



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Διπλωματική Εργασία

***Τρισδιάστατη υλοποίηση εικονικού ρομπότ τύπου Karel
με μεταβολή των δυνατοτήτων του***

Ομάδα εργασίας:

Σαγιάς Ευάγγελος-Διομήδης

Αρ. Μητρώου:71447084

***Όνομα Καθηγητή
ΠΑΠΑΚΙΤΣΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ***

ΑΙΓΑΛΕΩ 2024



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND
PRODUCTION ENGINEERING**

Diploma Thesis

**3D implementation of a virtual Karel type robot with alteration
of its capabilities**

Student name and surname:

Evangelos-Diomidis Sagias

Registration Number: 71447084

Supervisor name and surname:

Evangelos Papakitsos

Athens, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ
ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Τρισδιάστατη υλοποίηση εικονικού ρομπότ τύπου Karel με μεταβολή των δυνατοτήτων του

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Ε.Χ. ΠΑΠΑΚΙΤΣΟΣ	ΕΔΙΠ Α΄	
2	Ν. ΛΑΣΚΑΡΗΣ	Επίκουρος Καθηγητής	
3	Χ. ΔΡΟΣΟΣ	Επίκουρος Καθηγητής	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Σαγιάς Ευάγγελος-Διομήδης του Μαργαρίτη, με αριθμό μητρώου 71447084 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών βιομηχανικής σχεδίασης και παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου στον καθηγητή Ευάγγελο Παπακίτσο και στον Υπ. Δρ. Ιωάννη Γιάχο για την πολύτιμη βοήθειά τους και την αδιάλειπτη υποστήριξή τους. Ήταν πάντα πρόθυμοι να βρίσκονται στην άλλη άκρη του τηλεφώνου όποτε χρειάστηκε, προσφέροντάς μου καθοδήγηση και ενθάρρυνση κατά τη διάρκεια της συγγραφής αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η συμβολή τους ήταν ανεκτίμητη και η υποστήριξή τους συνεχής και ουσιαστική.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Νίκο για την πολύτιμη βοήθειά του στον κώδικα. Η συμβολή του ήταν καθοριστική για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους δικούς μου ανθρώπους, για την αδιάλειπτη υποστήριξη, την κατανόηση και την αγάπη τους. Η υπομονή και η ενθάρρυνσή τους αποτέλεσαν τη βάση για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Σας ευχαριστώ θερμά όλους για την αφοσίωση και την υποστήριξή σας.

Abstract

This thesis explores the use of educational robots in teaching programming, with a focus on the virtual robot Karel. Developed in 1981 by Richard E. Pattis, Karel is one of the earliest educational tools designed to teach programming and algorithmic thinking. Through simple commands and a grid environment, Karel provides students with an opportunity to grasp the fundamental principles of programming in a visual and interactive manner.

The thesis outlines the evolution of Karel from its initial form to modern 3D implementations, as well as the integration of physical robots that allow students to see their commands executed in real-time. This combination of theoretical and practical education bridges the gap between learning and application, enhancing students' understanding and problem-solving abilities.

The robot's functional specifications include basic movement commands, turns, gripper control, lifting, and obstacle detection and handling. These functionalities enable the robot to interact with its environment accurately and efficiently, offering students a rich field for experimentation and learning.

The application design encompasses the development of movement control units, servomechanisms, ultrasonic sensors, and communication modules, ensuring the smooth operation and interactivity of the robot.

Keywords: Educational robotics, STEM, Karel robot.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τη χρήση εκπαιδευτικών ρομπότ για τη διδασκαλία του προγραμματισμού, εστιάζοντας στο εικονικό ρομπότ Karel. Το Karel, που αναπτύχθηκε το 1981 από τον Richard E. Pattis, αποτελεί ένα από τα πρώτα παραδείγματα εκπαιδευτικών εργαλείων για τη διδασκαλία προγραμματισμού και αλγοριθμικής σκέψης. Μέσα από απλές εντολές και ένα περιβάλλον πλέγματος, το Karel προσφέρει στους μαθητές την ευκαιρία να κατανοήσουν τις βασικές αρχές του προγραμματισμού με οπτικοποιημένο και διαδραστικό τρόπο.

Η εργασία περιγράφει την εξέλιξη του Karel από την αρχική του μορφή έως τις σύγχρονες 3D υλοποιήσεις, καθώς και την ενσωμάτωση φυσικών ρομπότ που επιτρέπουν στους μαθητές να δουν τις εντολές τους να εκτελούνται σε πραγματικό χρόνο. Αυτός ο συνδυασμός θεωρητικής και πρακτικής εκπαίδευσης γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της μάθησης και της εφαρμογής, ενισχύοντας την κατανόηση και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων.

Οι λειτουργικές προδιαγραφές του ρομπότ περιλαμβάνουν βασικές εντολές κίνησης, στροφές, έλεγχο δαγκάνας και ανύψωσης, καθώς και ανίχνευση και χειρισμό εμποδίων. Αυτές οι λειτουργίες επιτρέπουν στο ρομπότ να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, παρέχοντας στους μαθητές ένα πλούσιο πεδίο για πειραματισμό και μάθηση.

Ο σχεδιασμός της εφαρμογής περιλαμβάνει την ανάπτυξη μονάδων ελέγχου κίνησης, σερβομηχανισμού, αισθητήρων υπερήχων και επικοινωνίας, εξασφαλίζοντας την ομαλή λειτουργία και διαδραστικότητα του ρομπότ.

Λέξεις-κλειδιά: Εκπαιδευτική ρομποτική, STEM, Ρομπότ Karel.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	9
Abstract	11
Περίληψη	13
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	15
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	17
2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	21
3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	27
4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	31
5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	49
5.1Περιγραφή των αποτελεσμάτων της λειτουργίας κάθε εξαρτήματος,.....	49
5.2 πιθανά προβλήματα στην κατασκευή και τη λειτουργία	51
5.3Εφαρμογές και Ερευνητικές Κατευθύνσεις για το Μέλλον.....	53
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
Βιβλιογραφία.....	57

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιδέα της Χρήσης Εκπαιδευτικών Ρομπότ στην Εκπαίδευση Προγραμματισμού: Η Περίπτωση του Karel

Η ιδέα της χρήσης εκπαιδευτικών ρομπότ ως εργαλείων για τη διδασκαλία του προγραμματισμού υπολογιστών και της αλγοριθμικής σκέψης έχει πλούσια ιστορία, η οποία χρονολογείται από τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Ένα από τα πρωτοποριακά έργα σε αυτόν τον τομέα ήταν η ανάπτυξη του ρομπότ Karel, που δημιουργήθηκε από τον Richard E. Pattis το 1981. Το αρχικό Karel ήταν ένα απλό, βασισμένο σε πλέγμα ρομπότ που μπορούσε να προγραμματιστεί να κινείται, να ακολουθεί εντολές και να χειρίζεται αντικείμενα. Αυτή η απλή προσέγγιση παρείχε ένα προσιτό σημείο εισόδου για τους αρχάριους ώστε να κατανοήσουν τα βασικά του προγραμματισμού, χρησιμοποιώντας μια απτή και οπτική μέθοδο που απομυθοποιούσε τις αφηρημένες έννοιες [1].

Ο Richard E. Pattis, κατά τη διάρκεια της θητείας του στο Πανεπιστήμιο του Stanford, ανέπτυξε το Karel ως εργαλείο διδασκαλίας για το μάθημα εισαγωγής στον προγραμματισμό. Το όνομα του ρομπότ προήλθε από τον Karel Čapek, τον Τσέχο συγγραφέα που επινόησε τη λέξη "ρομπότ" [1]. Το ρομπότ Karel σχεδιάστηκε για να λειτουργεί μέσα σε ένα περιβάλλον πλέγματος, όπου μπορούσε να εκτελεί απλές εντολές όπως "move" (κίνηση), "turnLeft" (στροφή αριστερά), "putBeeper" (τοποθέτηση μπίπερ) και "pickBeeper" (παραλαβή μπίπερ). Μέσω αυτών των εντολών, οι μαθητές μπορούσαν να κατανοήσουν τις βασικές αρχές της λογικής προγραμματισμού και των αλγορίθμων, χωρίς να χρειάζεται να αντιμετωπίσουν την πολυπλοκότητα των πραγματικών γλωσσών προγραμματισμού από την αρχή [1].

Με την πάροδο των ετών, η ιδέα του Karel επανεξετάστηκε και επανασχεδιάστηκε πολλές φορές, με κάθε επανάληψη να επιδιώκει να αξιοποιήσει τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις για να βελτιώσει την εκπαιδευτική εμπειρία. Η εξέλιξη από 2D σε 3D περιβάλλοντα αποτελεί ένα σημαντικό άλμα προς τα εμπρός από αυτή την άποψη. Η τρισδιάστατη εφαρμογή του Karel εισάγει μια νέα διάσταση διαδραστικότητας και εμπλοκής, καθιστώντας τη μαθησιακή διαδικασία πιο καθηλωτική και διαισθητική για τους μαθητές [2]. Σήμερα, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίσουν το Karel σε πιο εξελιγμένα περιβάλλοντα, χρησιμοποιώντας γλώσσες προγραμματισμού όπως η Python και η Java, γεγονός

που ενισχύει περαιτέρω την κατανόηση των πιο προχωρημένων εννοιών προγραμματισμού [2].

Το εικονικό εκπαιδευτικό ρομπότ Karel, υλοποιημένο ως ελεύθερο πρόγραμμα λογισμικού, λειτουργεί σε οθόνη προσωπικού υπολογιστή (PC) μέσα σε ένα περιβάλλον μικρόκοσμου. Ο πρωταρχικός στόχος αυτού του έργου είναι να εκπαιδεύσει μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στον προγραμματισμό υπολογιστών και την αλγοριθμική σκέψη μέσω μιας ελκυστικής και διαδραστικής πλατφόρμας [1]. Το Karel λειτουργεί ως εισαγωγικό εργαλείο που βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού, όπως οι δομές ελέγχου (π.χ., βρόχοι και συνθήκες), οι μεταβλητές και οι διαδικασίες [1]. Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι μαθητές αποκτούν θεμέλια που θα τους βοηθήσουν να κατανοήσουν πιο σύνθετα προγραμματιστικά έργα στο μέλλον [2].

Το 4WD Mechanical Robot Arm Smart Car χρησιμεύει ως η φυσική υλοποίηση του εικονικού ρομπότ Karel. Αυτό το εξάρτημα υλικού είναι ευέλικτο και προγραμματιζόμενο, καθιστώντας το ιδανικό εργαλείο για να ζωντανέψουν τα εικονικά μαθήματα [3]. Με την ενσωμάτωση των στοιχείων λογισμικού και υλικού, το έργο γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της θεωρητικής μάθησης και της πρακτικής εφαρμογής. Οι μαθητές μπορούν να δουν τον άμεσο αντίκτυπο του κώδικά τους στο φυσικό ρομπότ, γεγονός που συμβάλλει στην εδραίωση της κατανόησης των αρχών προγραμματισμού και των πραγματικών εφαρμογών τους [3]. Η πρακτική αυτή προσέγγιση ενθαρρύνει τους μαθητές να πειραματιστούν και να αναπτύξουν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, προωθώντας τη δημιουργικότητα και την καινοτομία [3].

Η εισαγωγή τρισδιάστατων γραφικών στο εικονικό ρομπότ Karel προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές 2D υλοποιήσεις. Επιτρέπει ένα πιο δυναμικό και οπτικά ελκυστικό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση του ενδιαφέροντος και των κινήτρων των μαθητών [2]. Το τρισδιάστατο περιβάλλον παρέχει επίσης μια πιο ρεαλιστική προσομοίωση σεναρίων του πραγματικού κόσμου, διευκολύνοντας τους μαθητές να κατανοήσουν πολύπλοκες έννοιες [2]. Μέσω αυτής της προσέγγισης, οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των αρχών του προγραμματισμού και να αναπτύξουν δεξιότητες που θα τους είναι χρήσιμες τόσο στον ακαδημαϊκό όσο και στον επαγγελματικό τους βίο [2].

Συνολικά, η ιστορία του Karel και η εξέλιξή του αντικατοπτρίζουν τη συνεχή προσπάθεια για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω της τεχνολογίας. Από την αρχική του μορφή ως απλό ρομπότ σε πλέγμα μέχρι τις σύγχρονες

τρειςδιάστατες υλοποιήσεις και την ενσωμάτωση φυσικών ρομπότ, το Karel συνεχίζει να αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τη διδασκαλία του προγραμματισμού, προσφέροντας στους μαθητές τη δυνατότητα να μάθουν μέσω της πράξης και της αλληλεπίδρασης [1, 2, 3].

2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Έλεγχος κίνησης

Περιγραφή: Αυτή η λειτουργία δίνει εντολή στο ρομπότ να κινηθεί προς τα εμπρός για μια καθορισμένη διάρκεια. Η διάρκεια εισάγεται από τον χρήστη μέσω της σειριακής διεπαφής. Η συνάρτηση ενεργοποιεί τους κινητήρες για να κινήσουν το ρομπότ προς τα εμπρός, παρέχοντας μια βασική αλλά ουσιαστική δυνατότητα κίνησης.

Κίνηση προς τα πίσω

Περιγραφή: Αυτή η λειτουργία ελέγχει το ρομπότ για να κινηθεί προς τα πίσω για μια διάρκεια που ορίζεται από τον χρήστη. Η διάρκεια εισάγεται μέσω της σειριακής διασύνδεσης και η λειτουργία προσαρμόζει τα χειριστήρια του κινητήρα για να αντιστρέψει την κατεύθυνση του ρομπότ, επιτρέποντάς του να κινηθεί προς τα πίσω.

Αριστερή Στροφή

Περιγραφή: Η λειτουργία αριστερής στροφής περιστρέφει το ρομπότ αριστερά για μια καθορισμένη διάρκεια. Ο χρήστης εισάγει τη διάρκεια μέσω της σειριακής διεπαφής. Αυτή η λειτουργία βοηθά το ρομπότ να αλλάξει κατεύθυνση περιστρεφόμενο προς τα αριστερά, ενισχύοντας τις ικανότητες πλοήγησης.

Δεξιά Στροφή

Περιγραφή: Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στο ρομπότ να στρίψει δεξιά για μια καθορισμένη διάρκεια με βάση την είσοδο του χρήστη μέσω της σειριακής διασύνδεσης. Προσαρμόζει τα χειριστήρια του κινητήρα για να περιστρέψει το ρομπότ προς τα δεξιά, παρέχοντας ευελιξία στην κίνηση και την πλοήγηση.

Έλεγχος δαγκάνας

Περιγραφή: Αυτή η λειτουργία θέτει τη θέση της δαγκάνας σε μια συγκεκριμένη γωνία, όπως εισάγεται από το χρήστη μέσω της σειριακής διεπαφής. Η λειτουργία ελέγχει τον σερβοκινητήρα που είναι προσαρτημένος στη δαγκάνα, επιτρέποντας τον ακριβή χειρισμό αντικειμένων.

Έλεγχος ανύψωσης

Περιγραφή: Η λειτουργία ρύθμισης ανελκυστήρα ρυθμίζει τη θέση του ρομποτικού χεριού σε μια συγκεκριμένη γωνία με βάση την εισαγωγή δεδομένων από τον χρήστη μέσω της σειριακής διασύνδεσης. Ελέγχει τον σερβοκινητήρα που είναι υπεύθυνος για την ανύψωση, επιτρέποντας στο ρομπότ να ανυψώνει ή να κατεβάζει αντικείμενα.

Έλεγχος Περιστροφής

Περιγραφή: Αυτή η λειτουργία ρυθμίζει τη γωνία του περιστροφικού μηχανισμού όπως καθορίζεται από τον χρήστη μέσω της σειριακής διασύνδεσης. Ελέγχει τον σερβοκινητήρα για το περιστροφικό μοτέρ, επιτρέποντας στο ρομπότ να περιστρέφει τα αντικείμενα που χειρίζεται.

Ανίχνευση και χειρισμός εμποδίων

Περιγραφή: Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα υπερήχων για να ανιχνεύει τα εμπόδια στη διαδρομή του ρομπότ. Δίνει εντολή στο ρομπότ να κινηθεί προς τα εμπρός, προς τα πίσω ή να σταματήσει με βάση την απόσταση από το εμπόδιο, εξασφαλίζοντας ασφαλή και αποτελεσματική πλοήγηση.

Η λειτουργία "Αρπάξτε το εμπόδιο" χρησιμοποιεί τον αισθητήρα υπερήχων για την ανίχνευση ενός αντικειμένου και δίνει εντολή στο ρομπότ να πλησιάσει, να αρπάξει και να χειριστεί το αντικείμενο. Η λειτουργία ενσωματώνει κινήσεις προς τα εμπρός, προς τα πίσω και σταμάτημα για ακριβή έλεγχο.

Λειτουργία διακοπής

Περιγραφή: Η λειτουργία stop σταματάει αμέσως όλες τις κινήσεις του ρομπότ μηδενίζοντας τα σήματα, διασφαλίζοντας ότι το ρομπότ παραμένει ακίνητο μέχρι να λάβει περαιτέρω εντολές. Πρόκειται για ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό ασφαλείας και μια βασική λειτουργική απαίτηση.

Ακολουθεί η περιγραφή κάθε συνάρτησης στον κώδικα:

``Ultrasonic_Ranging()``

Η λειτουργία ``Ultrasonic_Ranging`` είναι υπεύθυνη για τη μέτρηση της απόστασης με τη χρήση αισθητήρα υπερήχων. Αρχικά στέλνει έναν σύντομο παλμό 10 μικροδευτερολέπτων μέσω του ``trigPin``, ο οποίος ενεργοποιεί τον αισθητήρα υπερήχων να εκπέμψει ένα ηχητικό κύμα. Αυτό το κύμα ταξιδεύει στον αέρα, χτυπά ένα αντικείμενο και αναπηδά πίσω στον αισθητήρα. Το ``echoPin`` διαβάζει τη διάρκεια του παλμού επιστροφής. Στη συνέχεια, η συνάρτηση μετατρέπει αυτή τη διάρκεια του παλμού σε απόσταση χρησιμοποιώντας την ταχύτητα του ήχου (διαιρώντας με το 58 για τη μετατροπή σε εκατοστά). Η υπολογισμένη απόσταση επιστρέφεται, επιτρέποντας στο ρομπότ να προσδιορίσει πόσο μακριά βρίσκεται ένα αντικείμενο. Αυτή η λειτουργία είναι απαραίτητη για τις δυνατότητες ανίχνευσης και αποφυγής εμποδίων του ρομπότ.

``setup()``

Η συνάρτηση ``setup`` αρχικοποιεί το υλικό και τις διαμορφώσεις του ρομπότ. Ορίζει τον ρυθμό σειριακής επικοινωνίας baud σε 9600, ξεκινά τον οδηγό PWM (διαμόρφωση εύρους παλμών) για τον έλεγχο των σερβομηχανισμών και ρυθμίζει τη συχνότητα λειτουργίας. Η συνάρτηση συνδέει τρία σερβομηχανήματα (``myservo1``, ``myservo2`` και ``myservo3``) στους αντίστοιχους ακροδέκτες τους και ορίζει τις αρχικές τους θέσεις. Διαμορφώνει επίσης τους ακροδέκτες εισόδου για τους αισθητήρες του ρομπότ και εκκινεί τον δέκτη IR. Η λειτουργία ``setup`` είναι ζωτικής σημασίας καθώς εξασφαλίζει ότι όλα τα εξαρτήματα είναι έτοιμα για λειτουργία όταν το ρομπότ ενεργοποιείται.

``loop()``

Η λειτουργία `"loop"` ελέγχει συνεχώς για εισερχόμενα σήματα Bluetooth και ανταποκρίνεται ανάλογα. Διαβάζει εντολές από τη σειριακή είσοδο και εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες με βάση αυτές τις εντολές. Για παράδειγμα, εντολές όπως `"F"`, `"B"`, `"L"`, `"R"` ελέγχουν την κίνηση του ρομπότ, ενώ οι εντολές `"r"`, `"l"`, `"c"`, `"g"` χειρίζονται λειτουργίες περιστροφής, ανύψωσης, δαγκανών και αρπαγής. Η λειτουργία διαβάζει πρόσθετη είσοδο για ρυθμίσεις διάρκειας ή βαθμού για ακριβή έλεγχο. Αυτός ο βρόχος επιτρέπει στο ρομπότ να παραμένει ευαίσθητο στις εισόδους του χρήστη, εξασφαλίζοντας δυναμική αλληλεπίδραση και έλεγχο σε πραγματικό χρόνο.

``advance(int seconds)``

Η συνάρτηση ``advance`` μετακινεί το ρομπότ προς τα εμπρός για έναν καθορισμένο αριθμό δευτερολέπτων. Ρυθμίζει τα σήματα PWM στους κινητήρες για να τους οδηγήσει προς τα εμπρός και στη συνέχεια χρησιμοποιεί τη συνάρτηση ``delay`` για να διατηρήσει αυτή την κίνηση για τη δεδομένη διάρκεια. Μετά την παρέλευση του χρόνου, η συνάρτηση σταματά τους κινητήρες καλώντας τη συνάρτηση ``stop``. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για ακριβή κίνηση προς τα εμπρός με βάση το χρόνο, η οποία είναι χρήσιμη για ελεγχόμενη πλοήγηση και εντοπισμό θέσης.

``back(int seconds)``

Η λειτουργία "back" κάνει το ρομπότ να κινείται προς τα πίσω για έναν καθορισμένο αριθμό δευτερολέπτων. Αντιστρέφει τα σήματα PWM προς τους κινητήρες, προκαλώντας τους να περιστρέφονται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Παρόμοια με τη λειτουργία ``advance``, χρησιμοποιεί την ``delay`` για να διατηρήσει την κίνηση προς τα πίσω για την καθορισμένη διάρκεια και στη συνέχεια σταματά τους κινητήρες. Αυτή η λειτουργία είναι απαραίτητη για την αντιστροφή της θέσης του ρομπότ όταν είναι απαραίτητο, όπως για παράδειγμα για την αποφυγή εμποδίων ή την ανάκτηση βημάτων.

``turnL(int seconds)``

Η συνάρτηση ``turnL`` χρησιμοποιείται για να στρέψει το ρομπότ προς τα αριστερά για έναν δεδομένο αριθμό δευτερολέπτων. Ρυθμίζει τα σήματα PWM στους κινητήρες με τέτοιο τρόπο ώστε οι κινητήρες της δεξιάς πλευράς να κινούνται προς τα εμπρός, ενώ οι κινητήρες της αριστερής πλευράς να παραμένουν ακίνητοι ή να κινούνται προς τα πίσω. Η διάρκεια της στροφής ελέγχεται από τη συνάρτηση ``delay``. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στο ρομπότ να αλλάξει κατεύθυνση προς τα αριστερά, κάτι που είναι σημαντικό για την πλοήγηση γύρω από αντικείμενα ή τη στροφή σε γωνίες.

``turnR(int seconds)``

Η συνάρτηση ``turnR`` στρέφει το ρομπότ προς τα δεξιά για έναν καθορισμένο αριθμό δευτερολέπτων. Διαμορφώνει τα σήματα PWM έτσι ώστε οι κινητήρες της αριστερής πλευράς να κινούνται προς τα εμπρός, ενώ οι κινητήρες της δεξιάς πλευράς είτε να σταματούν είτε να κινούνται προς τα πίσω. Η συνάρτηση χρησιμοποιεί την ``delay`` για τον έλεγχο της διάρκειας της στροφής. Αυτός ο μηχανισμός στροφής επιτρέπει στο ρομπότ να πλοηγείται προς τα δεξιά,

διευκολύνοντας την κίνηση γύρω από εμπόδια και την πραγματοποίηση ακριβών αλλαγών κατεύθυνσης.

``stopp()``

Η λειτουργία ``stopp`` σταματά όλες τις κινήσεις του κινητήρα μηδενίζοντας τα σήματα PWM. Αυτή η λειτουργία είναι ζωτικής σημασίας για την άμεση διακοπή του ρομπότ, είτε πρόκειται για την αποφυγή ενός εμποδίου, είτε για την ολοκλήρωση μιας εργασίας, είτε για την αναμονή περαιτέρω οδηγιών. Εξασφαλίζει ότι το ρομπότ παραμένει ακίνητο όταν δεν απαιτείται καμία κίνηση, παρέχοντας μια ασφαλή και ελεγχόμενη στάση.

``grab_obstacle()``

Η λειτουργία ``grab_obstacle`` χρησιμοποιεί τον αισθητήρα υπερήχων για να ανιχνεύσει και να ακολουθήσει ένα αντικείμενο. Μετρά συνεχώς την απόσταση από ένα αντικείμενο και προσαρμόζει ανάλογα την κίνηση του ρομπότ. Αν το αντικείμενο είναι πολύ κοντά, το ρομπότ κινείται προς τα πίσω - αν είναι σε βέλτιστη απόσταση, το ρομπότ σταματά - αν είναι πολύ μακριά, το ρομπότ κινείται προς τα εμπρός. Η λειτουργία σταματά όταν ληφθεί η εντολή 'S'. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στο ρομπότ να αλληλεπιδρά δυναμικά με το περιβάλλον του, καθιστώντας το ικανό να προσεγγίζει και να αρπάζει αντικείμενα αυτόνομα.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ο σχεδιασμός της τρισδιάστατης υλοποίησης του εικονικού ρομπότ τύπου Karel με ποικίλες δυνατότητες περιλαμβάνει διάφορες βασικές μονάδες. Κάθε μονάδα εξυπηρετεί έναν ξεχωριστό σκοπό και διαχειρίζεται συγκεκριμένα δεδομένα και διαδικασίες ώστε να διασφαλίζεται η αποτελεσματική λειτουργία του ρομπότ. Οι κύριες μονάδες περιλαμβάνουν τη μονάδα ελέγχου κίνησης, τη μονάδα ελέγχου σερβομηχανισμού, τη μονάδα αισθητήρων υπερήχων και τη μονάδα επικοινωνίας.

Μονάδα ελέγχου κίνησης

Σκοπός:

Η μονάδα ελέγχου κίνησης είναι υπεύθυνη για την κατευθυνόμενη κίνηση του ρομποτικού αυτοκινήτου, που περιλαμβάνει κινήσεις προς τα εμπρός και προς τα πίσω, καθώς και στροφή προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά. Η μονάδα αυτή διασφαλίζει ότι το ρομποτικό αυτοκίνητο μπορεί να πλοηγείται στο περιβάλλον του με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα.

Διαχειριζόμενα δεδομένα:

- Ρυθμίσεις ταχύτητας για κάθε κινητήρα.
- Διάρκεια για την οποία εκτελείται κάθε κίνηση.

Περιλαμβανόμενες διαδικασίες:

``advance(int seconds)``: Αυτή η διαδικασία μετακινεί το ρομπότ προς τα εμπρός για μια καθορισμένη διάρκεια. Ορίζει τις τιμές PWM (διαμόρφωση εύρους παλμών) για τους κινητήρες για την κίνηση του ρομπότ.

``back(int seconds)``: Αυτή η διαδικασία μετακινεί το ρομπότ προς τα πίσω για μια καθορισμένη διάρκεια. Προσαρμόζει τις τιμές PWM για την αναστροφή των κινητήρων.

``turnL(int seconds)``: Αυτή η διαδικασία στρέφει το ρομπότ προς τα αριστερά για μια καθορισμένη διάρκεια. Ελέγχει διαφορετικά τους κινητήρες σε κάθε πλευρά για να επιτύχει τη στροφή.

``turnR(int seconds)``: Αυτή η διαδικασία στρέφει το ρομπότ προς τα δεξιά για μια καθορισμένη διάρκεια. Παρόμοια με την αριστερή στροφή, ελέγχει τους κινητήρες για την επίτευξη της δεξιάς στροφής.

``stopp()``: Αυτή η διαδικασία σταματάει κάθε κίνηση μηδενίζοντας τις ταχύτητες των κινητήρων, εξασφαλίζοντας ότι το ρομπότ σταματάει την κίνησή του με ασφάλεια.

Η μονάδα ελέγχου κίνησης βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη βιβλιοθήκη Adafruit_PWM_ServoDriver για τον έλεγχο των κινητήρων μέσω σημάτων PWM, τα οποία παρέχουν τον απαραίτητο έλεγχο των ταχυτήτων και των κατευθύνσεων των κινητήρων.

Μονάδα ελέγχου σερβοκινητήρων

Σκοπός:

Η μονάδα ελέγχου σερβομηχανισμών διαχειρίζεται τη θέση και την κίνηση των σερβοκινητήρων του ρομπότ, συμπεριλαμβανομένης της δαγκάνας, του περιστροφικού μηχανισμού και του ανυψωτικού μηχανισμού. Αυτή η μονάδα επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο των μηχανικών εξαρτημάτων του ρομπότ, επιτρέποντάς του να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του μέσω ενεργειών σύλληψης, περιστροφής και ανύψωσης.

Διαχειριζόμενα δεδομένα:

Γωνίες για κάθε σερβοκινητήρα (δαγκάνα, περιστροφικός, ανύψωση).

Περιλαμβανόμενες διαδικασίες:

``myservo1.write(angle)``: Ορίζει τη γωνία για τον σερβοκινητήρα του νυχιού, επιτρέποντάς του να ανοίγει ή να κλείνει ανάλογα με τις ανάγκες.

``myservo2.write(angle)``: Ορίζει τη γωνία για τον σερβοκινητήρα περιστροφής, επιτρέποντας την περιστροφική κίνηση.

``myservo3.write(angle)``: Ορίζει τη γωνία για τον σερβοκινητήρα ανύψωσης, ελέγχοντας την κατακόρυφη κίνηση.

Μονάδα ανίχνευσης υπερήχων

Σκοπός:

Η μονάδα ανίχνευσης υπερήχων έχει σχεδιαστεί για τη μέτρηση των αποστάσεων από τα εμπόδια μπροστά από το ρομπότ χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα υπερήχων. Αυτή η μονάδα είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή εμποδίων, διασφαλίζοντας ότι το ρομπότ μπορεί να πλοηγηθεί στο περιβάλλον του με ασφάλεια και να αλληλεπιδρά αποτελεσματικά με αντικείμενα.

Διαχειριζόμενα δεδομένα:

Μετρήσεις απόστασης από τον αισθητήρα υπερήχων.

Περιλαμβανόμενες διαδικασίες:

``Ultrasonic_Ranging()``: Αυτή η διαδικασία μετρά και επιστρέφει την απόσταση από το πλησιέστερο εμπόδιο. Στέλνει έναν παλμό και μετράει το χρόνο που

χρειάζεται η ηχώ για να επιστρέψει, υπολογίζοντας την απόσταση με βάση αυτή τη διάρκεια.

``grab_obstacle()``: Αυτή η σύνθετη διαδικασία χρησιμοποιεί τα δεδομένα των αισθητήρων υπερήχων για να ελέγχει την κίνηση του ρομπότ με βάση την εγγύτητα σε εμπόδια. Προσαρμόζει τη θέση του ρομπότ για να διασφαλίσει την ασφάλειά και αποτελεσματική αρπαγή αντικειμένων. Αν το εμπόδιο είναι πολύ κοντά, το ρομπότ κινείται προς τα πίσω - αν είναι σε βέλτιστη απόσταση, το ρομπότ σταματά - αν είναι πιο μακριά, το ρομπότ κινείται προς τα εμπρός μέχρι το αντικείμενο να βρεθεί εντός εμβέλειας αρπαγής.

Η μονάδα ανίχνευσης υπερήχων αξιοποιεί τη λειτουργία `pulseIn` για τη μέτρηση του χρόνου επιστροφής του υπερηχητικού παλμού, μετατρέποντας αυτόν τον χρόνο σε μετρήσεις απόστασης.

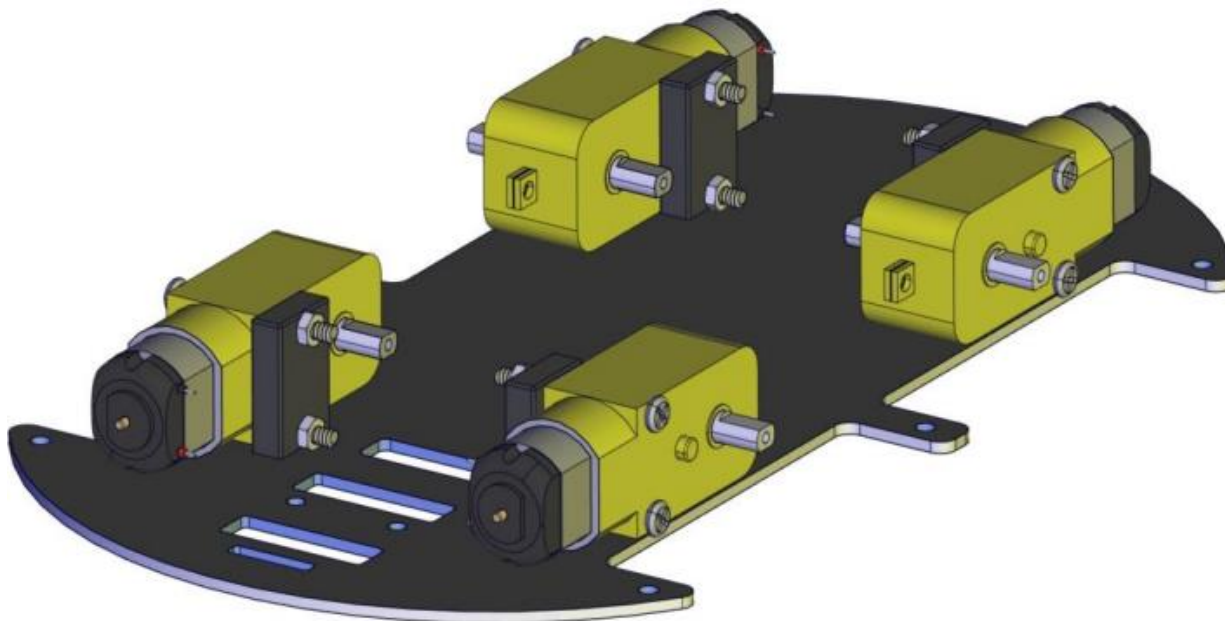
4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Για την κατασκευή του αμαξιδίου χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι εξαρτήματα:

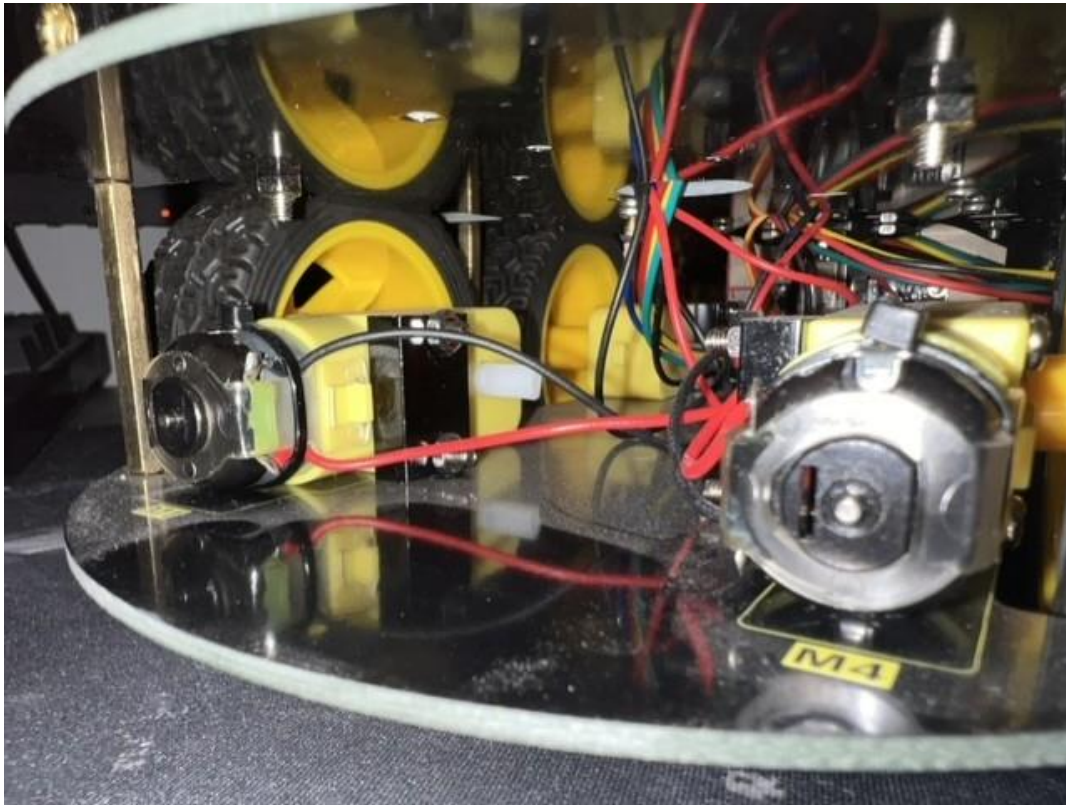
Ο κινητήρας 4.5 V 200 RPM για Arduino είναι ένας μικρός και αποδοτικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος (DC) που προσφέρει τη δυνατότητα ακριβούς ελέγχου ταχύτητας και κατεύθυνσης. Η τάση λειτουργίας του στα 4.5 V εξασφαλίζει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, καθιστώντας τον ιδανικό για εφαρμογές με περιορισμένες ενεργειακές απαιτήσεις. Η μέγιστη ταχύτητα περιστροφής του είναι 200 RPM (στροφές ανά λεπτό), γεγονός που τον καθιστά κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν μέτρια ταχύτητα και σταθερότητα κίνησης, όπως ρομποτικά οχήματα και αυτόματα συστήματα ελέγχου



Εικόνα 1: DC κινητήρες 4.5 V [4]



Εικόνα 2: Οι κινητήρες πάνω στη βάση(4)

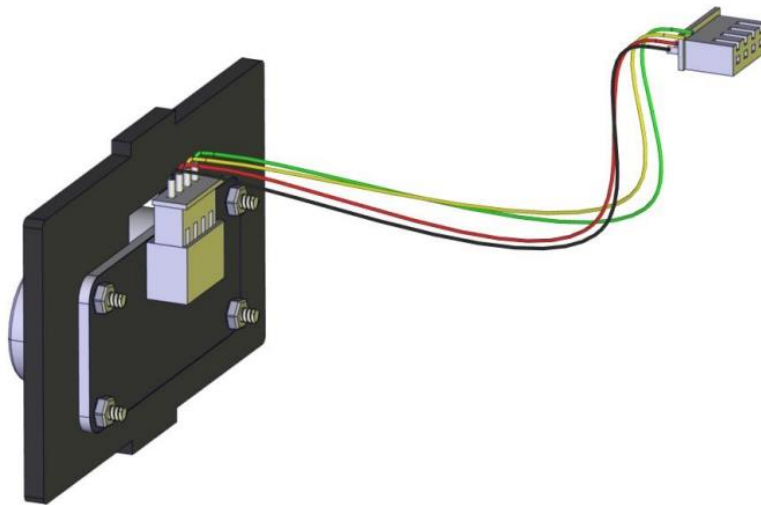


Εικόνα 3: Οι κινητήρες στη κατασκευή

Ο υπερηχητικός αισθητήρας HC-SR04 είναι ένας αξιόπιστος και ευρέως χρησιμοποιούμενος αισθητήρας απόστασης που λειτουργεί με βάση τη χρήση υπερηχητικών κυμάτων. Ο αισθητήρας αυτός αποτελείται από έναν πομπό και έναν δέκτη υπερήχων. Ο πομπός εκπέμπει έναν υπερηχητικό παλμό σε συχνότητα 40 kHz, ο οποίος ταξιδεύει στον αέρα μέχρι να συναντήσει ένα αντικείμενο. Όταν ο παλμός ανακλαστεί από το αντικείμενο, επιστρέφει στον δέκτη, ο οποίος μετράει τον χρόνο που απαιτήθηκε για να επιστρέψει το σήμα.

Ο αισθητήρας διαθέτει τέσσερις ακροδέκτες: VCC, Trig, Echo και GND. Ο ακροδέκτης VCC συνδέεται με την τάση τροφοδοσίας (συνήθως 5V), ενώ ο GND συνδέεται με τη γείωση. Ο ακροδέκτης Trig χρησιμοποιείται για την αποστολή ενός παλμού ενεργοποίησης από τον μικροελεγκτή (όπως το Arduino), ενώ ο ακροδέκτης Echo επιστρέφει το σήμα στον μικροελεγκτή, με τη διάρκεια του παλμού να αντιστοιχεί στην απόσταση που μετράται.

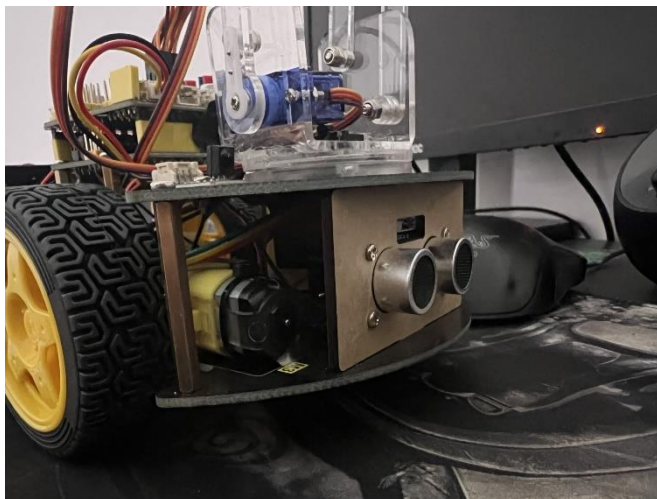
Ο HC-SR04 μπορεί να μετρήσει αποστάσεις από 2 εκατοστά έως 4 μέτρα με ακρίβεια που φτάνει το 3 χιλιοστά. Η εύκολη ενσωμάτωσή του σε πλατφόρμες όπως το Arduino καθιστά τον αισθητήρα ιδανικό για εφαρμογές ρομποτικής, αυτοματισμών και ανίχνευσης εμποδίων. Ο αισθητήρας HC-SR04 προσφέρει μια προσιτή και αξιόπιστη λύση για έργα που απαιτούν ακριβείς μετρήσεις απόστασης σε διάφορα περιβάλλοντα.



Εικόνα 4: Ο υπερηχητικός αισθητήρας στη βάση σύνδεσης [4]



Εικόνα 5: Ο υπερηχητικός αισθητήρας [4]

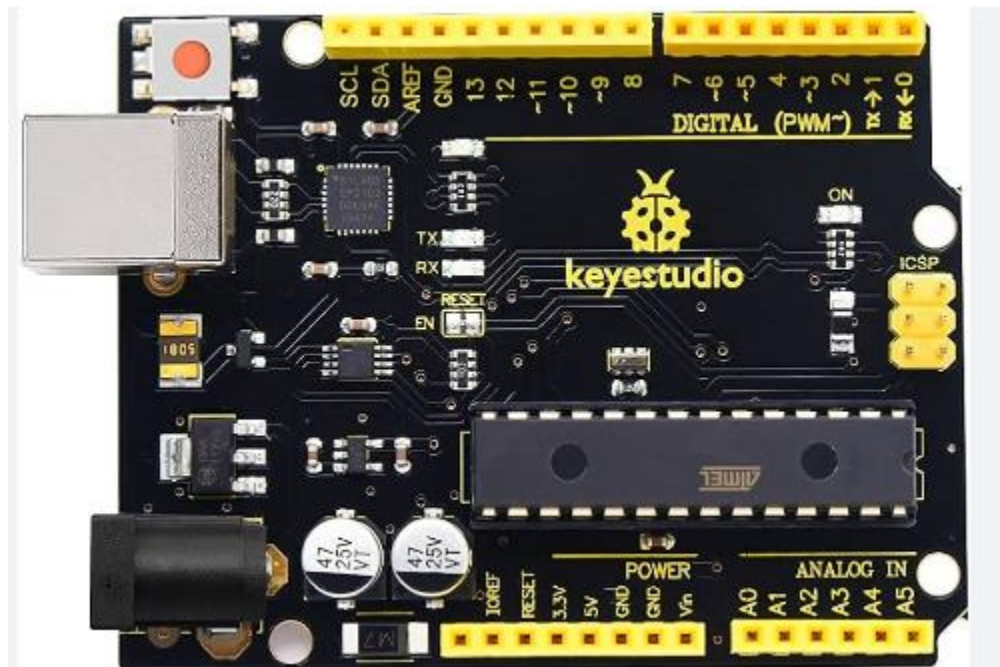


Εικόνα 6: Ο υπερηχητικός αισθητήρας στη κατασκευή

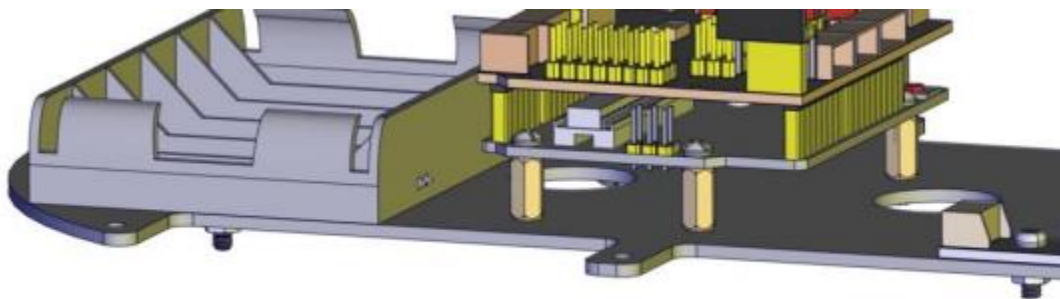
Η Keystudio V4.0 διαθέτει έναν μεγάλο αριθμό ακροδεκτών εισόδου/εξόδου (I/O), περιλαμβάνοντας 14 ψηφιακούς ακροδέκτες (6 εκ των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως PWM εξόδου) και 6 αναλογικούς ακροδέκτες εισόδου, επιτρέποντας τη σύνδεση ποικιλίας αισθητήρων και εξαρτημάτων. Η πλακέτα υποστηρίζει επίσης σειριακή επικοινωνία μέσω θύρας USB, διευκολύνοντας την προγραμματιστική διαδικασία και τη μεταφορά δεδομένων με το υπολογιστή. Ένας ενσωματωμένος γραμμικός σταθεροποιητής τάσης διασφαλίζει την παροχή σταθερής τάσης λειτουργίας στα 5V, ακόμα και όταν η πλακέτα τροφοδοτείται από εξωτερική πηγή τάσης.

Η Keystudio V4.0 περιλαμβάνει επιπλέον ενσωματωμένες λειτουργίες που ενισχύουν τη λειτουργικότητά της, όπως ενδεικτικές λυχνίες LED για την κατάσταση των ακροδεκτών και την παροχή ισχύος, καθώς και κουμπί reset για επανεκκίνηση του προγράμματος. Η πλακέτα μπορεί να προγραμματιστεί μέσω του περιβάλλοντος ανάπτυξης Arduino (Arduino IDE), καθιστώντας την προσιτή τόσο για αρχάριους όσο και για έμπειρους χρήστες.

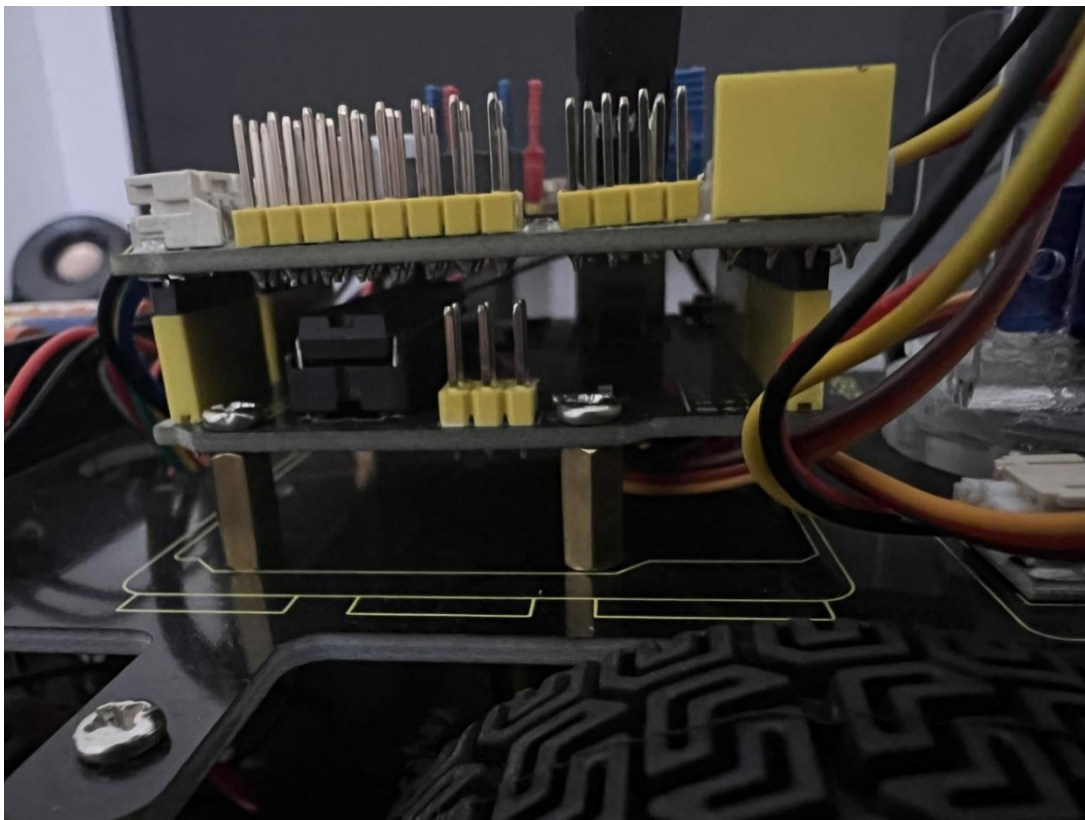
Αυτή η πλακέτα ανάπτυξης αποτελεί μια ιδανική λύση για την ανάπτυξη ποικίλων ηλεκτρονικών έργων και πειραμάτων, από απλά εκπαιδευτικά παραδείγματα μέχρι πιο πολύπλοκα αυτοματοποιημένα συστήματα και ρομποτικές κατασκευές.



Εικόνα 7: Η πλακέτα τύπου Arduino UNO (4)



Εικόνα 8: Η πλακέτα τύπου Arduino UNO στη βάση κάτω από την ασπίδα [4]



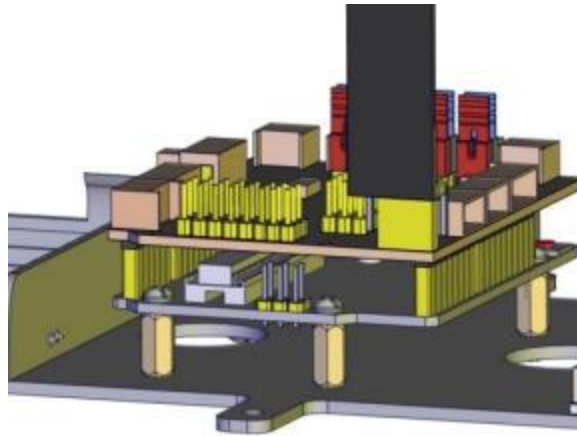
Εικόνα 9: Η πλακέτα τύπου Arduino UNO στη βάση κάτω από την ασπίδα στην κατασκευή

Η ασπίδα οδηγού κινητήρα Keyestudio TB6612 είναι ένα εξαιρετικά λειτουργικό και εύχρηστο εξάρτημα που σχεδιάστηκε για τον έλεγχο κινητήρων DC και κινητήρων βηματικού τύπου (stepper motors) σε εφαρμογές με πλατφόρμες Arduino και άλλους μικροελεγκτές. Βασισμένη στο ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC) TB6612FNG, η ασπίδα αυτή προσφέρει αξιόπιστο και αποτελεσματικό έλεγχο των κινητήρων, παρέχοντας διπλά κανάλια H-bridge που επιτρέπουν την ταυτόχρονη οδήγηση δύο κινητήρων συνεχούς ρεύματος ή ενός κινητήρα βηματικού τύπου.

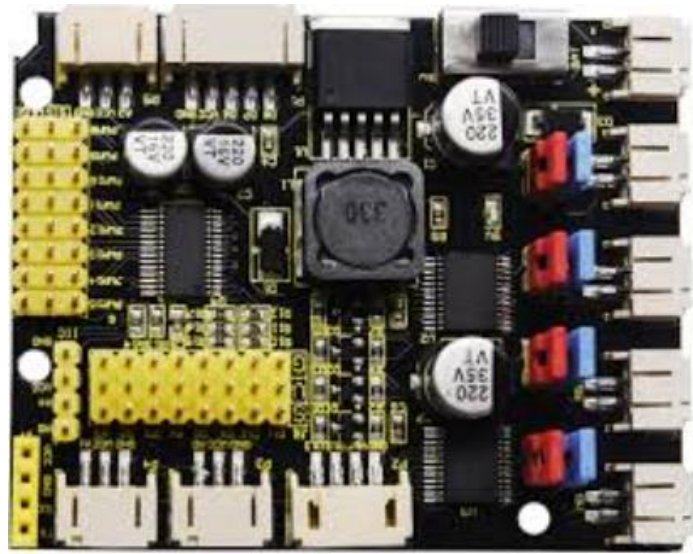
Η ασπίδα TB6612 υποστηρίζει λειτουργία σε ευρύ φάσμα τάσεων (από 4.5V έως 13.5V), καθιστώντας την κατάλληλη για διάφορες εφαρμογές με διαφορετικές απαιτήσεις ισχύος. Μπορεί να παρέχει ρεύμα έως 1.2A ανά κανάλι με μέγιστο ρεύμα αιχμής 3.2A, εξασφαλίζοντας την επαρκή τροφοδοσία ακόμα και για πιο απαιτητικούς κινητήρες. Η ασπίδα διαθέτει επίσης ενσωματωμένη προστασία από υπερθέρμανση και υπερβολικό ρεύμα, διασφαλίζοντας την ασφαλή λειτουργία των συνδεδεμένων κινητήρων και του συστήματος συνολικά.

Η συνδεσιμότητα της ασπίδας με την πλακέτα Arduino είναι απλή, χάρη στη διαμόρφωση της ως shield, που επιτρέπει την άμεση τοποθέτησή της πάνω στην πλακέτα. Παρέχει επιπλέον τερματικά για εξωτερική τροφοδοσία των κινητήρων, αν απαιτείται μεγαλύτερη ισχύς από αυτή που μπορεί να παρέχει η πλακέτα Arduino. Οι είσοδοι ελέγχου του TB6612 μπορούν να συνδεθούν σε ψηφιακούς ακροδέκτες της πλακέτας Arduino, επιτρέποντας τον εύκολο προγραμματισμό της κίνησης των κινητήρων μέσω του περιβάλλοντος ανάπτυξης Arduino (Arduino IDE).

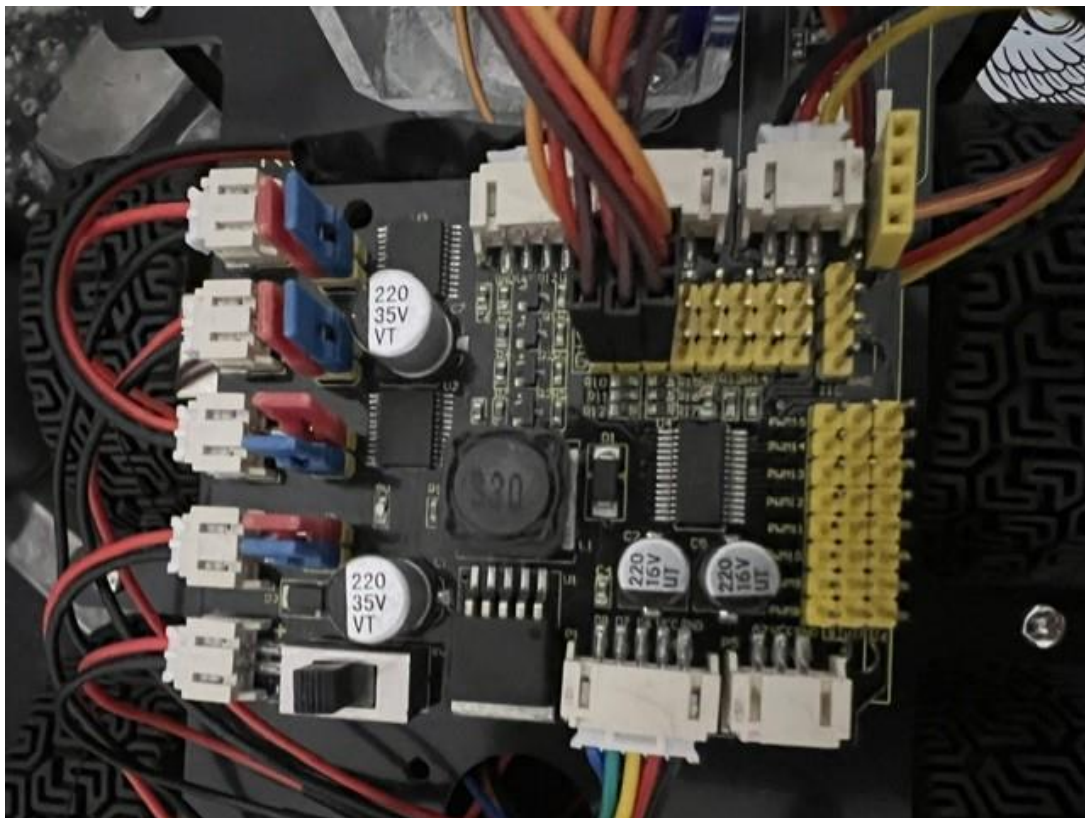
Η Keystudio TB6612 motor driver shield είναι ιδανική για εφαρμογές ρομποτικής, αυτοματισμών και κάθε είδους project που απαιτεί ακριβή και αξιόπιστο έλεγχο κινητήρων. Η ευελιξία και η ευκολία χρήσης της την καθιστούν ιδανική τόσο για αρχάριους όσο και για έμπειρους χρήστες που επιθυμούν να αναπτύξουν σύνθετα και λειτουργικά ηλεκτρονικά συστήματα.



Εικόνα 10: Keystudio TB6612 motor driver shield στο σχέδιο σύνδεσης [4]



Εικόνα 11: Keystudio TB6612 motor driver shield [4]



Εικόνα 12: Keystudio TB6612 motor driver shield στην κατασκευή

Το Keyestudio MG90S 14g είναι ένα μικρό και ισχυρό servo για χρήση σε προτζέκτορες Arduino και άλλες εφαρμογές ηλεκτρονικής. Εδώ είναι μια περιγραφή των λειτουργιών του:

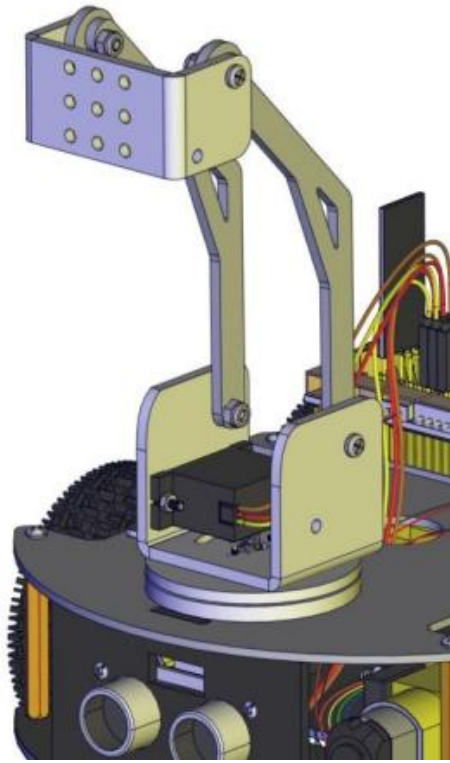
Το Keyestudio MG90S είναι ένας ψηφιακού ελέγχου σερβοκινητήρας (servo motor), σχεδιασμένος για ακριβή και αξιόπιστη κίνηση. Με μόνο 14 γραμμάρια βάρος, είναι ένας ελαφρύς και φορητός κινητήρας που παρέχει ισχύ και ακρίβεια στις εφαρμογές. Ο MG90S παρέχει γωνιακή κίνηση έως 180 μοίρες, καθιστώντας τον κατάλληλο για ποικίλες εφαρμογές όπου απαιτείται ακριβής έλεγχος θέσης.

Ο κινητήρας είναι συμβατός με πλατφόρμες όπως Arduino και Raspberry Pi, και μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε ρομποτικά έργα, RC αυτοκίνητα, αεροπλάνα, κτλ. Είναι εξαιρετικά ανθεκτικός και παρέχει ομαλή κίνηση χωρίς κραδασμούς, ενώ η ανοχή του σε υψηλή φόρτωση τον καθιστά κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν αξιόπιστη και συνεχή λειτουργία.

Οι εφαρμογές του MG90S περιλαμβάνουν την κίνηση μηχανισμών, την κίνηση των ρομποτικών βραχιόνων, την κίνηση κεφαλών και καμερών σε ρομποτικά συστήματα, καθώς και άλλες εφαρμογές όπου απαιτείται ακριβής και γρήγορη κίνηση με μικρές διακυμάνσεις.



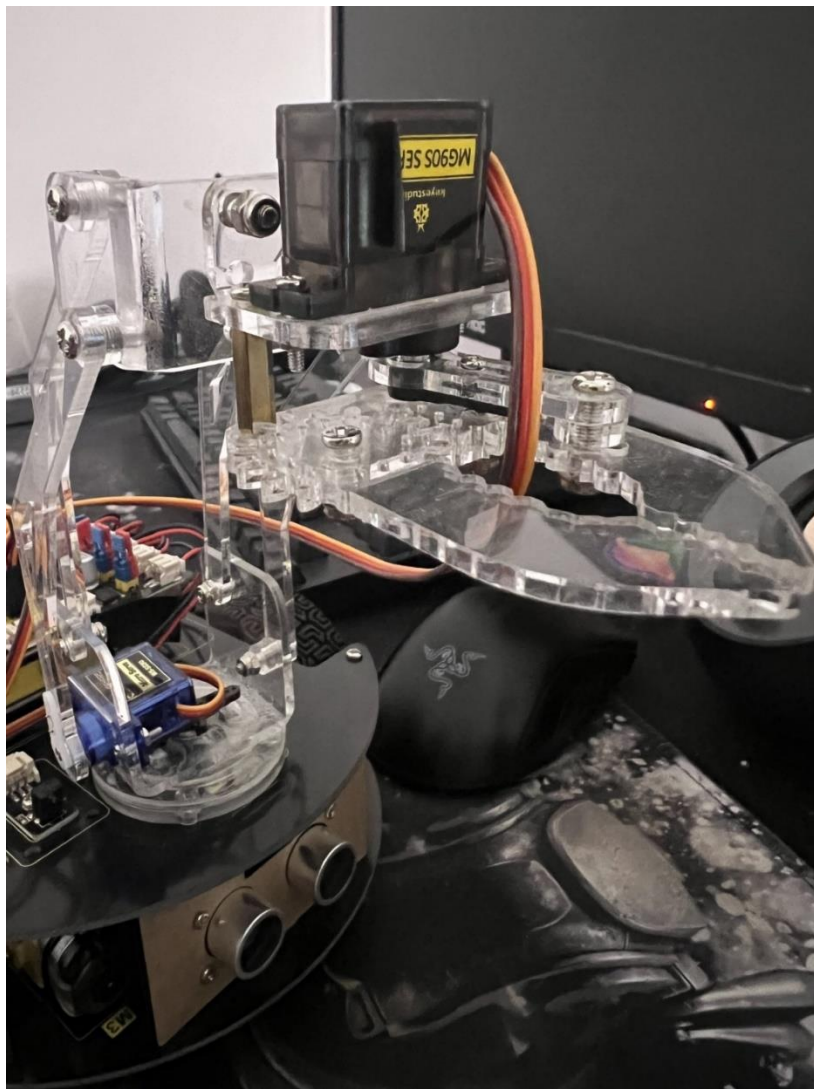
Εικόνα 13: Servo motor MG90S [4]



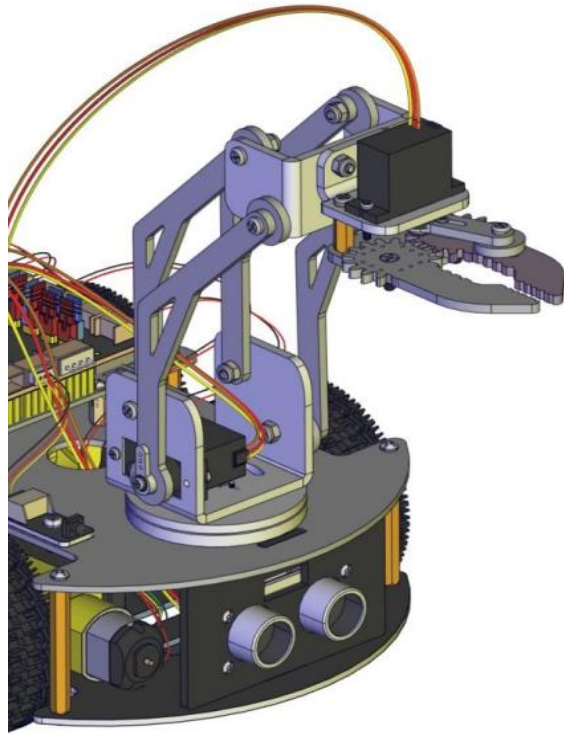
Εικόνα 14: Σχέδιο σύνδεσης του Servo motor MG90S [4]



Εικόνα 15: Ο σερβοκινητήρας στην κατασκευή



Εικόνα 16: Ο σερβοκινητήρας που ανεβοκατεβάζει τη δαγκάνα και αυτός που την ανοιγοκλείνει



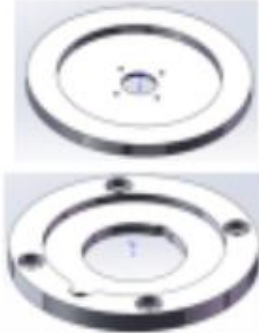
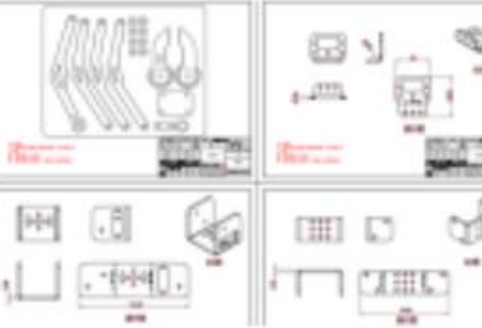



Εικόνα 17: Σχέδιο σύνδεσης των Servo motor MG90S [4]

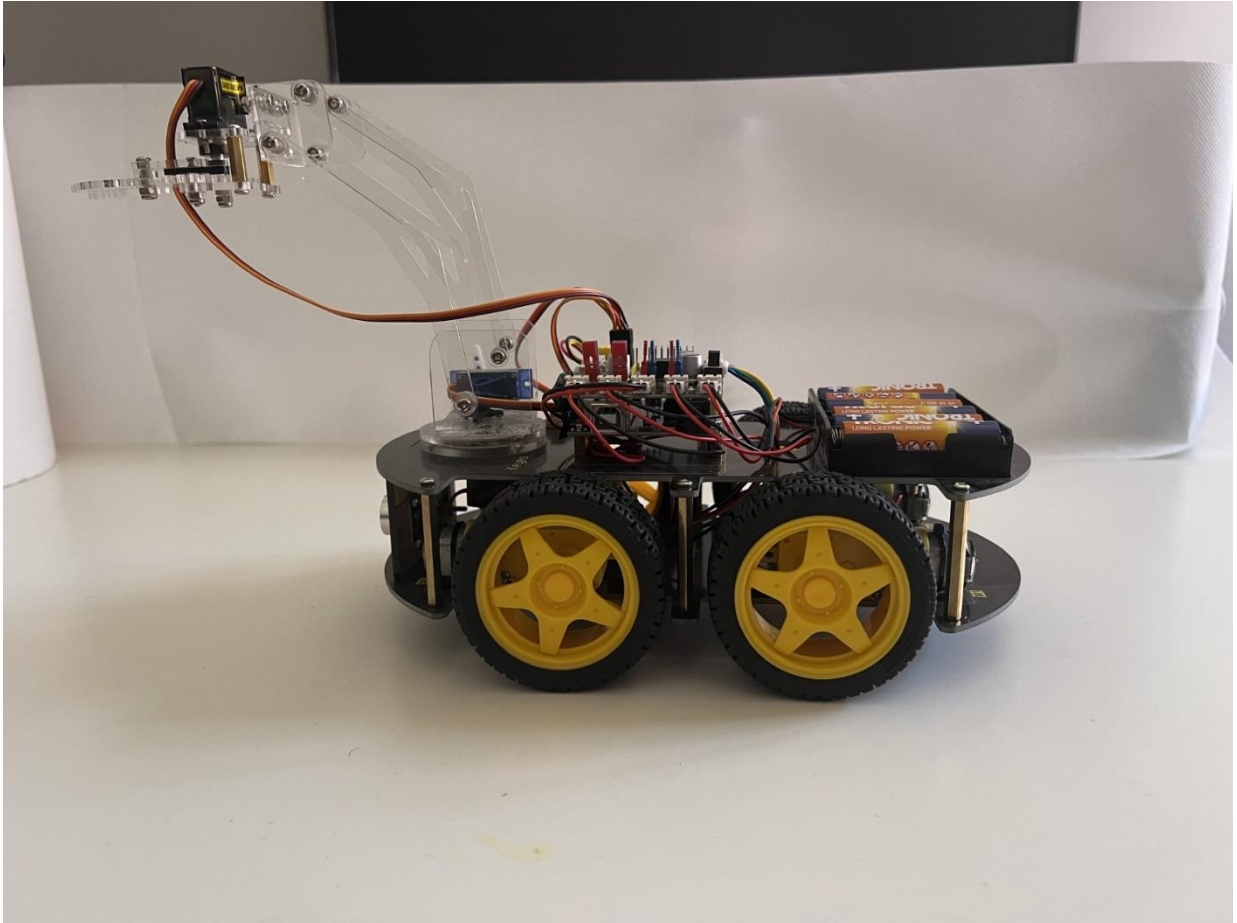
Για το σκελετό της κατασκευής χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά:

KEYESTUDIO PCB Baseplate for 4WD Smart Car V2.0	1	
KEYESTUDIO 4WD Top Board	1	
Fixed Parts 23*15*5MM	4	

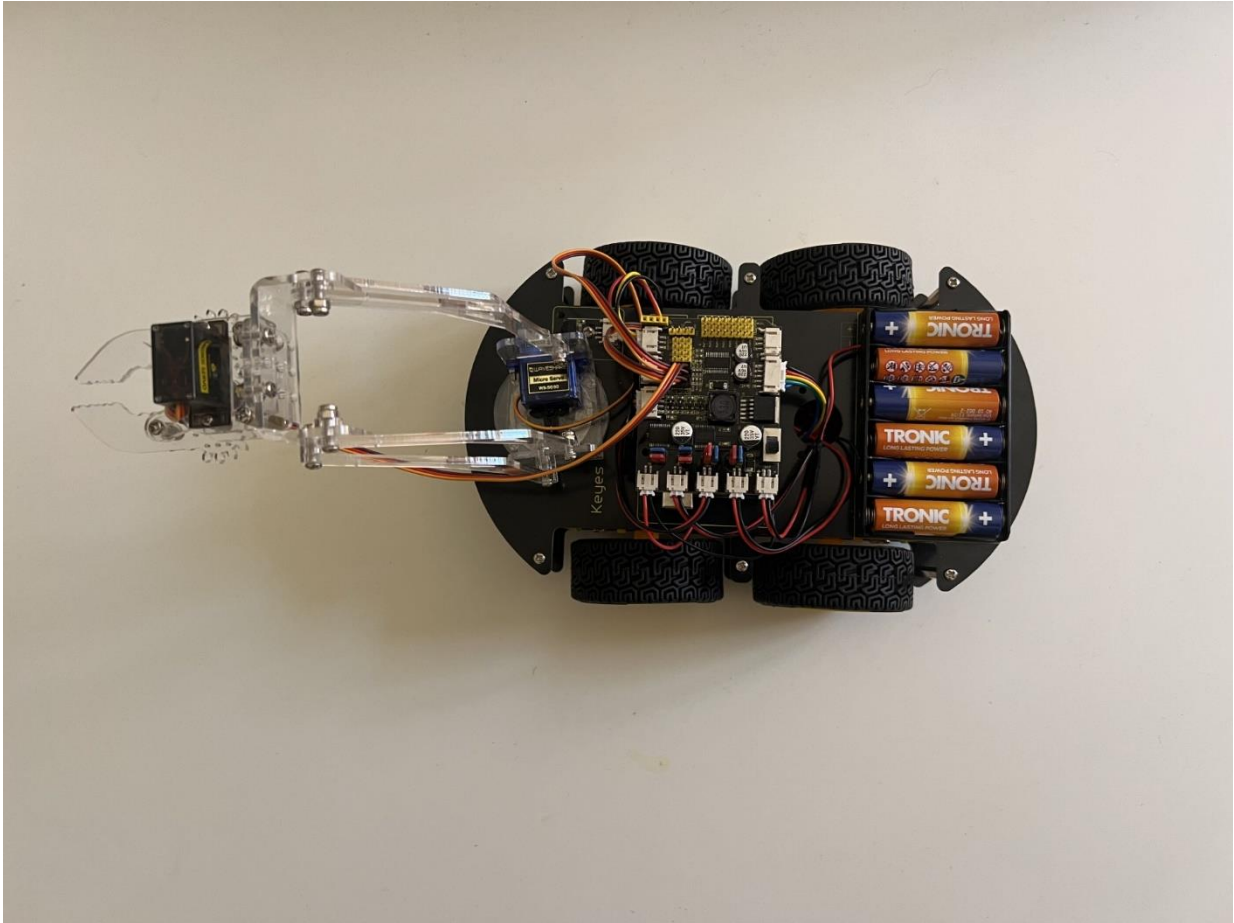
Εικόνα 18: Πίνακας λοιπόν εξαρτημάτων 1 [4]

6-Slot AA Battery Holder		
AXK Plain Bearing	1	
Bearing Cap (attached a yellow protective film)	1	
19Pcs Acrylic Robot Arm Parts T=3mm	1	
73*44MM Black Acrylic Board	1	

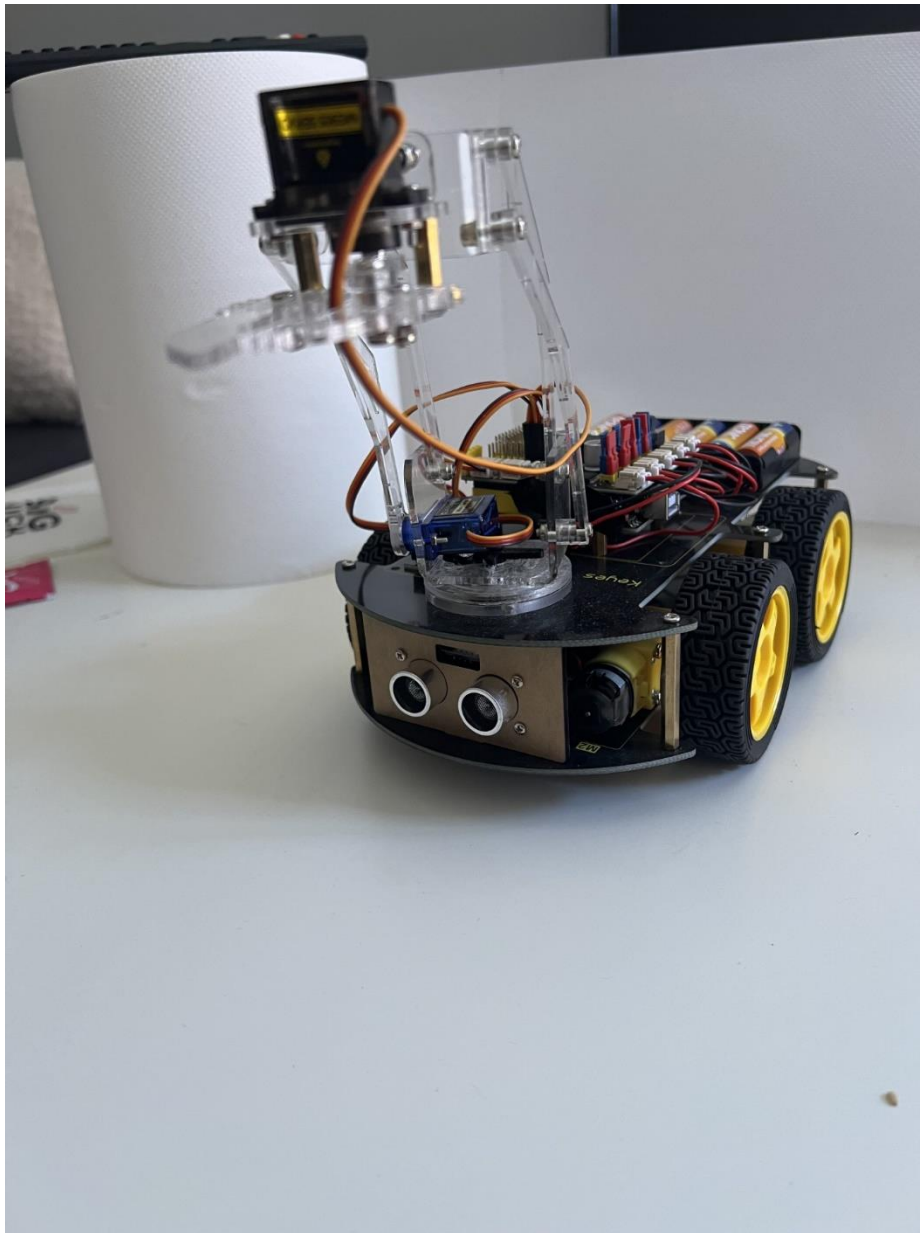
Εικόνα 19: Πίνακας λοιπόν εξαρτημάτων 2 [4]



Εικόνα 20: Πλάγια όψη



Εικόνα 21: Κάτοψη



Εικόνα 22: Μπροστινή όψη

5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

5.1 Περιγραφή των αποτελεσμάτων της λειτουργίας κάθε εξαρτήματος,

Μικροελεγκτής (Microcontroller)

Λειτουργία: Ο μικροελεγκτής αποτελεί τον «εγκέφαλο» του ρομποτικού αυτοκινήτου. Είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία των εντολών και τον έλεγχο των υπόλοιπων εξαρτημάτων.

Εισροές: Προγραμματισμένες εντολές μέσω USB ή Bluetooth (συχνά χρησιμοποιείται Arduino ως βάση).

Εκροές: Σήματα ελέγχου προς τα μοτέρ και τον ρομποτικό βραχίονα.

Τυπικές τιμές:

- *Τάση:* 5V (συνήθως μέσω USB ή μπαταρίας).
- *Τιμές σημάτων:* Ψηφιακά σήματα 0-5V για τα PWM (Pulse Width Modulation).

Μοτέρ Κίνησης (DC Motors)

Λειτουργία: Τα μοτέρ αυτά είναι υπεύθυνα για την κίνηση των 4 τροχών του αυτοκινήτου.

Εισροές: Σήματα PWM από τον μικροελεγκτή.

Εκροές: Μηχανική κίνηση των τροχών.

Τυπικές τιμές:

- *Τάση:* 6-12V (ανάλογα με τον τύπο των μοτέρ).
- *Ρεύμα:* 0.5-1A ανά μοτέρ.

Ρομποτικός Βραχίονας (Robotic Arm)

Λειτουργία: Ο ρομποτικός βραχίονας επιτρέπει την εκτέλεση κινήσεων και τη σύλληψη αντικειμένων.

Εισροές: Σήματα ελέγχου για τους σερβομηχανισμούς (servo motors) από τον μικροελεγκτή.

Εκροές: Κίνηση των αρθρώσεων και των δακτύλων του βραχίονα.

Τυπικές τιμές:

- *Τάση:* 4.8-6V για τους σερβομηχανισμούς.
- *Ρεύμα:* 100-500mA ανά σερβομηχανισμό.

Αισθητήρες (Sensors)

Λειτουργία: Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση εμποδίων, την παρακολούθηση γραμμών ή την ανίχνευση φωτός.

Εισροές: Ενέργεια από τον μικροελεγκτή.

Εκροές: Αναλογικά ή ψηφιακά σήματα πίσω στον μικροελεγκτή.

Τυπικές τιμές:

- *Τάση:* 3.3-5V.
- *Τιμές σημάτων:* Αναλογικά (0-1023) ή ψηφιακά (0 ή 1).

Μπαταρίες και Τροφοδοσία (Batteries and Power Supply)

Λειτουργία: Παρέχουν την απαραίτητη ενέργεια για τη λειτουργία του ρομποτικού αυτοκινήτου και του βραχίονα.

Εισροές: Φόρτιση από εξωτερική πηγή (εάν είναι επαναφορτιζόμενες).

Εκροές: Τροφοδοσία των μοτέρ, του μικροελεγκτή και των σερβομηχανισμών.

Τυπικές τιμές:

- *Τάση:* 7.4-12V (συχνά χρησιμοποιούνται μπαταρίες τύπου LiPo).
- *Ρεύμα:* Εξαρτάται από τις απαιτήσεις των εξαρτημάτων.

Ελεγκτές Μοτέρ (Motor Drivers)

Λειτουργία: Διαχειρίζονται την ισχύ που παρέχεται στα μοτέρ βάσει των εντολών από τον μικροελεγκτή.

Εισροές: Σήματα PWM από τον μικροελεγκτή.

Εκροές: Ρεύμα στα μοτέρ.

Τυπικές τιμές:

- *Τάση:* Συμβατό με την τάση των μοτέρ (6-12V).
- *Ρεύμα:* Μέγιστο 2A ανά κανάλι (ανάλογα με το μοντέλο του ελεγκτή).

5.2 Πιθανά προβλήματα στην κατασκευή και τη λειτουργία

Κατά τη διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας του αμαξιδίου, εντοπίστηκαν διάφορα προβλήματα που επηρέασαν την απόδοση και την αξιοπιστία του συστήματος.

Αρχικά, κατά τη συναρμολόγηση του ρομποτικού βραχίονα, διαπιστώθηκε ότι οι βίδες δεν εφαρμόζουν σωστά στον σερβοκινητήρα της βάσης. Αυτή η ασυμβατότητα μεταξύ των βιδών και των υποδοχών του σερβοκινητήρα δημιούργησε προβλήματα στην ασφαλή στερέωση των εξαρτημάτων, με αποτέλεσμα την αστάθεια του βραχίονα κατά τη λειτουργία και τη μείωση της ακρίβειας και της απόδοσης του ρομπότ.

Επιπλέον, κατά τη χρήση της ασύρματης σύνδεσης Bluetooth για την αποστολή εντολών στο ρομπότ, παρατηρήθηκε ότι μετά από επαναλαμβανόμενες εντολές, το σύστημα κολλούσε και δεν δέχονταν νέες εντολές. Αυτό το πρόβλημα πιθανολογείται ότι οφείλεται σε σφάλματα στη διαχείριση της μνήμης ή σε υπερφόρτωση του επικοινωνιακού πρωτοκόλλου, απαιτώντας περαιτέρω

διερεύνηση και πιθανή αναβάθμιση του λογισμικού για την ορθή διαχείριση των εντολών μέσω Bluetooth. Γι' αυτό τον λόγο δεν χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή.

Κατά τη δοκιμή των σερβοκινητήρων που χρησιμοποιούνται για την κίνηση του ρομποτικού βραχίονα, εντοπίστηκε ότι ένας από αυτούς ήταν ελαττωματικός, με αποτέλεσμα την αδυναμία εκτέλεσης των προγραμματισμένων κινήσεων του βραχίονα. Η αντικατάσταση του ελαττωματικού σερβοκινητήρα είναι απαραίτητη για την αποκατάσταση της πλήρους λειτουργικότητας του συστήματος.

Ένα ακόμα ζήτημα που προέκυψε ήταν η ανεπαρκής δύναμη των σερβοκινητήρων όταν οι βίδες που τους στερεώνουν σφίγγονται υπερβολικά. Αυτό πιθανόν προκαλείται από αυξημένη τριβή ή παραμόρφωση του σερβοκινητήρα, σε συνδυασμό με την ενδεχόμενη έλλειψη επαρκούς παροχής ρεύματος. Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος, απαιτείται η σωστή ρύθμιση του σφιξίματος των βιδών και η εξασφάλιση της κατάλληλης τροφοδοσίας ρεύματος στους σερβοκινητήρες.

Επιπλέον, η ανυψωτική ικανότητα του ρομποτικού χεριού ήταν περιορισμένη, καθώς μπορεί να σηκώσει μόνο πολύ ελαφριά αντικείμενα. Αυτό το περιοριστικό χαρακτηριστικό οφείλεται στην περιορισμένη ισχύ των σερβοκινητήρων που χρησιμοποιούνται στον βραχίονα. Για την ενίσχυση της ικανότητας ανύψωσης, μπορεί να απαιτείται η χρήση ισχυρότερων σερβοκινητήρων ή η βελτιστοποίηση της δομής του ρομποτικού βραχίονα.

Τέλος, παρατηρήθηκε ανακρίβεια στον αισθητήρα απόστασης όταν το ρομπότ είναι σε κίνηση, καθώς δεν μπορεί να υπολογίσει με ακρίβεια την απόσταση. Αυτή η ανακρίβεια μπορεί να προκληθεί από την καθυστέρηση στην επεξεργασία των δεδομένων ή από εξωτερικές παρεμβολές. Για τη βελτίωση της απόδοσης του αισθητήρα, μπορεί να χρειαστεί αναθεώρηση της ρύθμισης και της τοποθέτησής του, καθώς και η ενσωμάτωση αλγορίθμων φιλτραρίσματος δεδομένων για την εξάλειψη των παρεμβολών.

Τα παραπάνω προβλήματα αναδεικνύουν τις προκλήσεις που αντιμετωπίζονται κατά την κατασκευή και λειτουργία του αμαξιδίου και απαιτούν προσεκτική ανάλυση και βελτιστοποίηση για τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος.

5.3 Εφαρμογές και Ερευνητικές Κατευθύνσεις για το Μέλλον

Το αμαξίδιο προσφέρει πολλές δυνατότητες για βελτιώσεις και επεκτάσεις, τόσο σε επίπεδο εφαρμογών όσο και σε ερευνητικές κατευθύνσεις. Οι ακόλουθες προτάσεις αναδεικνύουν μερικές από τις πιο ενδιαφέρουσες κατευθύνσεις για μελλοντική ανάπτυξη.

Η αυτονομία του αμαξιδίου είναι κρίσιμη για την πρακτική του χρήση σε πραγματικές συνθήκες. Ένας από τους τρόπους βελτίωσης της αυτονομίας είναι η ενσωμάτωση πιο αποδοτικών μπαταριών ή η ανάπτυξη συστημάτων φόρτισης εντός του αμαξιδίου, όπως η χρήση ηλιακών πάνελ. Επιπλέον, η βελτιστοποίηση του λογισμικού για να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας κατά την εκτέλεση καθημερινών εργασιών θα μπορούσε να αυξήσει σημαντικά τον χρόνο λειτουργίας του αμαξιδίου.

Η αντοχή των υλικών κατασκευής του αμαξιδίου είναι καθοριστικής σημασίας για τη μακροχρόνια χρήση του. Μια σημαντική ερευνητική κατεύθυνση είναι η διερεύνηση και εφαρμογή νέων, ελαφρών αλλά ισχυρών υλικών που μπορούν να αντέξουν τις μηχανικές καταπονήσεις και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Υλικά όπως τα σύνθετα υλικά, οι ειδικοί πολυμερείς και τα ανθρακονήματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να βελτιώσουν την ανθεκτικότητα και τη διάρκεια ζωής του αμαξιδίου.

Η ανοιχτού κώδικα φύση του αμαξιδίου επιτρέπει στους προγραμματιστές και τους ερευνητές να συμβάλουν στην ανάπτυξη νέων λειτουργιών και βελτιώσεων. Η κοινότητα μπορεί να αναπτύξει και να μοιραστεί νέους αλγορίθμους, να βελτιστοποιήσει υπάρχοντα προγράμματα και να προσθέσει νέες λειτουργίες, όπως ανεπτυγμένα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, που μπορούν να βελτιώσουν την αυτόνομη λειτουργία του αμαξιδίου.

Το σχέδιο του αμαξιδίου επιτρέπει την εύκολη αλλαγή και τροποποίηση των εξαρτημάτων, διευκολύνοντας τις αναβαθμίσεις και τις προσαρμογές. Αυτή η δυνατότητα παρέχει τη βάση για μια σειρά από εφαρμογές, όπως η δοκιμή νέων αισθητήρων, η αντικατάσταση των κινητήρων με πιο ισχυρά μοντέλα, και η προσθήκη επιπλέον εξαρτημάτων όπως κάμερες και άλλοι αισθητήρες για πιο εξειδικευμένες λειτουργίες.

Οι ερευνητές μπορούν να αξιοποιήσουν το αμαξίδιο για την ανάπτυξη και δοκιμή νέων τεχνολογιών και εφαρμογών. Μερικές πιθανές ερευνητικές κατευθύνσεις περιλαμβάνουν την ανάπτυξη προηγμένων αλγορίθμων πλοήγησης για την

αυτόνομη κίνηση σε περίπλοκα περιβάλλοντα και τη διερεύνηση τρόπων για την καλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και αμαξιδίου μέσω φωνητικών εντολών και αναγνώρισης χειρονομιών. Η χρήση του αμαξιδίου ως εκπαιδευτικού εργαλείου για τη διδασκαλία των βασικών αρχών της ρομποτικής και του προγραμματισμού σε σχολεία και πανεπιστήμια αποτελεί επίσης μια σημαντική κατεύθυνση.

Η συνεχής έρευνα και ανάπτυξη στους τομείς αυτούς θα ενισχύσει τη λειτουργικότητα και την αποδοτικότητα του αμαξιδίου, καθιστώντας το ακόμα πιο χρήσιμο και ευέλικτο εργαλείο τόσο για εκπαιδευτικές όσο και για επαγγελματικές εφαρμογές.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, η παρούσα εργασία ασχολήθηκε με την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού ρομπότ που έχει ως στόχο να ενισχύσει την εκμάθηση του προγραμματισμού και της αλγοριθμικής σκέψης μέσω μιας ελκυστικής και διαδραστικής πλατφόρμας. Αναλύθηκαν τόσο οι θεωρητικές βάσεις όσο και οι τεχνικές λεπτομέρειες της υλοποίησης ενός εικονικού και φυσικού ρομπότ τύπου Karel, αναδεικνύοντας τη σημαντικότητα της μετάβασης από δισδιάστατα σε τρισδιάστατα γραφικά για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής εμπειρίας.

Η εξέλιξη της τρισδιάστατης υλοποίησης του Karel επιτρέπει στους μαθητές να αντιλαμβάνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια τις έννοιες του προγραμματισμού μέσω της πρακτικής εφαρμογής και της διαδραστικότητας. Οι λειτουργικές προδιαγραφές και οι περιγραφές των επιμέρους υπομονάδων παρέχουν μια λεπτομερή εικόνα του πώς οι μαθητές μπορούν να χειριστούν το ρομπότ για να κατανοήσουν τις βασικές αρχές του προγραμματισμού, όπως τον έλεγχο της κίνησης, τη διαχείριση των σερβομηχανισμών και την ανίχνευση εμποδίων.

Το έργο αυτό γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πράξης, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να βλέπουν τις επιπτώσεις των προγραμματιστικών τους εντολών άμεσα στην πράξη. Η προσέγγιση αυτή όχι μόνο ενισχύει την κατανόηση των προγραμματιστικών εννοιών αλλά και αυξάνει το ενδιαφέρον και την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης.

Τέλος, η ανάπτυξη και εφαρμογή του εκπαιδευτικού αυτού ρομπότ συμβάλλει στην προώθηση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και ανοίγει νέους δρόμους για την ενσωμάτωση παρόμοιων εργαλείων στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το έργο αυτό αποτελεί μια προσέγγιση που μπορεί να αποτελέσει πρότυπο για μελλοντικές εξελίξεις στην εκπαίδευση, συνδυάζοντας την τεχνολογία με την εκπαίδευση με τρόπο που διευκολύνει την κατανόηση και την εφαρμογή πολύπλοκων εννοιών σε πραγματικά σενάρια.

Βιβλιογραφία

1. Pattis, R. E. (1981). *Karel the Robot: A Gentle Introduction to the Art of Programming*. Wiley.
2. Ericson, B., Guzdial, M., Morrison, B., & Decker, A. (2013). Preparing secondary computer science teachers through an iterated attempt to provide real computing experiences. *Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 165-170.
3. Cliburn, D. C. (2006). Experiences with the LEGO Mindstorms throughout the undergraduate computer science curriculum. *Proceedings of the 37th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 191-195.
4. https://wiki.keyestudio.com/KS0523_KEYESTUDIO_4WD_Mechanical_Robot_Arm_Smart_Car
5. <https://www.arduino.cc/>