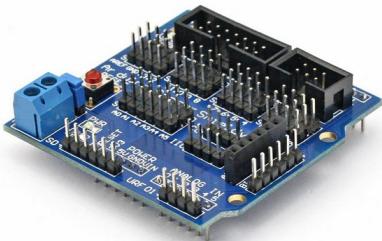
Γιατί διάλεξα ρομπότικη;

Ένα ρομπότ είναι ένα μηχάνημα που μπορεί να εκτελέσει κάποια εργασία αυτόματα ή με καθοδήγηση. Η ρομποτική είναι γενικά ένας συνδυασμός υπολογιστικής νοημοσύνης και φυσικών μηχανών (κινητήρες). Λόγω του υψηλού επίπεδο απόδοσης και αξιοπιστίας τους, τα ρομπότ έχουν την υπέροχη δημοτικότητα στη καθημερινή ζωή. Ελάτε, να σας γνωρίσω τον Robby.



Robby the Robot

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ / ΥΛΙΚΑ



Arduino Sensor Shield



Arduino Uno R3



L298N Motor Driver



Battery Holder



Car Chassis



Servo Motor



Ultrasonic Sensor

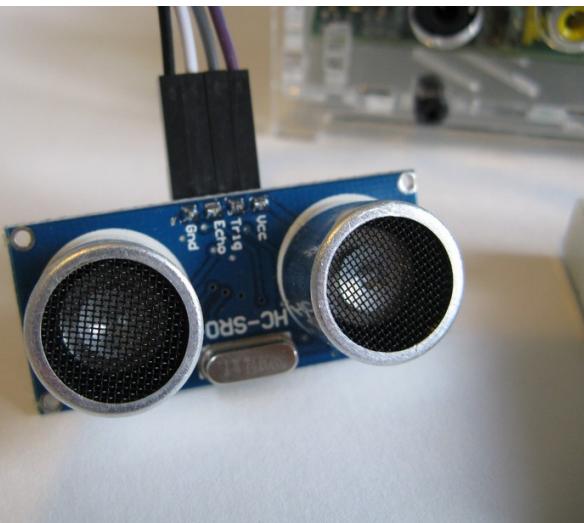


Car Wheels



Jumper Wires

ULTRASONIC SENSOR HC-SR04



Ο HC-SR04 είναι ένας αισθητήρας που μπορεί να μετρήσει την απόσταση. Εκπέμπει υπέρηχο στα 40,000 Hz, που ταξιδεύει στον αέρα και αν υπάρχει αντικείμενο ή εμπόδιο στην πορεία του θα επανέλθει στη μονάδα. Πάμε να δούμε τώρα πώς γίνεται αυτό.

Ο αισθητήρας έχει 4 ακροδέκτες, δύο εκ των οποίων αφορούν το ρεύμα, οι άλλοι δύο είναι το Trigger Pin και το Echo Pin. Ο Arduino στέλνει έναν παλμό στον αισθητήρα μέσω του Trigger Pin. Με το που λάβει αυτόν τον παλμό ο αισθητήρας ξεκινάει το χρονόμετρο.

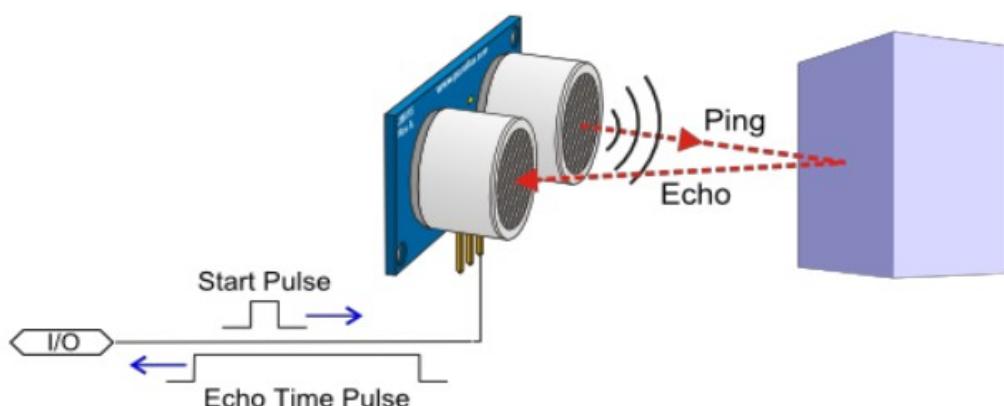
Στην συνέχεια, εκπέμπει το σήμα από την μία πλευρά και με το που το ανιχνεύει από την άλλη πλευρά, στέλνει στον Arduino έναν παλμό μέσω του Echo Pin, του οποίου το πάχος αντιπροσωπεύει τον χρόνο που έκανε να φτάσει το ηχητικό σήμα στο εμπόδιο και να γυρίσει πίσω. Πώς υπολογίζει την απόσταση ο αλγόριθμός; Εύκολα, από τον ακόλουθο τύπο.

$$S = (V \times t)/2$$

S=απόσταση

V=ταχύτητα του ήχου=340 m/s

t= χρόνος που έκανε να επιστρέψει το σήμα



Για παράδειγμα, εάν το αντικείμενο απέχει 20 εκατοστά από τον αισθητήρα και εφόσον η ταχύτητα του ήχου είναι 340 m/s ή $0,034 \text{ cm/ms}$, δίνεται ότι το ηχητικό κύμα θα πρέπει να ταξιδέψει περίπου για 588 μικροδευτερόλεπτα.

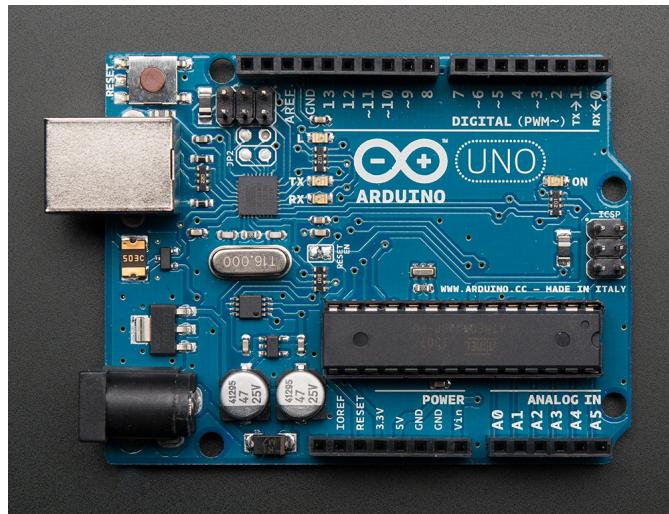
Ωστόσο, ο παλμός από το Echo Pin θα είναι διπλάσιος από αυτόν τον αριθμό επειδή το ηχητικό κύμα πρέπει να ταξιδέψει προς τα εμπρός και να αναπηδήσει προς τα πίσω. Έτσι, για να πάρουμε την απόσταση σε cm πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την λαμβανόμενη τιμή χρόνου ταξιδιού από την καρφίτσα ηχούς με το $0,034$ (ταχύτητα ήχου) και να τη διαιρέσουμε με το 2.

Περιορισμοί αισθητήρα

Ο αισθητήρας λειτουργεί αξιόπιστα από 2-400 εκατοστά. Οι περιορισμοί του αισθητήρα υπερήχων είναι ότι τα ηχητικά κύματα από ορισμένα αντικείμενα μπορεί να μην ανιχνευθούν, λόγω του σχήματος τους ή θέσης τους που είναι κατά τρόπο τέτοιο, ώστε το κύμα να αναπηδά και να εκτρέπεται μακριά από τον αισθητήρα και ώς αποτέλεσμα να μην γυρνάει ποτέ σε αυτόν.

Είναι επίσης δυνατό το αντικείμενο να είναι πολύ μικρό για να αντικατοπτρίζει αρκετό από τον ήχο να επιστρέψει στον αισθητήρα που θα ανιχνευθεί. Τα αντικείμενα μπορούν να απορροφήσουν το ηχητικό κύμα όλα μαζί (ύφασμα, χαλιά κ.λπ.), τα οποία σημαίνει ότι δεν υπάρχει τρόπος για τον αισθητήρα να τα ανιχνεύσει με ακρίβεια.

ARDUINO UNO R3



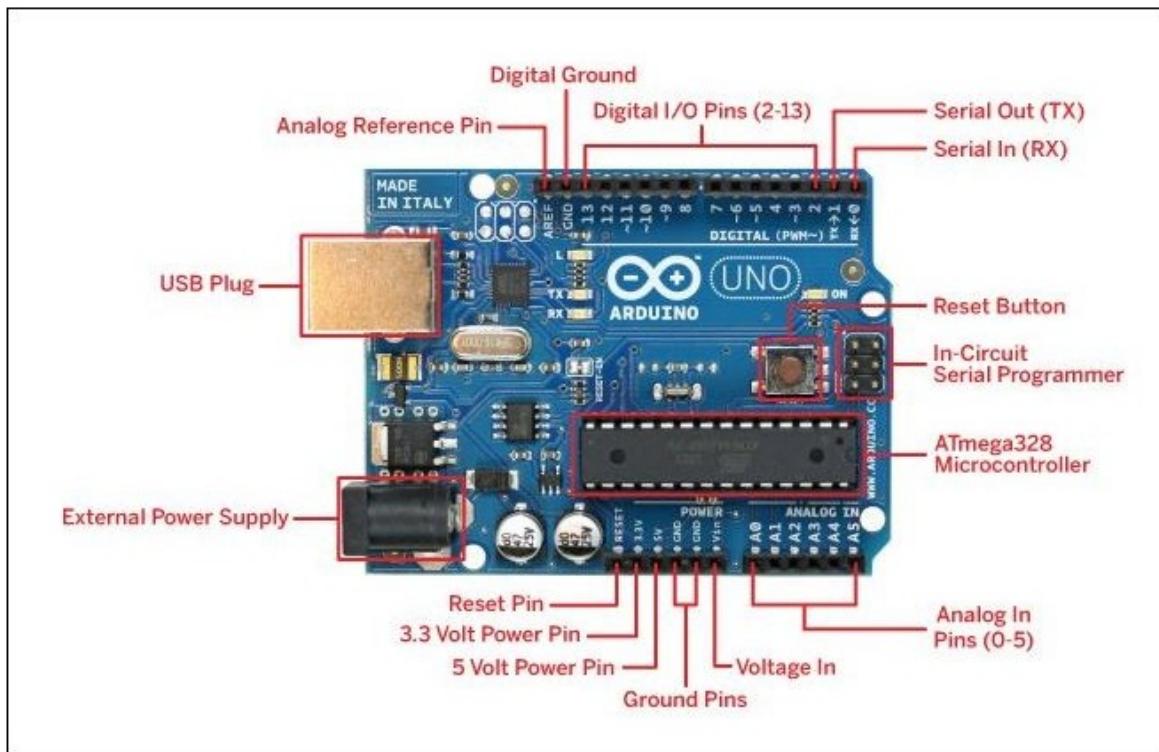
Ισως το πιο βασικό εξάρτημα για να λειτουργήσει ο Robby είναι ο Arduino. Είναι ουσιαστικά το "μυαλό", καθώς είναι υπεύθυνο για να δίνει εντολές στον Robby και να τον καθοδηγεί καθόλη τη διάρκεια της διαδρομής του.

Ο Arduino Uno R3 είναι ένας μικροεπεξεργαστής της οικογένειας του Arduino. Αποτελεί τη τρίτη και τελεύταια έκδοση της οικογένειας και κυκλοφόρησε το 2011. Το βασικό πλεονέκτημά του είναι η ευκολία χρήσης και προγραμματισμού του. Δηλαδή δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να φτιάξει και να 'ανεβάσει' τον κώδικα του στον Arduino πολύ εύκολα και γρήγορα.

Ο Arduino είναι αρκετά δημοφιλής για μικρά project ρομποτικής. Όποτε αυτόν τον κάνει ιδανικό για αρχάριους. Βασίζεται στον επεξεργαστή ATmega328P και έρχεται με 14 PIN εισόδου/εξόδου, 6 αναλογικές εισόδους, κρύσταλλο χαλαζί 16 MHz, σύνδεση USB, υποδοχή τροφοδοσίας, κεφαλίδα ICSP, η οποία μας επιτρέπει να προγραμματίσουμε τον μικροελεγκτή του Arduino χωρίς να τον αφαιρέσουμε από το κύκλωμα, ο οποίος είναι ενσωματωμένος. Τελευταίο, αλλά αρκετά σημαντικό είναι ότι ο Arduino περιέχει και κουμπί επαναφοράς, στην περίπτωση που χρειαστεί να το χρησιμοποιήσουμε.

Πώς προγραμματίζουμε τον εγκέφαλο; Εύκολα, απλά συνδέουμε στην θύρα USB που διαθέτει ένα καλώδιο για να τον συνδέσουμε με τον υπολογιστή μας. Χρησιμοποιούμε ένα πρόγραμμα, Arduino IDE, ώστε να γράψουμε, αλλά και να 'ανεβάσουμε' τον κώδικα μας στον επεξεργαστή. Θα δείξω πιο μετά εικόνες του κώδικα (C++) μέσω του IDE που έχω ανεβάσει στον Arduino.

Χαρακτηριστικά επεξεργαστή



Arduino Uno Pin Diagram

Vin (Voltage In): Είναι το Pin που διαχειρίζεται την τάση του ρεύματος, όταν δεν δέχεται ρεύμα απευθείας από USB ή το External Power Supply, αλλά από το Sensor Shield ή το Motor Driver.

5 Volt Power Pin: Το Pin από το οποίο παίρνει το ρεύμα, όταν συνδέεται ο Arduino είτε με το Sensor Shield ή το Motor Driver.

3.3 Volt Power Pin: Προσφέρει 3.3 τάση του ρεύματος και έτσι κάνει την ένταση του ρεύματος στα 50 μικροαμπέρ.

GND (Ground): Λειτουργεί σε συνεργία με το VCC και δηλώνει την μηδενική τάση του ρευματος.

Μνήμη: 32 KB είναι η μνήμη του μικροελεγκτή στον Arduino και 0,5 KB χρησιμοποιούνται για την εκκίνηση του (boot). Περιλαμβάνει επίσης και 2KB SRAM-2 (τύπος RAM) καθώς και 1 KB EEPROM (τύπος ROM).

I/O Pins: Έχει συνολικά 14 Pin εισόδου/εξόδου που χρησιμοποιούνται στις συναρτήσεις του κώδικα Mode, Read και Write, (θα τις δούμε σε λίγο). Λειτουργούν με τάση 5V και δίνουν ένταση στο ρεύμα 20 μικροαμπέρ και περιλαμβάνουν και και αντιστάση 20k ώμ.

TX/RX: Είναι τα Transmitter και Receiver Pin, υπεύθυνα για την επικοινωνία των δεδομένων (bit).

LED Pin: To Pin που δείχνει αν περνάει ρεύμα ή όχι.

Analog Reference Pin: Ρυθμίζει την τάση αναφοράς που χρησιμοποιείται για αναλογική είσοδο (δηλαδή την τιμή που χρησιμοποιείται ως επάνω μέρος του εύρους εισόδου).

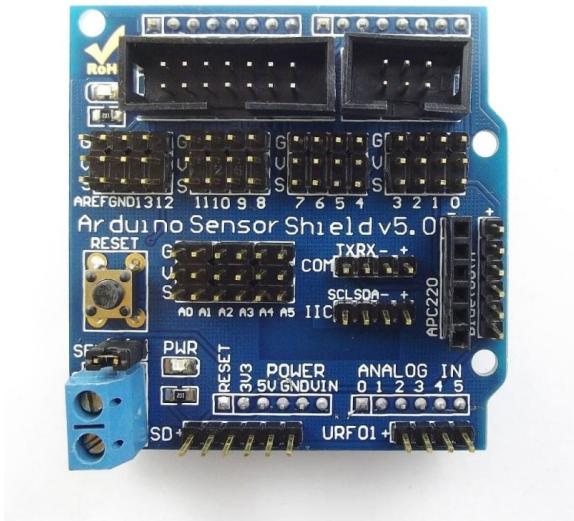
Reset Pin: Κάνει επαναφορά στον μικροελεγκτή του Arduino. Το Sensor Shield που είναι συνδεδεμένο σε αυτό το pin εμποδίζει την επαναφορά να βγει στα υπόλοιπα μέρη του Arduino.

Γενικότερα ο Arduino διαθέτει αρκετά Pins, καθένα από το οποίο είναι υπεύθυνο για μια συγκεκριμένη δουλειά. Όλα από τα οποία είναι απαραίτητα για την ασφαλή και επιτυχή λειτουργεία του.

Σχεδιασμός Arduino

Ο σχεδιασμός του Arduino είναι μία διακλάδωση της πλατφόρμας Wiring για λογισμικό ανοικτού κώδικα και προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας μια γλώσσα βασισμένη στο Wiring, παρόμοια με την C++ με απλοποιήσεις και αλλαγές, αλλά και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, καθώς και ένα περιβάλλον ανάπτυξης (IDE).

ARDUINO SENSOR SHIELD



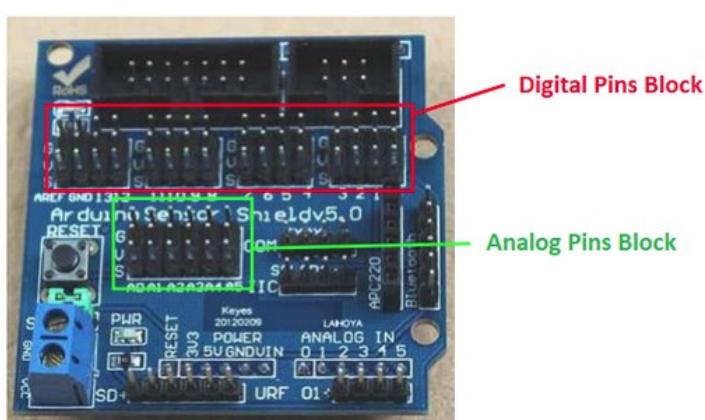
Ο σκοπός του Sensor Shield είναι να μας διευκολύνει στην σύνδεση των μερών του Robby με τον "εγκέφαλο", δηλαδή τον μικροελεγκτή στον Arduino. Με τη βοήθεια του Sensor Shield φεύγει η ανάγκη να συγκολλήσουμε τα διάφορα καλώδια στον Arduino και μπορούμε πλέον να χρησιμοποιήσουμε θηλυκά καλώδια (female jumper wires).

Όπως διακρίνουμε και από την εικόνα, το sensor shield διαθέτει πολλαπλά Pin, το καθένα από τα οποία είναι για ξεχωριστή λειτουργεία. Όπως διακρίνουμε από την παραπάτω εικόνα, το Sensor Shield διαθέτει 3 έννοιες που υπάρχουν σε κάθε Pin. Αυτές είναι G, V και S.

G: Είναι το ακρωνύμιο του Ground Pin. Αντιπροσωπεύει το 0 Volt.

V: Είναι το ακρωνύμιο για το Volt. Αντιπροσωπεύει τα 5 Volt.

S: Είναι το ακρωνύμιο για το Signal (σήμα).



[Arduino Sensor Shield V5](#)

To Sensor Shield χωρίζει τα Pins του σε Αναλογικά και Ψηφιακά. Εγω χρησιμοποιήσα τα Αναλογικά Pin για να συνδέσω τον Arduino με τα Echo, Trigger, Gnd, 5V του Ultrasonic Sensor.

Χρησιμοποιήσα τα Ψηφιακά Pin για να συνδέσω τον Arduino με το L298N Motor Driver και τον Servo Motor.

Το Sensor Shield διαθέτει ακόμα δύο βάσεις (τα μπλε στην εικόνα) για να τροφοδοτήσεις τον Arduino με ρεύμα από τον L298 Motor Driver.

Ένα άλλο αξιόλογο χαρακτηριστικό του Sensor Shield είναι ότι ούτε έχει την ικανότητα να επικοινωνεί με συσκεύες ασύρματα, αλλά και με bluetooth.

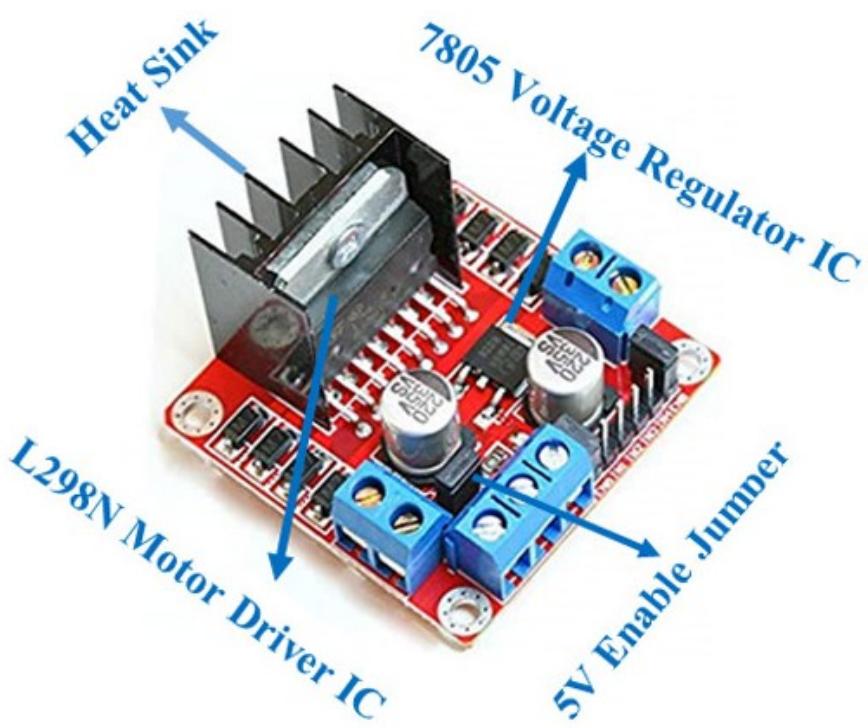
L298N MOTOR DRIVER



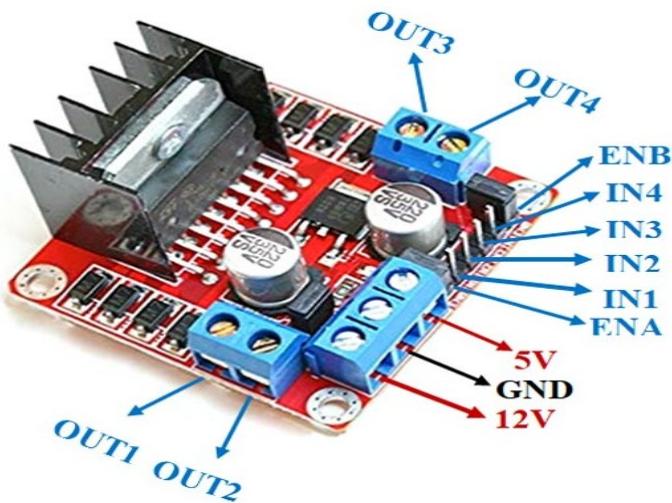
Ο L298N είναι ουσιαστικά ο διερμηνέας μεταξύ του Arduino και των κινητήρων.

Διαθέτει πολλαπλά Pins για την υποστήριξη μέχρι και 4 κινητήρων.

Αποτελείται από 6 ξεχωριστά μέρη, το κύριο είναι ο ίδιος ο driver, αλλά έχει και ρυθμιστή τάσης, αντιστάτες, πυκνωτή, ένα LED, και έναν 5 Volt jumper.



Pins



IN1/IN2: Τα Pins που συνδέουν τον ένα κινητήρα με τον Arduino.

IN3/IN4: Τα Pins που συνδέουν τον δεύτερο κινητήρα με τον Arduino.

ENA: Υπεύθυνο για την διαμόρφωση του παχούς του παλμού που στέλνει στον κινητήρα (Pulse Width Modulation), ώστε να ελέγχει την ταχύτητά του.

ENB: Υπεύθυνο για την διαμόρφωση του παχούς του παλμού που στέλνει στον δεύτερο κινητήρα (Pulse Width Modulation), ώστε να ελέγχει την ταχύτητά του.

OUT1/OUT2: Συνδέουν τον ένα κινητήρα με τον L298N.

OUT3/OUT4: Συνδέουν τον δεύτερο κινητήρα με τον L298N.

12V: Βάση για σύνδεση με 12 Volt πηγή ενέργειας.

5V: Βάση για σύνδεση με 5 Volt πηγή ενέργειας.

0V: Βάση με 0 Volt. Λειτουργεί σε αναλογία με το 5V.

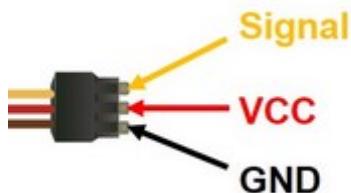
SERVO MOTOR



Ο Servo Motor είναι υπεύθυνο για να κάνει τον αισθητήρα υπερήχων να γυρίζει σε μοίρες ώστε να μπορεί να στείλει ηχητικά κύματα σε διάφορες κατευθύνσεις και να διαβαζει την απόσταση τους από τον Robby.

Εποι, καταλαβαίνουμε ότι είναι αρκετά σημαντικός στην ομαλή λειτουργεία του Robby.

Pins



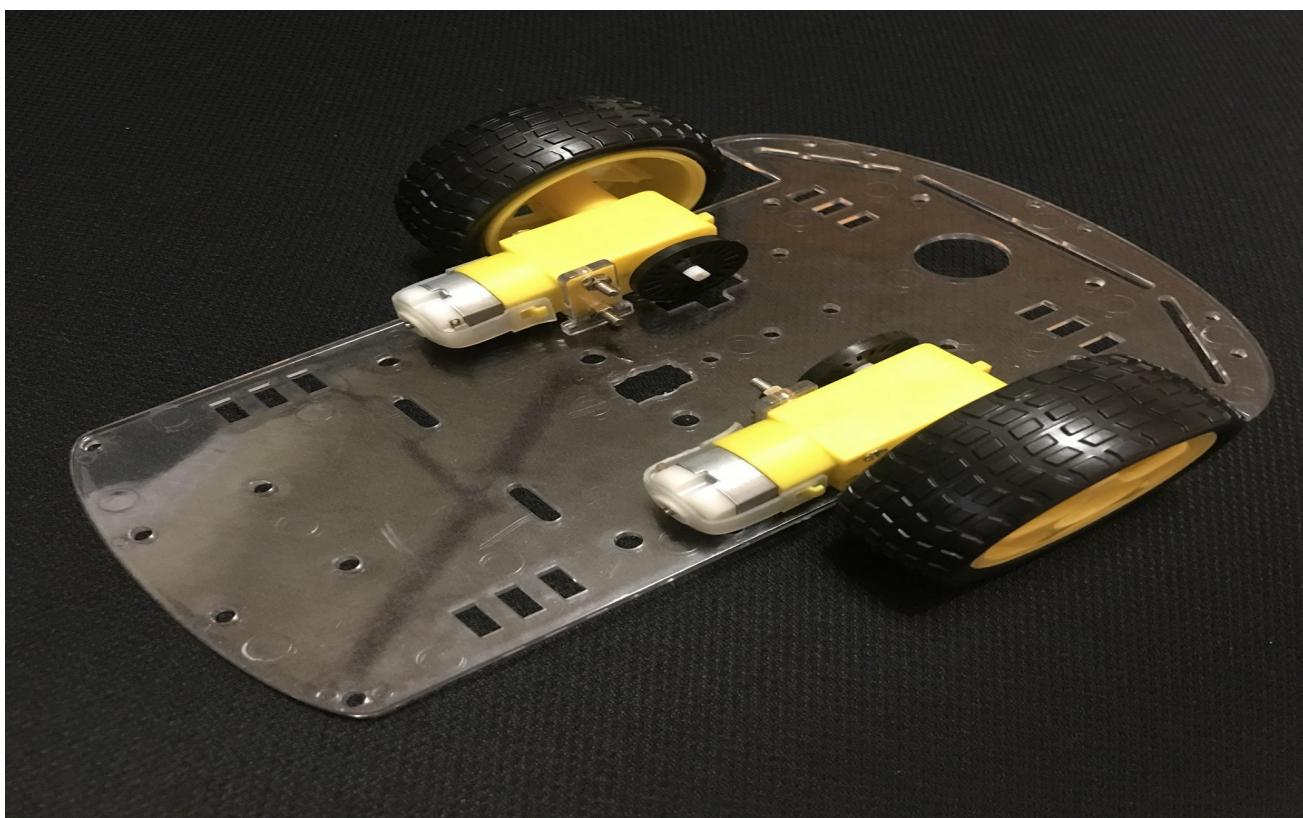
Ο Servo Motor διαθέτει 3 pins, τα οποία συνδέονται με το Ψηφιακό μπλόκ του Sensor Shield, δύο από τα οποία VCC και GND είναι για το ρεύμα, Volt και Ground Pin αντίστοιχα.

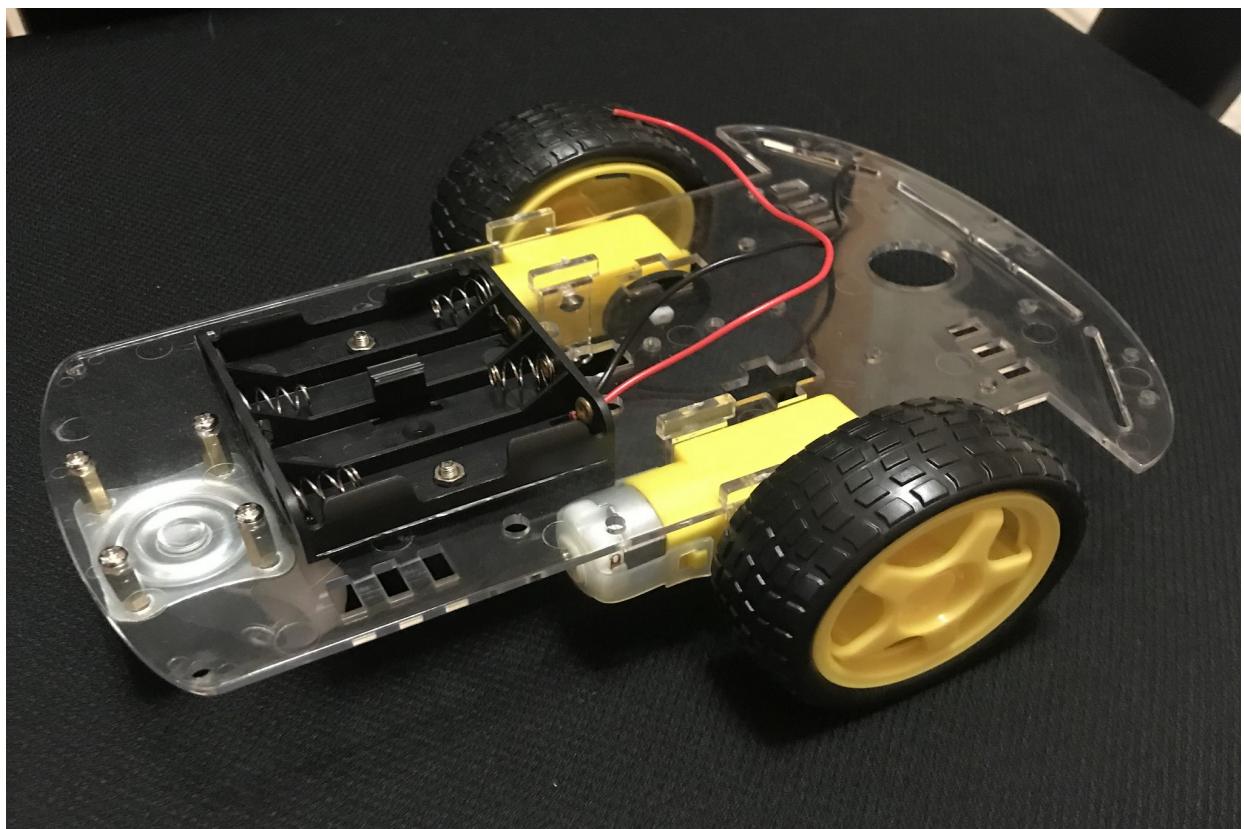
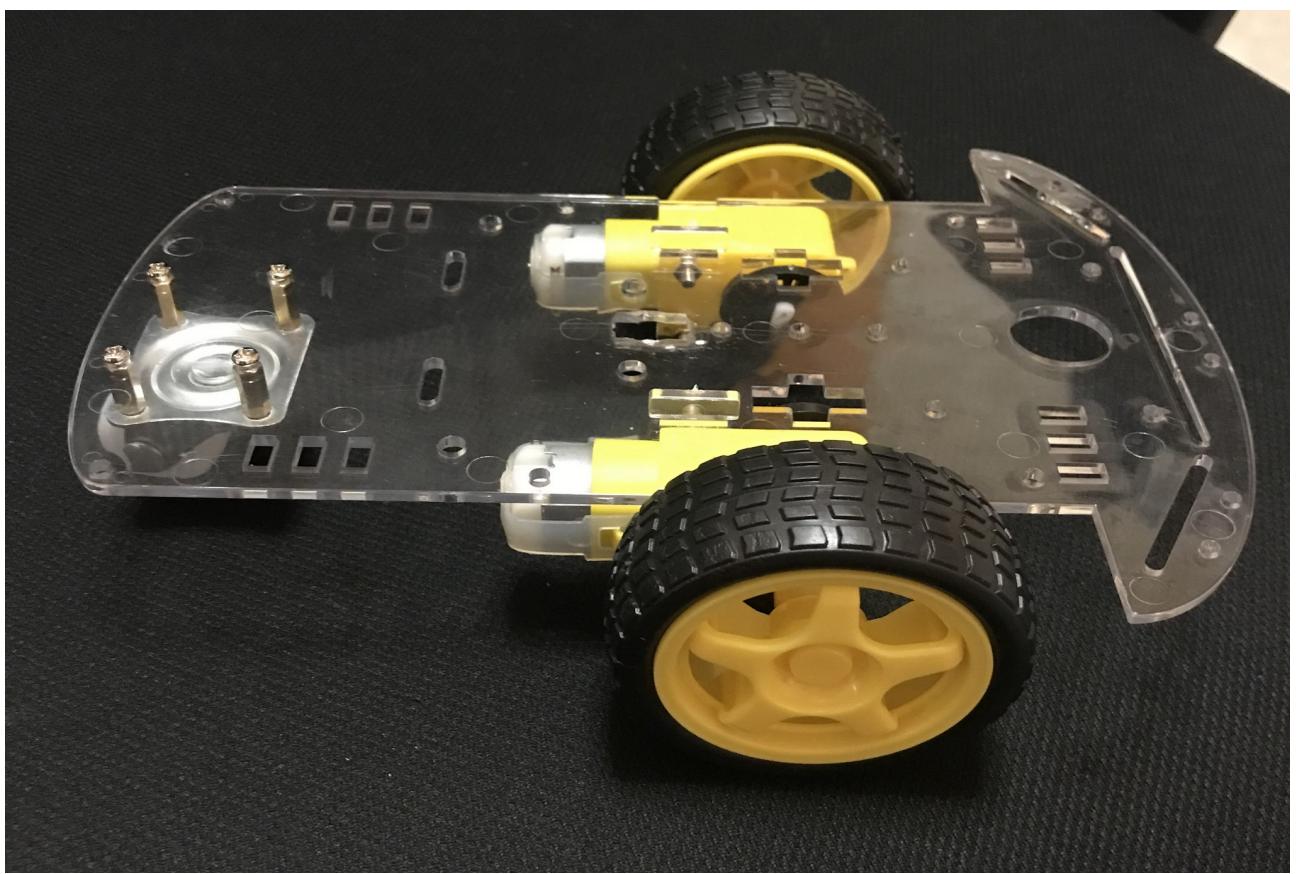
Το τρίτο Pin είναι το Signal, το οποίο είναι ιδιαίτερης σημασίας καθώς χρησιμοποιεί την τεχνολογία PWM (Pulse Width Modulation), για να κατευθύνει τον αισθητήρα υπερήχων ανάλογα με το πάχος του παλμού που θα λάβει.

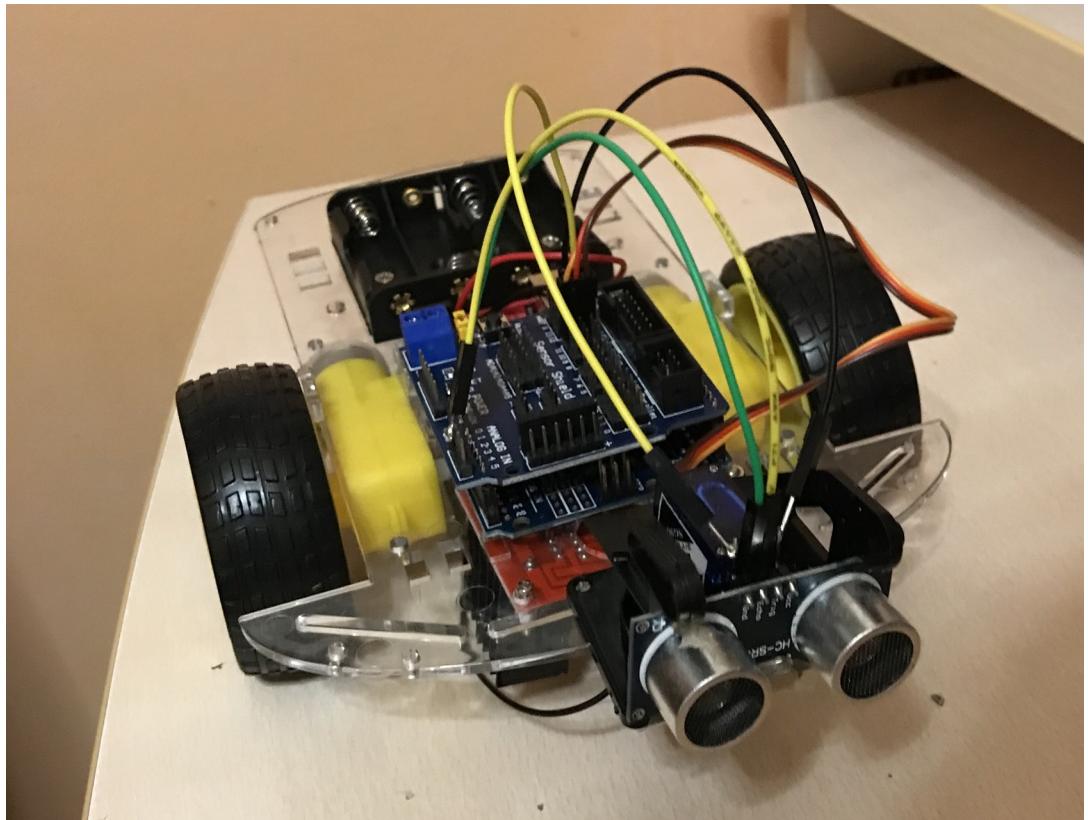
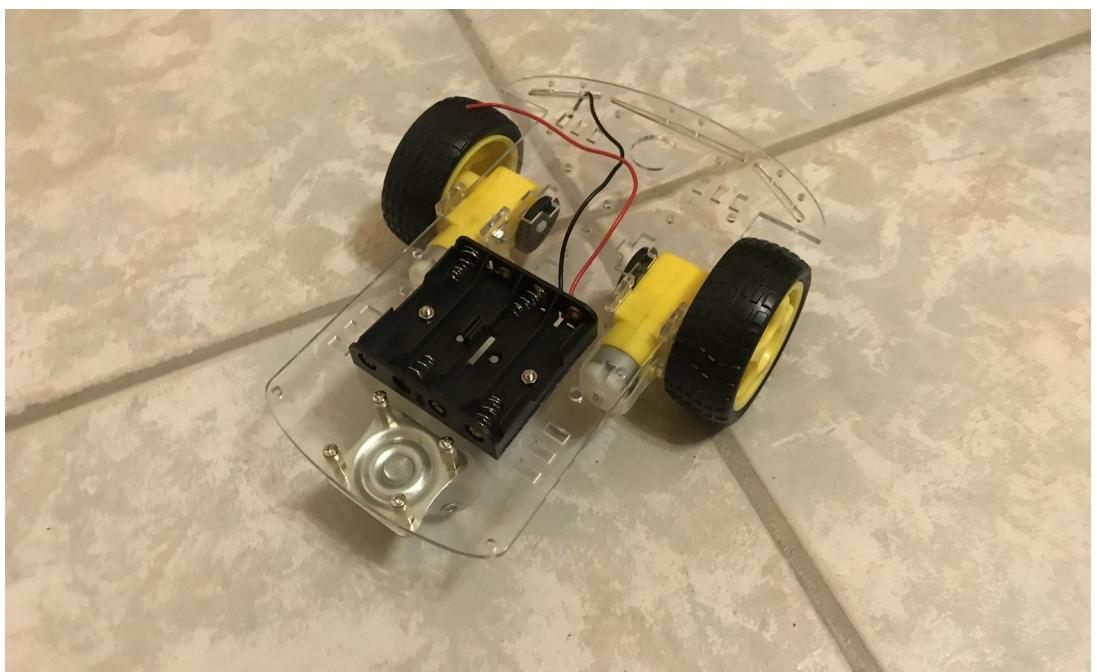
Αν το πάχος του Signal ισούται με **WIDTH_MIN**, τότε ο servo motor θα στρίψει 0° . Αντίστοιχα αν το πάχος ισούται με **WIDTH_MAX**, τότε θα στρίψει 180° . Εύκολα, μπορούμε να προβλέψουμε ότι αν είναι ο παλμός κάπου ανάμεσα σε αυτά τα δύο, τότε θα γυρίσει και ανάλογες μοίρες.

Οι παλμοί αυτοί κυμαίνονται σε πάχος από 1 ms μέχρι και 2 ms.

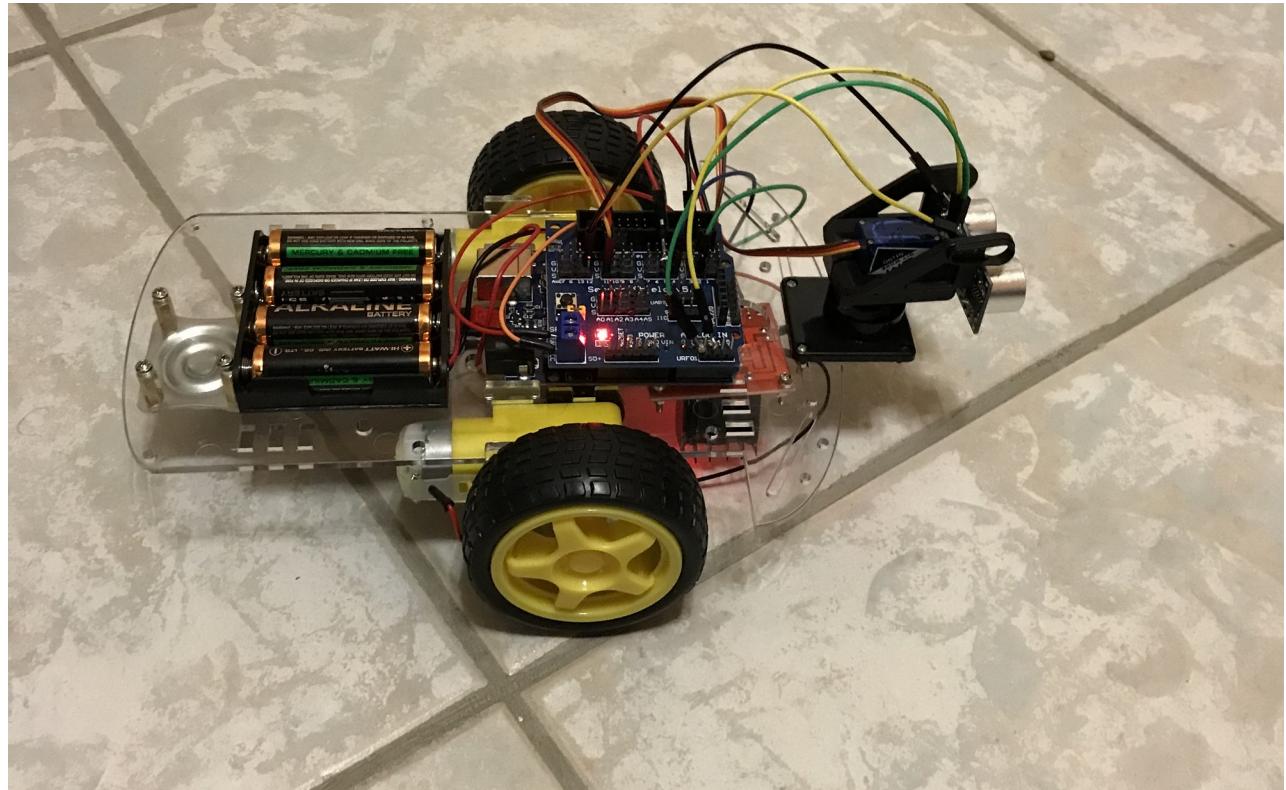
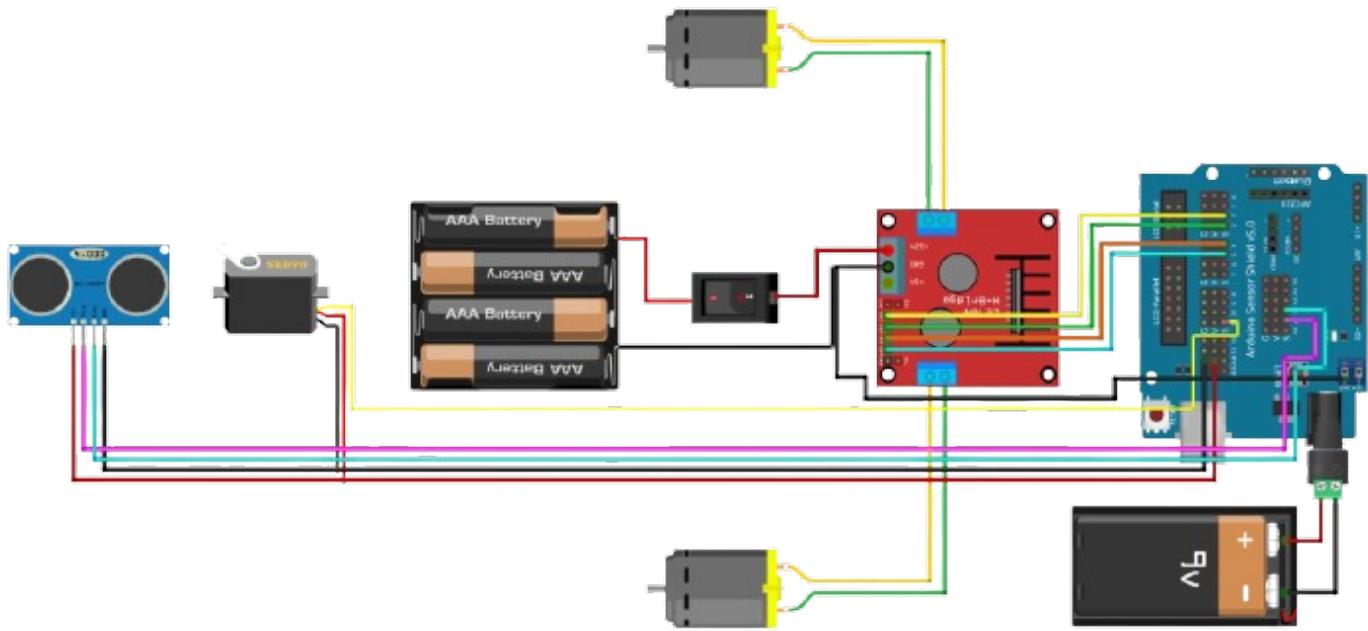
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ



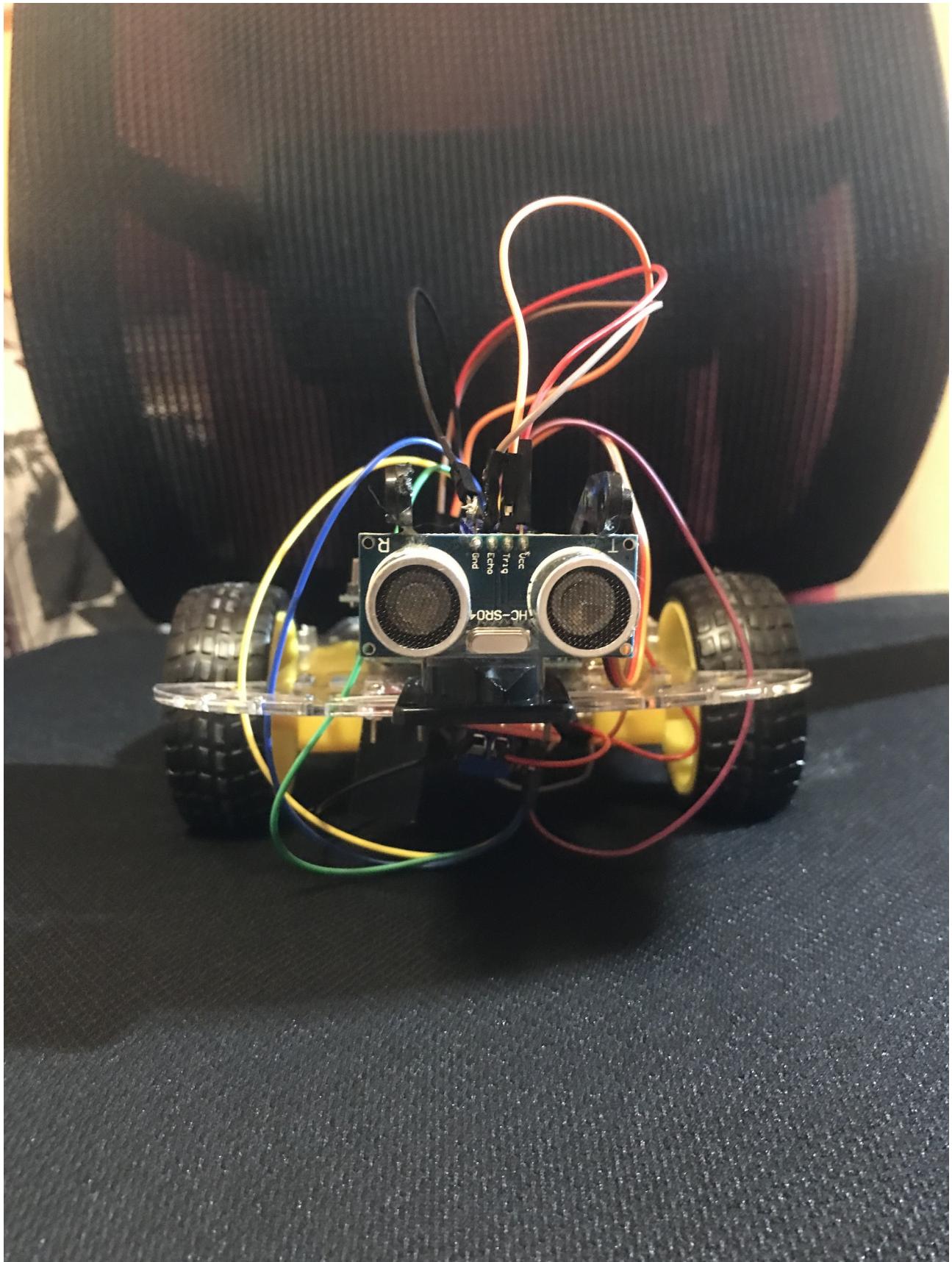




Wiring



Finished



ΚΩΔΙΚΑΣ

```
#include <Servo.h> //standard library
#include <NewPing.h> //ultrasonic sensor function library.

//L298N control pins
const int LeftMotorForward=5;
const int LeftMotorBackward=4;
const int RightMotorForward=2;
const int RightMotorBackward=3;

//sensor pins
// me to #define den 8eteis mnemh san to const int pixi.
#define trig_pin A2 // analog input 1
#define echo_pin A1 // analog input 2

#define maximum_distance 200
boolean goesForward=false;
int distance=100;

//QUESTIONS

//Q: Giai vazoume delays?????
//A: gia na dwsoume xrono sta shmata na kanoun kinhseis.

//kalei to sonar function
NewPing sonar(trig_pin, echo_pin,maximum_distance); //NewPing setup of pins and maximum distance.
Servo servo_motor; //the servo name
```

Επεξήγηση: Εδώ θέτω τις μεταβλητές για τα Pins του κινητήρα και του αισθητήρα, αλλά και μεταβλητή για να ξέρω αν πηγαίνει μπροστά, και μία να κρατάει την απόσταση.

```
void setup() {
    //runs once:

    pinMode(LeftMotorForward, OUTPUT);
    pinMode(LeftMotorBackward, OUTPUT);
    pinMode(RightMotorForward ,OUTPUT);
    pinMode(RightMotorBackward, OUTPUT);

    servo_motor.attach(11); //our servo pin

    //gia configuration tou sensora to apo katw.
    servo_motor.write(85);
    delay(2000);
    distance = readPing();
    delay(100);
    distance = readPing();
    delay(100);
    distance = readPing();
    delay(100);
    distance = readPing();
    delay(100);
    distance = readPing();
    delay(100);
}

}
```

Επεξήγηση: Ο παραπάνω κώδικας τρέχει μόνο την πρώτη φορά που θα ξεκινήσει ο Arduino. Εδώ ρυθμίζει τα pins του servo και των κινητήρων, αλλά και τον ίδιο τον αισθητήρα.

```

void loop() {
    //runs repeatedly:

    int distanceRight=0;
    int distanceLeft=0;
    delay(50);

    if (distance<=35)
    {
        moveStop();
        delay(300);
        moveBackward();
        delay(400);
        moveStop();
        delay(300);
        distanceRight=lookRight();
        delay(300);
        distanceLeft=lookLeft();
        delay(300);

        if (distance>=distanceLeft)
        {
            turnRight();
            moveStop();
        }
        else{
            turnLeft();
            moveStop();
        }
    }
    else{
        moveForward();
    }
    distance=readPing();
}

```

Επεξήγηση: Η παραπάνω συνάρτηση τρέχει σε loop, δηλαδή επαναλαμβάνεται όλη την ώρα, αφού γίνει το setup του Arduino. Ουσιαστικά αντιστοιχεί στην main που έχει κάθε πρόγραμμα. Σε αυτήν την συνάρτηση καθορίζω τον αλγόριθμο που θα ακολουθεί ο Arduino, κατα την διάρκεια της πορείας του.

```

int lookRight()
{
    servo_motor.write(130);
    delay(500);
    int distance=readPing();
    delay(100);
    servo_motor.write(90);
    return distance;
    delay(100);
}

```

Επεξήγηση: Το servo_motor γράφει τις μοίρες που θα στρίψει ο Servo motor από τα αριστερά. Δηλαδη εδώ θα στρίψει 130 μοίρες από τα αριστερά, θα διαβάσει την απόσταση, θα ξαναεπιστρέψει μπροστά σε μοίρες και θα επιστρέψει την απόσταση που διάβασε.

```

int lookLeft()
{
    // to write einai to stripsimo tou kefaliou se moires
    servo_motor.write(50);
    delay(500);
    // analoga to mege8os tou palmou pou lamvanei einai kai h apostash apo ta antikeimena
    int distance=readPing();
    delay(100);
    servo_motor.write(90);
    return distance;
}

```

Επεξήγηση: Το servo_motor γράφει τις μοίρες που θα στρίψει ο Servo motor από τα αριστερά. Δηλαδη εδώ θα στρίψει 50 μοίρες από τα αριστερά, θα διαβάσει την απόσταση, θα ξαναεπιστρέψει μπροστά σε μοίρες και θα επιστρέψει την απόσταση που διάβασε.

```

int readPing()
{
    delay(70);
    // edw diavazei to mege8os tou palmou
    int cm=sonar.ping_cm();
    // ama paei la8os h metrhsh kai gyrisei 0, tote ype8ese oti den hr8e pote kai kala einai makria.
    if (cm==0)
    {
        cm=250;
    }
    return cm;
}

```

Επεξήγηση: Διαβάζει την απόσταση χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη sonar.

```

void moveStop()
{
    goesForward=false;
    // proypo8etei to Pinmode. To digitalWrite xeirizetai ta Volt sto ka8e pin.
    //5 Volt h 0 volt. Volt einai h piesh pou askeitai sta hlektronika.
    digitalWrite(RightMotorForward, LOW);
    digitalWrite(LeftMotorForward, LOW);
    digitalWrite(RightMotorBackward, LOW);
    digitalWrite(LeftMotorBackward, LOW);
}

```

Επεξήγηση: Εδώ σταματάει όλους τους κινητήρες. To Low είναι 0 Volt και το High είναι 5 Volt.

```

void moveForward()
{
    //mono an exei stamathsei na phgainei mprosta (goesForward=false) ,
    //8a synexisei na phgainei mprosta.
    if (!goesForward)
    {
        goesForward=true;

        digitalWrite(LeftMotorForward,HIGH);
        digitalWrite(RightMotorForward,HIGH);

        digitalWrite(LeftMotorBackward,LOW);
        digitalWrite(RightMotorBackward,LOW);
    }
}

```

Επεξήγηση: Εδώ δίνω ρεύμα στους ανάλογους κινητήρες, για να κινηθεί ο Robby μπροστά.

```

void moveBackward()
{
    goesForward=false;

    digitalWrite(LeftMotorBackward,HIGH);
    digitalWrite(RightMotorBackward,HIGH);

    digitalWrite(LeftMotorForward,LOW);
    digitalWrite(RightMotorForward,LOW);
}

```

Επεξήγηση: Εδώ δίνω ρεύμα στους ανάλογους κινητήρες, για να κινηθεί ο Robby πίσω.

```

void turnRight()
{
    // otan strivei einai to delay pou xeirizetai to poses moires 8a stripsei o arduino

    digitalWrite(LeftMotorForward,HIGH);
    digitalWrite(RightMotorBackward,HIGH);

    digitalWrite(LeftMotorBackward,LOW);
    digitalWrite(RightMotorForward,LOW);

    delay(250);

    digitalWrite(LeftMotorForward,HIGH);
    digitalWrite(RightMotorForward,HIGH);

    digitalWrite(LeftMotorBackward,LOW);
    digitalWrite(RightMotorBackward,LOW);
}

```

Επεξήγηση: Στην συνάρτηση αυτή, δίνω ρεύμα στους ανάλογους κινητήρες ώστε να στρίψει ο Robby δεξιά. Πόσο δεξιά; Το καθορίζει το delay σε ms στην συνάρτηση.

```

void turnLeft()
{
    digitalWrite(LeftMotorBackward,HIGH);
    digitalWrite(RightMotorForward,HIGH);

    digitalWrite(LeftMotorForward,LOW);
    digitalWrite(RightMotorBackward,LOW);

    delay(250);

    digitalWrite(LeftMotorForward,HIGH);
    digitalWrite(RightMotorForward,HIGH);

    digitalWrite(LeftMotorBackward,LOW);
    digitalWrite(RightMotorBackward,LOW);
}

```

Επεξήγηση: Στην συνάρτηση αυτή, δίνω ρεύμα στους ανάλογους κινητήρες ώστε να στρίψει ο Robby αριστερά. Λειτουργεί όμοια με την παραπάνω συνάρτηση.

ROBBY IN ACTION

<https://drive.google.com/file/d/14FvEovajwiAFF0gKQyQJa3PiuSdeYsOo/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/16P3teBcpuYRo8HXFCq8muX3QvXLyJ37e/view?usp=sharing>

https://drive.google.com/file/d/1fKUn7Sp5WBqd9KwxhYX_sf3nXtrNGJK4/view?usp=sharing

<https://drive.google.com/file/d/1hgX45jj0YmXh-8UbhikdGBEl3mg44uaf/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/1q6UYV4-OTNgIiRIHpnVeCmviwx7fU-S2/view?usp=sharing>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-obstacle-avoding-robot>

[https://www.academia.edu/35334413/
Obstacle Avoiding Smartcar using Arduino and Ultrasonic
Sensors J Component Report](https://www.academia.edu/35334413/Obstacle_Avoiding_Smartcar_using_Arduino_and_Ultrasonic_Sensors_J_Component_Report)

https://www.uctronics.com/download/Amazon/K0065_KIT.pdf

<https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

<https://www.theengineeringprojects.com/2018/10/introduction-to-hc-sr04-ultrasonic-sensor.html>

<https://create.arduino.cc/projecthub/abdularbi17/ultrasonic-sensor-hc-sr04-with-arduino-tutorial-327ff6>

<https://www.theengineeringprojects.com/2020/10/introduction-to-arduino-sensor-shield.html>

<https://lastminuteengineers.com/l298n-dc-stepper-driver-arduino-tutorial/amp/>

<https://docs.arduino.cc/static/44c54b3f3b1d0a8851cb26945cad8826/A000066-datasheet.pdf>

https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_servo_motor.htm

<https://www.investopedia.com/articles/investing/052014/how-googles-selfdriving-car-will-change-everything.asp>

https://www.youtube.com/watch?v=1n_KjpMfVT0

<https://www.youtube.com/watch?v=BhrrNtihIe8>

<https://www.youtube.com/watch?v=WSMFLkL-niY>

<https://www.youtube.com/watch?v=4CFO0MiSlM8>