

Pametno robotsko vozilo Elegoo

Topić, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:762047>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-01**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

DOMINIK TOPIĆ

**PAMETNO ROBOTSKO VOZILO ELEGOO
ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**PAMETNO ROBOTSKO VOZILO ELEGOO
ELEGOO SMART ROBOT CAR
ZAVRŠNI RAD
BACHELOR THESIS**

Kolegij: Mikro i osobna računala

Mentor: izv. prof. dr. sc. Jasmin Čelić

Student: Dominik Topić

Studijski smjer: Elektrotehničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 01120870385

Rijeka, rujan 2024.

Student: Dominik Topić

Studijski program: Elektrotehničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

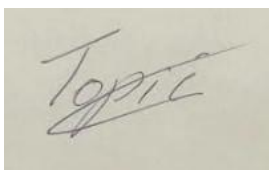
JMBAG: 01120870385

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom Pametno robotsko vozilo Elegoo izradio samostalno pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Jasmina Čelića.

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezoao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student

A rectangular box containing a handwritten signature in dark ink. The signature is written in a cursive style and appears to read 'Topić'.

(potpis)

Dominik Topić

Student: Dominik Topić

Studijski program: Elektrotehničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

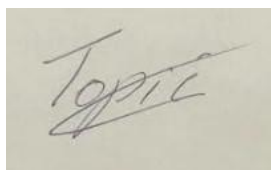
JMBAG: 01120870385

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student – autor

A rectangular box containing a handwritten signature in dark ink. The signature appears to be 'Topić' written in a cursive style.

(potpis)

SAŽETAK

Pametno robotsko vozilo Elegoo je najsuvremeniji obrazovni uređaj stvoren za prenošenje znanja o elektronici, programiranju i osnovama robotike. Radeći na platformi Arduino, ovaj robotski automobil nudi mogućnosti praktičnog učenja kroz razne projekte. Njegove ključne značajke obuhvaćaju izbjegavanje prepreka, infracrvenu kontrolu, praćenje linije, FPV način rada i daljinsko upravljanje putem aplikacije Elegoo. Uz svaku od ovih značajki, korisnici mogu raditi s robotom na različite načine, što ga čini svestranim instrumentom za obrazovne svrhe i istraživanje. Ovaj rad se bavi načelima rada, komponentama, sensorima, procesom sastavljanja i programskim kodom koji omogućuje ove funkcije. Ukratko, pametno robotsko vozilo Elegoo pokazao se kao neprocjenjivo sredstvo za njegovanje praktičnih vještina u suvremenim tehnološkim poljima.

Ključne riječi: *pametna robotska vozila, Elegoo, Arduino, elektronika, programiranje, robotika*

SUMMARY

Smart robot car Elegoo is a state-of-the-art educational device created to impart knowledge about electronics, programming and the basics of robotics. Working on the Arduino platform, this robotic car offers hands-on learning opportunities through various projects. Its key features include obstacle avoidance, infrared control, line tracking, FPV mode and remote control via the Elegoo app. With each of these features, users can interact with the robot in a variety of ways, making it a versatile instrument for educational purposes and research. This article deals with the principles of operation, components, sensors, assembly process and the programming code that enables these functions. In short, the Elegoo Smart robot car Elegoo has proven to be an invaluable tool for cultivating practical skills in modern technological fields.

Keywords: *smart robot cars, Elegoo, Arduino, electronics, programming, robotics*

SADRŽAJ

SAŽETAK

.....I

SUMMARY

.....I SADRŽAJ

..... II 4

1. UVOD 1

2. POJMOVNO DEFINIRANJE ELEGAA..... 3

3. TEORIJSKI OKVIR ARDUINA I ROBOTIKE 5

3.1. OPĆENITO O ARDUINU6

3.2. OPĆENITO O ROBOTICI.....8

4. PRINCIP RADA PAMETNOG ROBOTSKOG VOZILA ELEGOO 10

4.1. PRINCIP RADA11

4.2. DIJELOVI I SENZORI.....13

4.3. POSTUPAK SASTAVLJANJA15

4.4. PROGRAMSKI KOD.....22

5. OPCIJE ELEGOO SMART ROBOT CAR V4.0 25

5.1. IZBJEGAVANJE PREPREKA26

5.2. INFRACRVENO UPRAVLJANJE27

5.3. PRAĆENJE LINIJA28

5.4. FPV MODE29

5.5. UPRAVLJANJE ELEGOO APLIKACIJOM.....30

6. ZAKLJUČAK 32

LITERATURA 33

KAZALO KRATICA..... 34

POPIS SLIKA..... 35

1. UVOD

Pametno robotsko vozilo Elegoo dizajniran je kao napredni alat za one koji se žele angažirati u područja elektronike, programiranja i robotike. Pruža praktičnu priliku za eksperimentiranje s raznim sensorima, aktuatorima i kontrolnim modulima koji se mogu prilagoditi i programirati pomoću Arduino platforme. Opremljen funkcijama kao što su otkrivanje prepreka, infracrveno daljinsko upravljanje, praćenje linije i način prikaza, ovaj robot nudi sveobuhvatno putovanje učenja prikladno za početnike i strastvene sljedbenike robotike.

Ovaj završni rad bavi se Elegoo Smart Robot Car V4.0 i njegovim značajem u području obrazovanja, s posebnim naglaskom na korištenje Arduina kao središnje platforme za kontrolu robota. Primarni cilj ovog rada je provesti detaljno istraživanje i procjenu različitih funkcionalnosti ovog robota, razjašnjavajući njegove operativne mehanizme, složene komponente i različite senzore, dok također pruža opsežan vodič o procesu sastavljanja i programiranja. Osim toga, rad ima za cilj prikazati različite dostupne metode kontrole i njihove praktične primjene u obrazovnom okruženju.

Evaluacija i testiranje Elegoo Smart Robot Car V4.0 provedena su pomoću različitih metodologija kako bi se osigurala sveobuhvatna procjena. Ove su metode uključivale detaljan pregled literature, praktično eksperimentiranje i usporedbu s drugim usporedivim obrazovnim alatima i robotskim setovima. Pregled literature uključivao je proučavanje priručnika, tehničke dokumentacije i relevantnih izvora o Arduinu i robotici kako bi se steklo dublje razumijevanje proizvoda. Eksperimentalno testiranje uključivalo je sastavljanje robota, njegovo programiranje i procjenu njegove izvedbe u različitim zadacima i scenarijima. Kroz usporednu analizu, Elegoo Smart Robot Car V4.0 analiziran je u usporedbi sa sličnim proizvodima kako bi se identificirale njegove prednosti i slabosti na tržištu obrazovne robotike.

Završni rad je strukturiran u više odjeljaka, od kojih je svaki posvećen ispitivanju različitih aspekata Elegoo Smart Robot Car V4.0. U uvodu se daje pregled teme, ciljeva, metodologije i organizacije rada, uz konceptualno objašnjenje pametnog robotskog vozila Elegoo i njegove uloge u području obrazovanja. Teorijski okvir istražuje Arduino i robotiku, zadirući u povijest, funkcionalnosti i važnost Arduina, kao i osnove robotike i njegove obrazovne upotrebe. Arduino je platforma koja omogućuje jednostavno programiranje mikrokontrolera i pogodna je za studente i profesionalce za brzi prototip i razvoj elektroničkih projekata. Arduino pločice dolaze s jednostavnim razvojnim okruženjem i podržavaju široku

lepezu dodataka i senzora, što ih čini idealnim za obrazovne postavke. Robotika, s druge strane, kombinira elemente strojarstva, elektronike, računalne znanosti i umjetne inteligencije kako bi stvorila sustave sposobne za autonomne ili poluautonomne zadatke. U obrazovnom okruženju, robotika učenicima pruža praktične vještine i razumijevanje načina na koji različite tehnologije međusobno djeluju.

U teorijskom okviru, u poglavlju 4. temeljito je objašnjeno kako Elegoo Smart Robot Car V4.0 radi, s detaljima o njegovim komponentama, sensorima, procesu sastavljanja i uzorcima koda. Robot koristi razne senzore za prikupljanje podataka iz svoje okoline i aktuatora za kretanje i interakciju s okolinom. Programiranjem Arduina, robot može obraditi podatke senzora i kontrolirati svoje motore za obavljanje specifičnih zadataka. Sastavljanje Elegoo Smart Robot Car V4.0 uključuje praćenje uputa za ispravno povezivanje modula i senzora. Korisnici će povezati motore, senzore i upravljački modul s Arduino pločom i postaviti sve potrebne kabele i veze. Dok je osnovno razumijevanje elektronike i sastavljanja korisno, detaljne upute su dane. Programski kod za robota napisan je u Arduino IDE i učitao na Arduino ploču putem USB-a. Ovaj kod diktira radnje robota, primjerice kako tumači podatke senzora i u skladu s tim upravlja svojim motorima. Primjeri koda mogu se pronaći u uputama ili na Elegooovoj online platformi.

Elegoo Smart Robot Car V4.0 nudi niz značajki koje korisnici mogu izabrati, kao što su izbjegavanje prepreka, infracrvena kontrola, praćenje linije, FPV način rada i aplikacija Elegoo. Uz opciju izbjegavanja prepreka, robot koristi ultrazvučni senzor za otkrivanje objekata na svom putu i manevriranje oko njih u skladu s tim. Korisnici također mogu kontrolirati robota pomoću infracrvenog daljinskog upravljača, šaljući naredbe za pokrete kao što su naprijed, natrag, lijevo i desno. Značajka praćenja linije koristi infracrvene senzore za praćenje crnih linija na bijeloj površini, što je čini idealnom za zadatke koji zahtijevaju praćenje određenih putanja. U FPV modu, korisnici mogu kontrolirati robota gledajući live feed s kamere postavljene na robota putem pametnog uređaja. Dodatno, aplikacija Elegoo omogućuje bežično upravljanje robotom i pristup raznim postavkama programiranja.

Zaključno, rad učinkovito prikazuje glavna otkrića i predlaže potencijalne načine za buduća istraživanja i primjenu u stvarnom svijetu. Ovaj okvir omogućuje temeljito ispitivanje i procjenu Elegoo Smart Robot Car V4.0, nudeći čitateljima detaljan uvid u njegove značajke i obrazovni značaj.

2. POJMOVNO DEFINIRANJE ELEGAA

Elegoo je tvrtka koja se fokusira na stvaranje obrazovnih proizvoda koristeći otvorene hardverske platforme, točnije Arduino (Slika 1). Njihov glavni cilj je učiniti učenje elektronike, programiranja i robotike pristupačnijim nudeći dobro izrađene i isplative alate.

Oni nude niz obrazovnih kompleta, modula i dodataka koji omogućuju pojedincima bilo koje dobi da se udube i steknu praktično iskustvo kroz projekte koji koriste stvarne tehnologije.



Slika 1. Logo tvrtke Elegoo

Izvor: <https://formulasae.units.it/language/en/elegoo-2/> (20.06.2024)

Elegoo Smart Robot Car V4.0 vrlo je tražen proizvod koji služi kao sveobuhvatan komplet za pojedince koji žele proniknuti u osnove robotike i elektronike. Ovaj set nudi mogućnosti praktičnog učenja za korisnike kako izgraditi i kodirati robote koristeći Arduino platformu, naširoko hvaljeni alat u području elektronike i programiranja zbog svog korisničkog sučelja i prilagodljivosti [1].

Arduino je platforma koja je i hardverska i softverska, koja omogućuje jednostavno programiranje mikrokontrolera. Napravljen je s namjerom da entuzijastima, studentima i profesionalcima omogući brzu izradu prototipa i razvoj elektroničkih projekata. Elektroničke pločice koje koristi Arduino imaju razvojno okruženje prilagođeno korisniku i kompatibilne su s širokim nizom dodataka i senzora, što ih čini izvrsnim izborom za obrazovne svrhe. Arduino se etablirao kao glavni proizvod u području obrazovanja zahvaljujući svojoj isplativosti i svestranosti, služeći kao vrijedan alat za projekte u rasponu od jednostavne elektronike do zamršenih robotskih sustava [1].

Prema službenim izvješćima, Elegoo stavlja snažan naglasak na vrijednost iskustvenog učenja pružajući interaktivne i poticajne projekte koji potiču kreativnost i domišljatost kod učenika [2]. Korištenjem hardverskih i softverskih platformi otvorenog koda kao što su Arduino

i Raspberry Pi, Elegoo omogućuje studentima ne samo shvaćanje teoretskih ideja, već i njihovu provedbu u praksi kroz praktično eksperimentiranje.

Elegoo Smart Robot Car V4.0 pažljivo je izrađen kako bi ponudio holističko iskustvo učenja koje obuhvaća različite zadatke, poput sastavljanja fizičkih komponenti i softvera za kodiranje i uklanjanje pogrešaka. Uključivanjem u ove aktivnosti studenti imaju priliku poboljšati svoje sposobnosti rješavanja problema, vještine kritičkog razmišljanja i inženjerske sposobnosti, što je sve bitno u današnjem obrazovnom i profesionalnom okruženju [3].

Elegoo ima za cilj pojednostaviti složene tehnološke ideje i osigurati da budu razumljive i dostupne širokom spektru pojedinaca kroz svoju ponudu proizvoda. Njihova predanost izvrsnosti, pouzdanosti i obrazovnim zaslugama postavili su ih kao istaknutu figuru u području obrazovne robotike i elektronike [4].

Uz svoje osnovne setove, Elegoo nudi širok raspon dodatnih modula i senzora koji se mogu integrirati kako bi se poboljšale mogućnosti njihovih proizvoda. To uključuje razne senzore kao što su senzori temperature, vlažnosti i tlaka, kao i aktuatore kao što su servo motori, istosmjerni motori i koračni motori. Uključivanjem ovih komponenti, korisnici mogu proširiti opseg svojih projekata i razviti opsežnije znanje o tome kako različite elektroničke komponente funkcioniraju i kako se mogu koristiti [2].

Elegoo nudi široku lepezu online resursa za pomoć korisnicima, kao što su opsežni priručnici, videozapisi s uputama i forumi zajednice. Ovi su resursi osmišljeni kako bi pomogli korisnicima u brzom započinjanju i dovršavanju njihovih projekata, dok također potiču suradnju i dijeljenje znanja među globalnom zajednicom korisnika. Osim toga, Elegoo redovito ažurira svoje proizvode i softver kako bi ostao u tijeku s tehnološkim napretkom i odgovorio na sve veće potrebe svojih korisnika, osiguravajući da njegovi alati i dalje budu vrijedni i učinkoviti [2].

Ne samo da Elegoo nudi obrazovne resurse, već također nastoji izgraditi snažnu zajednicu istomišljenika koji strastveno uče i dijele svoju stručnost. Putem svojih online foruma i platformi, korisnici imaju priliku surađivati jedni s drugima, tražiti savjete, predstavljati svoje projekte i raditi zajedno na novim i kreativnim pothvatima. Ovaj osjećaj zajedništva potiče suradničko okruženje koje poboljšava obrazovno putovanje i promiče kontinuirani rast i poboljšanje vještina. Elegoo Smart Robot Car V4.0 primjer je besprijekorne integracije teorijskog znanja i praktične primjene u obrazovnim alatima, nudeći korisnicima holističko

iskustvo učenja. Uključivanjem u interaktivne i iskustvene projekte, pojedinci mogu steći duboko razumijevanje funkcioniranja elektroničkih sustava, usavršiti osnovne inženjerske sposobnosti i opremiti se za tehnološki krajolik koji se razvija [2].

Elegoo je tvrtka koja neprestano pomiče granice inovacija i proširuje svoju liniju proizvoda kako bi išla u korak sa svijetom tehnologije koji se neprestano razvija i promjenjivim potrebama obrazovnog sektora [2].

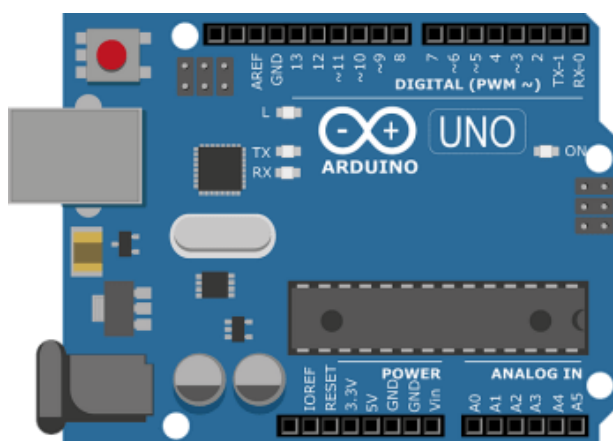
3. TEORIJSKI OKVIR ARDUINA I ROBOTIKE

U ovom poglavlju prikazati će se teorijski temelji koji podupiru Arduino platformu i robotiku. Čvrsto shvaćanje ovih temeljnih načela presudno je za učinkovito korištenje Elegoo Smart Robot Car V4.0, budući da se ovaj inovativni alat za učenje oslanja na obje discipline, za rad i pružanje svojih različitih funkcionalnosti.

3.1. OPĆENITO O ARDUINU

Arduino, stvoren u Italiji 2005. godine, svestrana je platforma koja kombinira otvoreni hardver i softver kako bi pojedincima omogućila jednostavno uključivanje elektronike u svoje projekte. U početku namijenjen studentima bez prethodnog iskustva u elektronici i programiranju, Arduino je od tada stekao široku popularnost kao alat za izradu prototipova i obrazovanje u tehnološkoj industriji [5].

Platforma Arduino sastoji se od fizičke programabilne pločice, također poznate kao mikroupravljač, i okruženja za razvoj softvera koje se zove integrirano razvojno okruženje ili IDE (engl. *Integrated Development Environment*) i koristi pojednostavljenu verziju programskog jezika C/C++. Ove pločice imaju mogućnost primanja signala na ulazu, poput onih od senzora ili interakcija korisnika, te ih pretvaraju u izlaze, kao što su aktiviranje motora ili svjetla. Korisnici mogu programirati mikrokontroler pomoću Arduino IDE za obavljanje širokog spektra zadataka, čineći ga svestranim alatom i za obrazovne svrhe i za inovativne projekte [5].



Slika 2. Primjer Arduino programske ploče

Izvor: <https://dronebotworkshop.com/arduino-microcontroller> (20.06.2024)

Jedna od glavnih prednosti Arduina je njegova otvorena struktura, koja pojedincima omogućuje dizajn i distribuciju vlastitih elektroničkih pločica. S otvorenim dizajnom hardvera,

nacrta i detalji dostupni su svima, omogućujući hobbistima i stručnjacima da konstruiraju vlastite kreacije i poboljšanja. To potiče timski rad i kreativnost među korisnicima. Dodatno, dostupna je ogromna zajednica korisnika i široka lepeza dodataka i nadgradnji, što olakšava proširenje mogućnosti Arduino pločice Ovi se dodaci sastoje od raznih senzora, motora, ekrana i drugih komponenti koje se mogu bez napora povezati s Arduino pločom za generiranje složenijih sustava [5].

Arduino platforma nudi razne modele ploča, u rasponu od modela Arduino Uno prilagođenog početnicima do naprednijih Arduino Mega i Arduino Nano. Svaka ploča ima svoje jedinstvene značajke i mogućnosti, ali sve dijele istu temeljnu funkcionalnost i kompatibilnost s Arduino IDE. Arduino Uno posebno je popularan zbog svoje jednostavne upotrebe i svestranosti, sa značajkama kao što su 14 digitalnih ulaza/izlaza (6 od kojih su PWM izlazi), 6 analognih ulaza, USB priključak, napajanje, ICSP zaglavlje i gumb za resetiranje. Ove značajke korisnicima pružaju široku lepezu opcija za stvaranje i razvoj njihovih projekata [5].

Platforma Arduino nudi ne samo hardverske komponente već i raznolik niz softverskih alata za poboljšanje korisničkog iskustva. Jedan takav alat je Arduino IDE, razvojno okruženje prilagođeno korisniku koje olakšava kodiranje, uređivanje i učitavanje programa na Arduino pločice. Uz veliku zbirku biblioteka koje su mu na raspolaganju, IDE pojednostavljuje integraciju raznih senzora, motora, zaslona i drugih komponenti u projekte.

Ove biblioteke igraju ključnu ulogu u Arduino ekosustavu dopuštajući korisnicima da brzo implementiraju napredne značajke bez potrebe da počnu kodirati od nule.

Uz svoje osnovne značajke, Arduino nudi niz drugih softverskih alata i platformi za poboljšanje korisničkog iskustva. Jedan takav primjer je Arduino Web Editor koji omogućuje programiranje Arduino ploča izravno putem web preglednika. Slično tome, Arduino IoT Cloud pojednostavljuje povezivanje i nadzor IoT uređaja. Ove dopunske platforme korisnicima nude više izbora i raznovrsnost u njihovim naporima za razvoj projekata [5].

Jedan od glavnih razloga uspjeha Arduina, uz ponudu hardvera i softvera, je opsežna podrška koju pruža njegova zajednica. Ovaj sustav podrške sastoji se od mnoštva mrežnih resursa kao što su vodiči, tutorijali, forumi i video lekcije koje korisnicima pomažu u učenju i rješavanju problema. Aktivni članovi zajednice redovito dijele svoje projekte, rješenja i ideje, njegujući kulturu inovacija i suradnje.

Značaj Arduina u obrazovanju ne može se precijeniti. Razne obrazovne institucije, od osnovnih škola do visokoškolskih ustanova, koriste Arduino kao vrijedan resurs za prenošenje znanja o elektronici, kodiranju i inženjerstvu. Kroz angažman u Arduino projektima, studenti su u mogućnosti steći praktično iskustvo u kreiranju i izvođenju elektroničkih sustava, istovremeno usavršavajući svoje analitičke i inovativne vještine. Primjeri takvih projekata uključuju izgradnju robotskih vozila, projektiranje postavki pametnih kuća, izradu stanica za praćenje vremena i još mnogo toga, a svi oni služe kao opipljive ilustracije kako se tehnologija može iskoristiti za rješavanje praktičnih izazova [5].

Arduino platforma široko se koristi u izradi prototipova i razvoju inovativnih proizvoda. Njegova jednostavna priroda i prilagodljivost čine ga najboljim izborom za inženjere i dizajnere koji žele učinkovito stvarati i procjenjivati prototipove. Od osnovnih senzora do zamršenih robotskih sustava, Arduino omogućuje brze iteracije dizajna i eksperimentiranje, u konačnici ubrzavajući proces razvoja proizvoda.

3.2. OPĆENITO O ROBOTICI

Robotika je područje koje obuhvaća različite discipline kao što su strojarstvo, elektronika, računalna znanost i umjetna inteligencija za stvaranje, upravljanje i korištenje robota. Ovi roboti su dizajnirani za obavljanje zadataka samostalno ili uz minimalnu ljudsku intervenciju. Primarni cilj robotike je automatizirati zadatke koji su svakodnevni, opasni ili zahtijevaju visoku preciznost. Roboti nalaze primjenu u industrijama poput proizvodnje, zdravstva, istraživanja, obrane i uslužnog sektora. U obrazovnom okruženju, robotika nudi praktičan pristup učenju o ovim poljima dizajniranjem i programiranjem robota [6].

Robotika, kao područje proučavanja i tehnologije, brzo napreduje zahvaljujući napretku raznih bitnih tehnologija koje omogućuju stvaranje visoko naprednih robotskih sustava. Ove kritične tehnologije uključuju senzore i aktuatore, upravljačke sustave te umjetnu inteligenciju i strojno učenje. Senzori služe kao oči i uši robota, omogućujući im prikupljanje informacija iz okoline. Postoji nekoliko vrsta senzora, kao što su ultrazvučni, infracrveni, optički i temperaturni senzori, a svaki služi za određenu svrhu. Na primjer, ultrazvučni senzori koriste zvučne valove za mjerenje udaljenosti, dok infracrveni senzori otkrivaju kretanje i prisutnost, a optički senzori koriste svjetlost za prepoznavanje boja i praćenje linija. S druge strane, aktuatori omogućuju robotima kretanje i interakciju s okolinom. Ove komponente djeluju kao mišići

robota, pretvarajući električnu energiju u mehaničko gibanje. U robotici se koriste različite vrste aktuatora, uključujući elektromotore, hidrauličke cilindre i piezoelektrične aktuatore. Na primjer, električni motori se obično koriste za pogon kotača ili zglobova robota, omogućujući im da učinkovito upravljaju objektima i njima upravljaju [7].

Kontrolni ili upravljački sustavi su u biti mozgovi robota, sastoje se od hardverskih i softverskih komponenti koje omogućuju obradu podataka sa senzora i donošenje odluka na temelju tih informacija. Obrazovni roboti često se oslanjaju na platforme poput Arduina da im služe kao sustavi upravljanja. Ovi sustavi uzimaju podatke sa senzora, analiziraju ih u stvarnom vremenu, a zatim šalju naredbe aktuatorima za izvršavanje određenih zadataka. Na taj način roboti mogu samostalno donositi odluke i reagirati na promjene u svojoj okolini. Platforma Arduino, poznata po svojoj svestranosti i korisničkom sučelju, omogućuje pojedincima da programiraju robote za izvođenje širokog spektra funkcija, u rasponu od jednostavnih pokreta do složenih interakcija. Putem programiranja, korisnici mogu diktirati kako će robot reagirati na različite podražaje, omogućujući mu da izvršava zadatke kao što su izbjegavanje prepreka, praćenje linija i prepoznavanje objekata [8].

Umjetna inteligencija (AI) i strojno učenje (ML) omogućuju robotima da steknu znanje iz podataka, prilagode se novim situacijama i poboljšaju svoju izvedbu tijekom vremena. U području obrazovanja, temeljni principi umjetne inteligencije mogu se implementirati kroz osnovne algoritme i modele. AI omogućuje robotima da obrađuju podatke slično ljudskoj percepciji i donošenju odluka, dok ML omogućuje robotima da obrade goleme količine podataka i razviju sposobnost prepoznavanja obrazaca i donošenja odluka na temelju tih podataka. To implicira da se roboti mogu programirati za izvršavanje zamršenih zadataka poput prepoznavanja objekata, planiranja staza ili čak interakcije s ljudima na prirodan način. Na primjer, AI mogu koristiti roboti u zdravstvenim ustanovama za prepoznavanje uzoraka u zdravstvenim podacima i pomoć u dijagnosticiranju bolesti, dok u proizvodnim industrijama roboti mogu pojednostaviti proizvodne procese analizom podataka o proizvodnji [8].

U akademskom okruženju, sudjelovanje u projektima robotike poput onih s Elegoo Smart Robot Car V4.0 korisno je za studente jer im pomaže u usavršavanju osnovnih inženjerskih vještina kao što su kritičko razmišljanje, rješavanje problema i kreativnost. Ovi projekti studentima pružaju praktično iskustvo i sveobuhvatno razumijevanje načina na koji različite tehnologije rade zajedno. Konstruirajući i kodirajući robote, studenti uče kako integrirati senzore, aktuatore i upravljačke sustave za stvaranje potpuno funkcionalnih robotskih

sustava [8]. Elegoo Smart Robot Car V4.0 služi kao sveobuhvatan obrazovni alat koji obuhvaća sve temeljne aspekte robotike. Korištenjem Arduina kao središnjeg upravljačkog sustava, studenti mogu prilagoditi funkcije robota za obavljanje širokog spektra zadataka, poboljšavajući svoje tehničko znanje i pripremajući ih za uspjeh u tehnološkom okruženju koje se brzo razvija.

4. PRINCIP RADA PAMETNOG ROBOTSKOG VOZILA ELEGOO

Pametno robotsko vozilo Elegoo je sofisticirani obrazovni uređaj koji koristi platformu Arduino za kontrolu svojih operacija. Praktičnim radom s ovim robotom korisnici mogu razviti

svoje razumijevanje elektronike, kodiranja i robotike. U sljedećim podpoglavljima prikazati će se sveobuhvatan pregled načina rada robota, njegovih različitih komponenti i senzora, procesa sklapanja i programskog koda potrebnog za njegovu funkcionalnost.

4.1. PRINCIP RADA

Elegoo Smart Robot Car V4.0 radi koristeći Arduino kao svoj glavni kontrolni sustav. Arduino ploča je konfigurirana za prikupljanje informacija sa senzora i upravljanje pokretima robota u skladu s tim. Kao odgovor na bilo kakve promjene u okolini koje otkriju senzori, Arduino analizira podatke i usmjerava motore i druge dijelove da izvrše potrebne radnje. Na primjer, ako ultrazvučni senzor otkrije prepreku ispred sebe, Arduino može dati upute motorima da zaustave robota ili promijene njegov kurs [1].

Princip rada Elegoo Smart Robot Car V4.0 oslanja se na niz bitnih komponenti i mehanizama koji rade zajedno u harmoniji. Robot koristi razne senzore za prikupljanje podataka iz svoje okoline. Ovi senzori uključuju ultrazvučni senzor koji mjeri udaljenost do objekata ispred, infracrvene senzore koji prate linije na površini i Bluetooth modul za komunikaciju s vanjskim uređajima poput pametnih telefona ili tableta. Ovi senzori igraju ključnu ulogu u pomaganju robotu da uoči svoje okruženje, omogućujući mu da identificira prepreke, pridržava se linija i odgovara na korisničke naredbe [1].

Aspekt obrade podataka u sustavu uključuje slanje podataka prikupljenih sensorima na Arduino ploču, gdje se zatim analiziraju pomoću unaprijed programiranih algoritama. Ova analiza uključuje tumačenje podataka sa senzora kao što su ultrazvučni senzori za otkrivanje prepreka i infracrveni senzori za praćenje linije. Obradom ovih podataka Arduino može procijeniti trenutno okruženje i donijeti odluke o tome kako reagirati. Na primjer, ako infracrveni senzori otkriju da robot skreće sa svoje planirane putanje, Arduino može izračunati odgovarajuće prilagodbe motora potrebne da ispravi svoj kurs i ostane na pravom putu [2].

Donošenje odluka u robotu ovisi o mogućnostima obrade podataka Arduino pločice. Arduino analizira podatke senzora i izvršava programirane algoritme kako bi odredio odgovarajući odgovor za robota. Na primjer, kada ultrazvučni senzor detektira prepreku unutar određenog dometa, upravljački kod upućuje robota da poduzme određene radnje, poput zaustavljanja ili promjene smjera. Ovaj proces donošenja odluka ključan je za osiguravanje

učinkovitog rada robota i izbjegavanja mogućih sudara. Logika i algoritmi programirani u Arduino ploči diktiraju ponašanje robota i vode njegove pokrete u raznim situacijama [1].

Proces izvršavanja radnji uključuje Arduino prijenos instrukcija aktuatorima koji su odgovorni za kontrolu kretanja robota. Ovo uključuje motore koji se aktiviraju na temelju odluka koje donosi Arduino. Na primjer, ako Arduino otkrije prepreku, može narediti motorima da se zaustave i zatim prilagoditi smjer robota kako bi izbjegao prepreku.

Aktiviranjem odgovarajućih pokretača kao odgovor na odluke, kao što je skretanje ulijevo, Arduino omogućuje robotu autonomnu navigaciju i prilagođavanje okolini. Ovaj kontinuirani ciklus prikupljanja podataka, njihove analize, donošenja odluka i izvršavanja radnji omogućuje robotu da radi neovisno i učinkovito reagira na promjene u svom okruženju [2].

Robot koristi kontinuiranu petlju povratnih informacija kako bi prikupio nove informacije i sukladno tome izmijenio svoje radnje. Ovaj proces uključuje prikupljanje podataka, njihovu analizu, donošenje odluka i uvođenje promjena u njegovo ponašanje kako bi se samostalno kretao i učinkovito reagirao na promjene u svom okruženju. Povratne informacije igraju ključnu ulogu u omogućavanju dinamičke prilagodbe robota i poboljšanju njegovih performansi. Na primjer, ako robot redovito nailazi na prepreke na određenom mjestu, može prilagoditi svoj put kako bi ih izbjegao u kasnijim interakcijama.

Ilustracija operativnog koncepta može se vidjeti u značajci praćenja linije. U ovoj funkciji, infracrveni senzori postavljeni su ispod robota kako bi prepoznali crnu liniju na bijeloj pozadini. Dok robot prati liniju, Arduino obrađuje informacije primljene od infracrvenih senzora i određuje prikladan način djelovanja kako bi održao putanju robota. U slučaju da senzori otkriju bilo kakvo odstupanje od linije, Arduino je sposoban modificirati brzine motora kako bi preusmjerio robota i osigurao da ostane na kursu [8].

Uključivanje Bluetooth modula u dizajn robota omogućuje bežično upravljanje putem mobilne aplikacije. Korisnici imaju mogućnost poslati upute za kretanje robota u različitim smjerovima kao što su naprijed, natrag, lijevo ili desno. Ove naredbe prima Arduino ploča, koja zatim izvršava odgovarajuće kontrole motora. Korištenje Bluetooth tehnologije za daljinsko upravljanje poboljšava interaktivno iskustvo, dajući korisnicima priliku da izravno upravljaju robotom i eksperimentiraju s njegovim funkcijama u živom okruženju. [8].

Kombinacija ovih značajki čini Elegoo Smart Robot Car V4.0 svestranim alatom za obrazovanje i istraživanje u poljima robotike, elektronike i programiranja. Ovaj je robot

posebno dizajniran kako bi pomogao korisnicima da shvate složene odnose između različitih komponenti i kako se zamršenim sustavima može upravljati i fino podešavati u scenarijima stvarnog svijeta. Uključujući se u praktične projekte i eksperimente, pojedinci mogu unaprijediti svoje razumijevanje tehničkih principa i steći vrijedne vještine koje su ključne za uspjeh u današnjim industrijama koje pokreće tehnologija.

4.2. DIJELOVI I SENZORI

Elegoo Smart Robot Car V4.0 je visokotehnološki obrazovni alat koji koristi Arduino mikrokontroler kao svoj glavni upravljački sustav. Stvorena u svrhu poučavanja i istraživanja područja elektronike, programiranja i automatizacije, ova robotska platforma radi kroz integriranu upotrebu raznih senzora, aktuatora i softvera (Slika 3) [2].



Slika 3. Dijelovi Elegoo Smart robot Car V 4.0

Izvor: <https://www.3djake.hr/elegoo/smart-robot-car-kit> (25.06.2024)

Arduino mikrokontroler služi kao središnja procesorska jedinica za Elegoo Smart Robot Car V4.0, funkcionirajući kao pristupačna platforma za programiranje korištenjem jezika prilagođenog korisniku ukorijenjenog u C/C++. Ova inovativna ploča ima zadatak prikupljati podatke s mnoštva senzora i usmjeravati aktuatore da izvrše određene zadatke. Obično se

programski kod koji upravlja pokretima robota izrađuje unutar Arduino IDE prije nego što se učita na ploču putem USB veze [2].

Robot je opremljen nizom senzora koji mu omogućuju da uoči promjene u svojoj okolini i reagira u skladu s tim. Ultrazvučni senzori koriste zvučne valove za mjerenje udaljenosti do obližnjih objekata. Emitiranjem zvučnog vala koji se odbija od prepreke i vraća na senzor, senzor može odrediti udaljenost do objekta na temelju vremena potrebnog da se zvučni val odbije natrag. Prikupljene podatke zatim obrađuje procesor Arduino, koji zatim može donositi odluke poput zaustavljanja robota ili mijenjanja njegovog kursa kako bi se udaljio od prepreka [2].

Infracrveni senzori dizajnirani su za korištenje infracrvenih zraka za otkrivanje različitih objekata i linija. U kontekstu praćenja linije, ovi senzori emitiraju infracrveno svjetlo koje je u interakciji s površinom i reflektira se natrag na senzor. Analizirajući reflektirajuća svojstva površine, kao što je crna linija na bijeloj pozadini, senzor može točno identificirati liniju. Sustav Arduino tumači ove informacije i prilagođava kontrolu motora kako bi vodio robota duž naznačenog puta [2].

Senzori instalirani na robotu omogućuju mu opažanje širokog raspona boja i različitih razina svjetlosti. Korištenjem ovih senzora, robot je sposoban identificirati različite obojene uzorke na tlu koji označavaju određene radnje koje treba poduzeti, poput zaustavljanja, skretanja ili ubrzavanja. Sustav Arduino obrađuje informacije prikupljene ovim sensorima kako bi donio trenutne i točne odluke tijekom rada.

Elegoo Smart Robot Car V4.0 koristi istosmjerne motore za pogon, pri čemu su ti motori povezani s kotačima robota kako bi se olakšalo kretanje u različitim smjerovima. Sustav Arduino odgovoran je za upravljanje motorima putem specijaliziranih pokretačkih programa motora, koji prilagođavaju brzinu i smjer vrtnje motora analizirajući ulaze senzora. Ova zamršena postavka omogućuje robotu točnu i preciznu navigaciju.

Servo motori se obično koriste za točne zadatke pozicioniranja, kao što je upravljanje orijentacijom ultrazvučnih senzora. Upravljaajući kutom rotacije servo motora, Arduino omogućuje pomicanje senzora i precizno skeniranje okolnog područja.

LED svjetla služe kao vizualni indikatori i signali, upozoravajući korisnike na različita stanja i događaje. Mogu se programirati da pokazuju kada je robot uključen, kada naiđe na

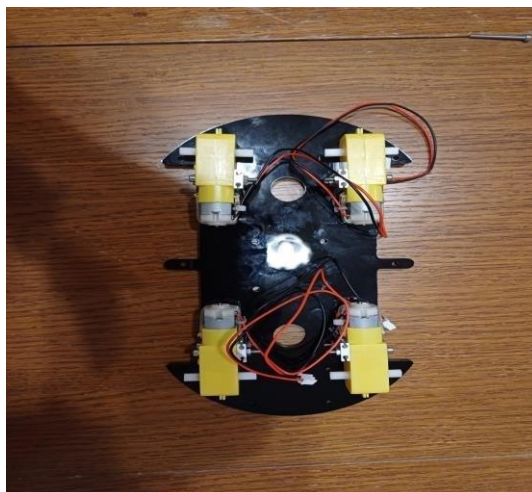
prepreku ili kada prati određenu putanju. Arduino mikrokontroler odgovoran je za kontrolu ponašanja LED svjetala, reagirajući na specifične ulaze senzora i prateći unaprijed definirane uvjete [2].

Operativni postupak Elegoo Smart Robot Car V4.0 počinje prikupljanjem podataka. Različiti senzori koriste se za prikupljanje informacija iz okoline, kao što je otkrivanje blizine prepreka ili praćenje linija na površini. Ovi prikupljeni podaci se zatim prenose na Arduino ploču, gdje se podvrgavaju obradi kroz unaprijed programirane algoritme. Nakon toga, Arduino ploča koristi obrađene podatke za donošenje odluka, kao što je zaustavljanje motora ili promjena smjera kretanja robota. Nakon donošenja odluke, Arduino ploča šalje naredbe aktuatorima, kao što su motori i LED svjetla, upućujući ih da izvrše određene radnje [2].

Elegoo Smart Robot Car V4.0 svestran je u svojim primjenama, pokazujući svoje sposobnosti u izbjegavanju prepreka, praćenju linija i reagiranju na različita osvijetljena okruženja. Korištenjem svog ultrazvučnog senzora, robot može otkriti prepreke i prilagoditi svoju putanju kako bi spriječio sudare, zahvaljujući mogućnostima donošenja odluka Arduina. IR senzori omogućuju robotu praćenje linija na tlu, s Arduinom koji učinkovito kontrolira motore za precizno kretanje duž naznačene putanje. Nadalje, uključivanje svjetlosnih senzora omogućuje robotu da se prilagodi promjenama u uvjetima osvijetljenja, osiguravajući besprijekorne prijelaze iz tamnog u svijetlo okruženje [2].

4.3. POSTUPAK SASTAVLJANJA

Sastavljanje Elegoo Smart Robot Car V4.0 uključuje spajanje raznih dijelova i senzora prema priloženim uputama. Proces montaže može se podijeliti u nekoliko faza. Prvi korak u procesu je pažljivo raspakiranje svih komponenti i provjera jesu li sve evidentirane na temelju dostavljenog popisa za provjeru.



Slika 4. Postavljanje 4 mala elektromotora

Izvor: izradio autor

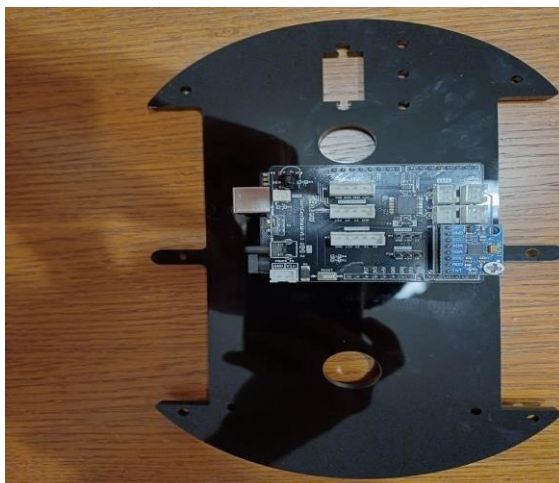
Proces ugradnje motora uključuje pažljivo postavljanje motora u predviđeno područje vozila i njegovo učvršćivanje na mjestu. Ovaj zadatak zahtijeva preciznost i pažnju na detalje kako bi se osiguralo da je motor ispravno poravnat i povezan sa svim potrebnim komponentama. Osim toga, postupak ugradnje motora također može uključivati spajanje električnih priključaka, kako bi se osiguralo da motor ispravno radi u vozilu. Pravilna ugradnja motora ključna je za cjelokupnu izvedbu i dugovječnost vozila, što je čini ključnim korakom u održavanju i popravku automobila. U početku pričvršćuju se četiri kompaktna električna motora ispod robotskog vozila pomoću vijaka i matica za sigurno pričvršćivanje. Ovi motori olakšavaju niz pokreta za robota, uključujući kretanje naprijed i natrag, kao i mogućnost okretanja u lijevom i desnom smjeru. Precizno pozicioniranje motora ključno je za učinkovit rad robota i lakoću navigacije različitim terenima (Slika 4).



Slika 5. Postavljanje modula za praćenje linija

Izvor: izradio autor

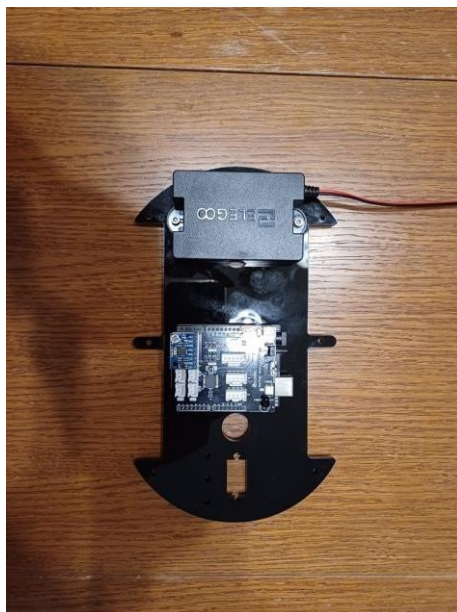
Nadalje, postavljaju se moduli za praćenje linija ispod šasije robota. Isti su opremljeni infracrvenim sensorima koji mogu identificirati linije na površini ispod. To robotu omogućuje točno praćenje i pridržavanje unaprijed određenih putanja. Razlikujući svijetle i tamne površine, senzori prenose informacije na Arduino ploču, koja zauzvrat usmjerava motore da održavaju kurs robota. Ključno je pravilno sastaviti ove module kako bi se osigurala mogućnosti preciznog praćenja linije (Slika 5).



Slika 6. Spajanje Elegoo Uno R3 sa dodatnim proširenjem

Izvor: izradio autor

Kako bi se pravilno postavila Elegoo Uno R3 pločica za korištenje, prvi korak je spojiti je na računalo. To se može učiniti korištenjem USB kabela za spajanje pločice na USB priključak na računalo. Nakon što se ploča spoji, možda će se morati instalirati potrebni upravljački programi kako bi bili sigurni da računalo prepoznaje ploču i može učinkovito komunicirati s njom. Osim toga, možda će se morati odabrati ispravan priključak u Arduino IDE softveru za uspostavljanje veze između pločice i računala. Slijedeći ove korake, može se osigurati da je Elegoo Uno R3 ploča pravilno povezana i spremna za korištenje u budućim projektima (Slika 6). Nakon toga, povezuje se Elegoo Uno R3 s dodatnom pločom za proširenje i postavljaju se na gornji dio kućišta. Ploča za proširenje pojednostavljuje proces povezivanja svih senzora i motora s Arduino pločom. Ova ploča za proširenje proširuje raspon mogućnosti povezivanja, omogućujući kontrolu pomoću različitih senzora i pokretača. Ispravno pozicioniranje i povezivanje pločica jamči besprijekoran rad cijelog sustava (Slika 6).



Slika 7. Stavljanje baterije pored ElegooUno pločice

Izvor: izradio autor

Zatim, da bi se započeo postupak postavljanja baterije, počinje se s uklanjanjem stare baterije iz njenog odjeljka. Potrebno je pažljivo ukloniti postojeće kabele i ostaviti ih sa strane. Zatim pažljivo podignuti novu bateriju na mjesto, pazeći da je sigurno postavljena u pretinac. Nadalje, potrebno je ponovno spojiti kabele, te još jednom provjeriti ispravnost tog spajanja.

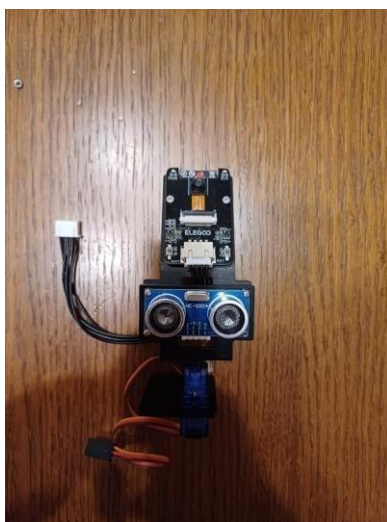
Pravilno postavljanje baterije ključno je za održavanje ravnoteže robota i osiguravanje ravnomjernog protoka energije tijekom rada. Važno je pravilno spojiti bateriju kako bi se spriječili mogući kratki spojevi ili problemi s napajanjem (Slika 7).



Slika 8. Pričvršćivanje modula kamere na montažni nosač

Izvor: izradio autor

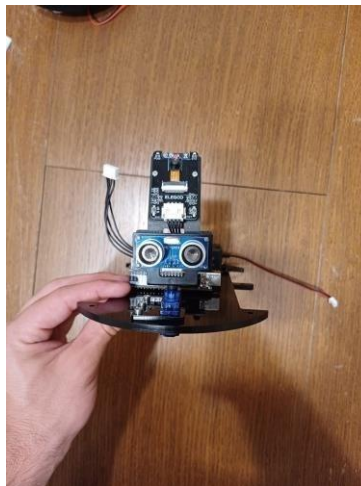
Pričvršćivanje modula kamere na montažni nosač može se izvršiti tako da se pričvrsti na mjesto vijcima. Ovaj postupak uključuje pažljivo poravnavanje modula s nosačem i korištenje odgovarajućih alata za sigurno pričvršćivanje. Važno je još jednom provjeriti poravnanje i zategnutost vijaka kako bi se osiguralo da je kamera sigurno pričvršćena i da se neće olabaviti tijekom rada. Osim toga, pridržavanje uputa proizvođača i smjernica za montažu modula kamere ključno je za izbjegavanje oštećenja ili kvarova. Uzimanje vremena za pravilno montiranje modula kamere rezultirat će stabilnom i pouzdanom postavkom za snimanje visokokvalitetnih slika i snimaka (Slika 8).



Slika 9. Postavljanje ultrazvučnog senzora

Izvor: izrada autora

Proces sastavljanja ultrazvučnog senzora uključuje niz koraka kako bi se osiguralo da su sve komponente ispravno spojene i ispravno funkcioniraju. Ultrazvučni senzor se kombinira s držačem senzora i mikro servo motorom SG90 tijekom sastavljanja. Prije početka procesa sastavljanja najprije se prikupljaju svi potrebni dijelovi i alati. Zatim se pažljivo slijede upute koje su dobivene sa senzorom kako bi se ispravno pričvrstilo svaku komponentu, kao što su sonda i prijemnik, na glavnu ploču. Nakon što su svi dijelovi sigurno spojeni, potrebno je još jednom provjeriti ožičenje kako bi se osiguralo da nema labavih spojeva ili grešaka. Na kraju, neophodno je testirati sensor kako bi se provjerila njegova ispravnost prije nego što ga se upotrijebi za bilo koju primjenu. Prateći ove korake, može se učinkovito sastaviti ultrazvučni senzor i osigurati njegova optimalna izvedba. Korištenjem ultrazvučnog senzora, robot može prepoznati prepreke ispred sebe, dok servo motor omogućuje senzoru da se okreće i promatra okolinu (Slika 9).

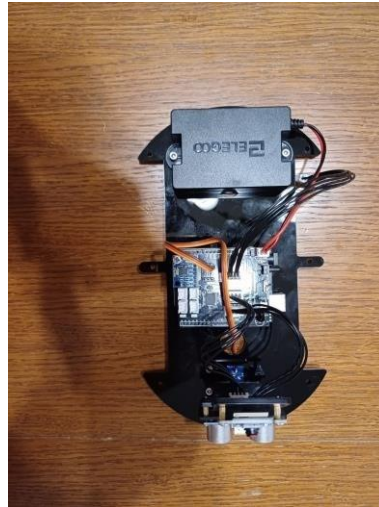


Slika 10. Stavljanje svih dijelova na uno R3 pločicu

Izvor: izrada autora

Proces povezivanja senzora i motora putem ožičenja uključuje pažljivo planiranje i organiziranje rasporeda električnih veza kako bi se osigurala ispravna funkcionalnost i komunikacija između dviju komponenti. To uključuje prepoznavanje odgovarajućih žica i konektora za svaki senzor i motor, kao i određivanje najuspješnijeg usmjeravanja ožičenja kako bi se smetnje svele na minimum i maksimizirale performanse. Osim toga, ispravno označavanje i dokumentacija spojeva ožičenja ključni su za rješavanje problema i održavanje. Općenito, proces ožičenja senzora i motora kritičan je aspekt stvaranja funkcionalnog i pouzdanog električnog sustava za automatizaciju i upravljanje. Pažljivo je spojen svaki senzor

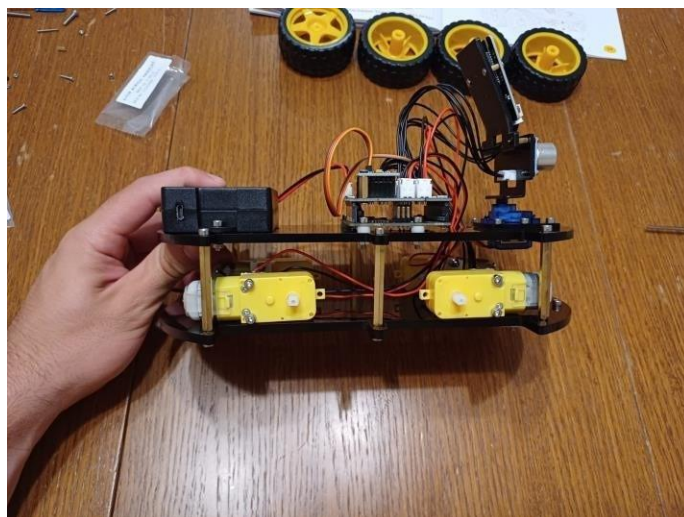
na Elegoo Uno R3 ploču, pazeći pritom da su žice raspoređene ispravnim redoslijedom (Slika 10).



Slika 11. Ožičenje svih senzora

Izvor: izradio autor

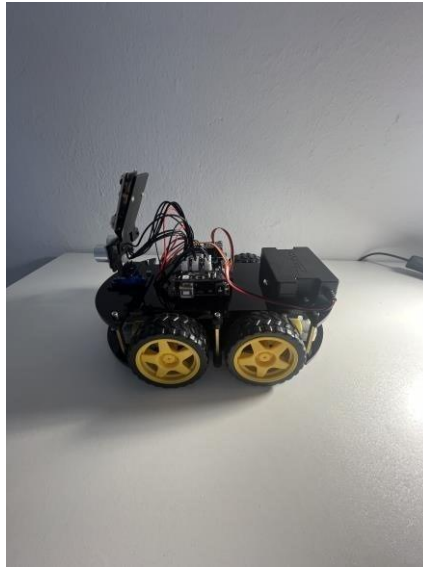
Proces spajanja donjeg i gornjeg dijela šasije uključuje sigurno pričvršćivanje dva dijela kako bi se stvorila kohezivna i čvrsta struktura za vozilo. Spajanjem ovih komponenti, šasija je u stanju pružiti podršku i stabilnost za cijelo vozilo, osiguravajući siguran i učinkovit rad. Spoj šasije i njezinog gornjeg dijela ključan je za održavanje cjelokupnog integriteta i funkcionalnosti vozila (Slika 11).



Slika 12. Spajanje podvožja sa gornjim dijelom šasije

Izvor: izradio autor

Nakon što su svi senzori i motori povezani s Arduino pločom, sljedeći korak je spajanje podvožja s gornjim dijelom šasije. Ovaj korak uključuje učvršćivanje svih komponenti kako bi se osiguralo da je robot čvrst i pouzdan. Veza između podvožja i gornjeg dijela šasije ključna je za održavanje svih dijelova netaknutima i stabilnima dok je robot u upotrebi (Slika 12).



Slika 13. Finalni izgled pametnog robotskog vozila

Izvor: izradio autor

Nakon što je dovršena montaža robota, pristupljeno je pričvršćivanju kotača na motore. Kotači su bitne komponente koje robotu omogućuju kretanje u različitim smjerovima, osiguravajući mu potrebnu pokretljivost za navigaciju. Ključno je pažljivo postaviti kotače kako bi se zajamčilo stabilno kretanje, čime se osigurava učinkovitost robota u obavljanju njegovih zadataka. Pozicioniranje kotača na vozilu neophodno je za optimalne performanse i sigurnost. Položaj kotača određuje kako vozilo upravlja, ubrzava i koči. Također, on utječe na ukupnu stabilnost i upravljivost vozila. Nakon što su svi potrebni koraci dovršeni, robot je u potpunosti sastavljen i pripremljen za testiranje. Konačni izgled robota odražava uspješnu integraciju svih komponenti i označava njegovu spremnost da se podvrgne raznim zadacima i procjenama (Slika 13).

4.4. PROGRAMSKI KOD

Programski kod za Elegoo Smart Robot Car V4.0 kreira se pomoću Arduino IDE i zatim se učitava na Arduino ploču pomoću USB veze. Ovaj kod je odgovoran za diktiranje radnji robota, kao što su tumačenje očitavanja senzora i prilagođavanje pokreta motora u skladu s tim.

Detaljni primjeri koda obično se mogu pronaći u priloženom priručniku s uputama ili na Elegooovim online platformama za daljnje upute. U nastavku prikaz programskog koda:

```
* @Date: 2019-10-22 11:59:09
* @LastEditTime: 2021-01-04 14:36:47 *
  @LastEditors: Changhua
* @Description: Smart Robot Car V4.0 *
  @FilePath:
*/
#include <avr/wdt.h>
#include "ApplicationFunctionSet_xxx0.h" void
setup()
{
  // put your setup code here, to run once:
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Init();
  wdt_enable(WDTO_2S);
}

void loop()
{
  //put your main code here, to run repeatedly :
  wdt_reset();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_SensorDataUpdate();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_KeyCommand();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_RGB();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Follow();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Obstacle();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Tracking();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Rocker();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Standby();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_IRrecv();
  Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_SerialPortDataAnalysis();

  Application_FunctionSet.CMD_ServoControl_xxx0();
  Application_FunctionSet.CMD_MotorControl_xxx0();
  Application_FunctionSet.CMD_CarControlTimeLimit_xxx0();
  Application_FunctionSet.CMD_CarControlNoTimeLimit_xxx0();
  Application_FunctionSet.CMD_MotorControlSpeed_xxx0();
  Application_FunctionSet.CMD_LightingControlTimeLimit_xxx0();
  Application_FunctionSet.CMD_LightingControlNoTimeLimit_xxx0();
  Application_FunctionSet.CMD_ClearAllFunctions_xxx0();
}
```

U nastavku slijedi objašnjenje funkcija:

1. **setup():**

- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Init():` Inicijalizira sve potrebne funkcije i postavke za rad robota.
- `wdt_enable(WDTO_2S):` Omogućuje watchdog timer s vremenskim intervalom od 2 sekunde kako bi se spriječilo blokiranje programa. Watchdog timer resetira mikrokontroler ako se ne resetira unutar zadanog vremenskog okvira.

2. **loop():**

- `wdt_reset():` Resetira watchdog timer kako bi se spriječilo resetiranje mikrokontrolera. ○
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_SensorDataUpdate():`
Ažurira podatke sa senzora.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_KeyCommand():`
Obrada naredbi s tipki.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_RGB():` Ažurira RGB osvjetljenje.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Follow():` Funkcija za praćenje linija.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Obstacle():` Funkcija za izbjegavanje prepreka.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Tracking():` Funkcija za praćenje linija.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Rocker():` Funkcija za upravljanje preko daljinskog upravljača.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_Standby():` Funkcija za stanje pripravnosti.
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_IRrecv():` Funkcija za infracrveno primanje. ○
- `Application_FunctionSet.ApplicationFunctionSet_SerialPortDataAnalysis():`
Analiza podataka sa serijskog porta.
- `Application_FunctionSet.CMD_ServoControl_xxx0():` Funkcije za kontrolu servomotora.

- Application_FunctionSet.CMD_MotorControl_xxx0(): Funkcije za kontrolu motora.
- Application_FunctionSet.CMD_CarControlTimeLimit_xxx0(): Funkcije za kontrolu kretanja s vremenskim ograničenjem.
- Application_FunctionSet.CMD_CarControlNoTimeLimit_xxx0(): Funkcije za kontrolu kretanja bez vremenskog ograničenja.
- Application_FunctionSet.CMD_MotorControlSpeed_xxx0(): Funkcije za kontrolu brzine motora.
- Application_FunctionSet.CMD_LightingControlTimeLimit_xxx0(): Funkcije za kontrolu osvjetljenja s vremenskim ograničenjem.
- Application_FunctionSet.CMD_LightingControlNoTimeLimit_xxx0(): Funkcije za kontrolu osvjetljenja bez vremenskog ograničenja.
- Application_FunctionSet.CMD_ClearAllFunctions_xxx0(): Funkcija za resetiranje svih funkcija.

Ovaj kod pruža sveobuhvatno upravljanje funkcijama Elegoo Smart Robot Car V4.0, omogućujući mu da odgovara na ulazne podatke sa senzora, upravlja motorima, izvršava različite naredbe i održava stabilan rad zahvaljujući watchdog timeru.

5. OPCIJE ELEGOO SMART ROBOT CAR V4.0

Elegoo Smart Robot Car V4.0 opremljen je širokim rasponom značajki koje korisnicima omogućuju da otkriju različita područja robotike, elektronike i programiranja. Ove značajke ga čine svestranim i vrijednim alatom za obrazovne svrhe i praktično eksperimentiranje. Kroz ovo poglavlje istražiti će se više opcija dostupnih s ovim robotom, kao što su detekcija prepreka, infracrveni daljinski upravljač, mogućnosti praćenja linija, FPV način rada i mogućnost upravljanja robotom putem aplikacije Elegoo.

5.1. IZBJEGAVANJE PREPREKA

Primarna funkcija Elegoo Smart Robot Car V4.0 je spriječiti sudare s preprekama. Ova značajka omogućuje robotu da identificira prepreke na svom putu i provede odgovarajuće radnje kako bi ih se klonio. Korištenjem raznih senzora, naprednih algoritama za obradu podataka i precizne kontrole motora, robot može samostalno manevrirati kroz svoju okolinu, prilagođavajući svoj kurs prema potrebi kako bi se prilagodio svim varijacijama u okolini [1].

Tehnologija senzora koja se koristi u robotskom vozilu uključuje ultrazvučni senzor koji se nalazi na prednjem dijelu šasije. Ovaj senzor radi emitiranjem visokofrekventnih zvučnih valova i otkrivanjem vremena koje je potrebno da se ti valovi reflektiraju od objekta i vrate u senzor. Analizirajući te podatke, senzor može točno odrediti udaljenost između vozila i objekta ispred njega. Ova napredna tehnologija omogućuje otkrivanje prepreka na različitim udaljenostima i kutovima s velikom točnošću i preciznošću.

Proces obrade podataka počinje kada senzor identificira objekt unutar određenog raspona, obično manje od 20 cm. Informacije se zatim prenose na Arduino ploču, koja je opremljena algoritmima dizajniranim za analizu i interpretaciju podataka senzora. Ovi algoritmi procjenjuju udaljenost do objekta i donose odluke o tome kako učinkovito zaobići prepreku [2].

Odluke donosi Arduino ploča na temelju obrade podataka koje prima. Naredbe se zatim šalju motorima robota za izvođenje potrebnih radnji. Na primjer, ako senzor otkrije prepreku unutar određene udaljenosti, Arduino može dati upute motorima da zaustave robota kako bi spriječili sudar. Nakon ovog zaustavljanja, Arduino tada može odrediti odgovarajući tijek radnje, bilo da se radi o okretanju robota u bilo kojem smjeru kako bi zaobišao prepreku.

Pokreti robota provode se kroz izvršavanje različitih radnji diktiranih naredbama s Arduino pločice. Ove naredbe daju upute motorima robota da izvrše zadatke kao što su zaustavljanje, vožnja unatrag, okretanje i nastavak kretanja u određenom smjeru. Na primjer, kada ultrazvučni senzor detektira prepreku u rasponu od 15 cm, Arduino može usmjeriti robota da se zaustavi, povuče na kratku udaljenost i zatim manevrira ulijevo kako bi zaobišao prepreku. Nakon što je prepreka uspješno zaobiđena, robot može nastaviti naprijed predviđenom putanjom [1].

Robot neprestano prikuplja svježe informacije sa svojih senzora i koristi te podatke za prilagodbe svojih radnji u stvarnom vremenu. Ova stalna petlja prikupljanja podataka, analize i donošenja odluka omogućuje robotu glatku navigaciju kroz okolinu, izbjegavanje prepreka i prilagođavanje svim promjenama u okolini. U slučaju da senzor otkrije drugu prepreku nakon što je robot promijenio svoj kurs, cijeli se postupak ponavlja kako bi se jamčilo da robot dosljedno izbjegava sudare i ostaje na najučinkovitijem mogućem putu.

5.2. INFRACRVENO UPRAVLJANJE

Funkcionalnost infracrvenog upravljanja omogućuje upravljanje robotom s udaljenosti pomoću infracrvenog daljinskog upravljača. Ova značajka pokazala se korisnom za one koji traže metodu upravljanja robotom bez potrebe za zalaženjem u složeno programiranje. Nudi pogodnost trenutnog isprobavanja raznih radnji i odgovora robota, što ga čini posebno povoljnim za one koji su novi u području robotike [2].

Infracrvena tehnologija upravljanja koristi se u robotu, s infracrvenim prijemnikom koji prima signale poslana s daljinskog upravljača. Ovaj prijemnik može detektirati infracrveno svjetlo koje emitira daljinski upravljač, pri čemu svaka tipka na daljinskom upravljaču odašilje jedinstveni signal (kod) koji prijemnik prepoznaje i zatim prenosi na Arduino ploču za dodatnu obradu [1].

Proces obrade signala uključuje programiranje Arduino pločice za analizu infracrvenih signala pomoću kontrolne biblioteke. Nakon primanja IC signala, prijemnik ga dekodira i uspoređuje s unaprijed postavljenim vrijednostima kako bi identificirao određenu tipku koja je pritisnuta. Nakon što se signal dekodira, Arduino ploča zatim prenosi odgovarajuće naredbe motorima robota.

Proces donošenja odluka i provođenja radnji uključuje korištenje dekodiranih infracrvenih signala za davanje uputa Arduino ploči o tome kako kontrolirati motore robota. Kada se pritisne određena tipka, kao što je tipka naprijed ili lijevo, Arduino ploča će interpretirati signal i poslati naredbe motorima u skladu s tim. To dovodi do toga da robot izvodi željeni pokret, kao što je kretanje naprijed ili skretanje ulijevo [2].

5.3. PRAĆENJE LINIJA

Praćenje linije je ključna značajka Elegoo Smart Robot Car V4.0 koja robotu omogućuje pridržavanje unaprijed određenih ruta. Ova funkcija koristi infracrvene senzore smještene ispod tijela robota. To je ključna komponenta koja poboljšava navigacijske sposobnosti robota i ukupnu izvedbu [2].

Senzorska tehnologija uključuje korištenje infracrvenih senzora koji mogu razlikovati svijetle od tamnih površina na podlozi. Ti su senzori postavljeni ispod tijela robota i usmjereni su prema tlu kako bi identificirali linije koje su nacrtane na površini. Funkcioniranje infracrvenih senzora temelji se na konceptu refleksije svjetla, gdje crne linije na bijeloj površini reflektiraju manje svjetla u odnosu na bijelu površinu. Tu razliku u refleksiji svjetlosti detektiraju senzori, koji je zatim tumače kao odstupanje u očitanjima [2].

Proces obrade podataka počinje kada senzori otkriju crnu liniju na bijeloj površini. Ove informacije se zatim prenose na Arduino ploču za analizu. Ploča koristi unaprijed utvrđene algoritme za tumačenje podataka i izračune u vezi s pozicioniranjem robota u odnosu na detektiranu liniju [2].

Koristeći informacije prikupljene sensorima, Arduino ploča može donositi odluke u vezi s kontrolom motora robota kako bi se osigurala njegova ispravna putanja. U slučaju da senzori detektiraju bilo kakvo odstupanje od planirane putanje, Arduino je u mogućnosti izvršiti prilagodbe brzine i smjera motora u stvarnom vremenu kako bi vratio robota na kurs. Na primjer, ako senzori uhvate robota koji skreće prebrzo ulijevo, Arduino će manipulirati motorima u skladu s tim smanjujući brzinu lijevog motora i povećavajući brzinu desnog motora kako bi ispravio kretanje robota [3].

Uspješan rad robota ovisi o preciznom izvršavanju naredbi koje šalje Arduino ploča za upravljanje njegovim motorima. Ove naredbe određuju brzinu i smjer robota, omogućujući mu

da učinkovito upravlja i ostane na kursu. Ispravnim izvođenjem ovih radnji, robot može točno pratiti i slijediti linije označene na površini, bez obzira na zamršenost staze.

5.4. FPV MODE

FPV način rada omogućuje korisnicima upravljanje robotom promatranjem svijeta kroz ugrađenu kameru robota. Ova značajka nudi jedinstveno i impresivno iskustvo upravljanja robotom, savršeno za zadatke koji zahtijevaju precizno kretanje i za stjecanje boljeg razumijevanja okoline s točke gledišta robota.

Tehnologija FPV načina rada koristi kameru spojenu na robota, koja prenosi video snimke uživo na korisnikov mobilni uređaj, poput pametnog telefona ili tableta. Ova kamera je povezana s bežičnim modulom koji olakšava prijenos video signala. Putem aplikacije ili specijaliziranog FPV prijemnika može se vidjeti perspektiva robota u stvarnom vremenu [4].

Proces snimanja, obrade i prijensa video signala uključuje kameru koja snima u stvarnom vremenu i šalje snimljeni materijal. Modul je odgovoran za prijenos video signala do prijemnika koji je povezan s pametnim uređajem korisnika. Nakon što je primljen, video feed se prikazuje na zaslonu uređaja, pružajući pogled u stvarnom vremenu na okolinu robota. Ova napredna tehnologija jamči minimalno kašnjenje i vrhunsku rezoluciju slike, omogućujući preciznu kontrolu nad pokretima robota.

Korisnici imaju mogućnost upravljanja robotom korištenjem načina prikaza u prvom licu (FPV). Ova značajka omogućuje navigaciju robotom koristeći live video feed kao vodič. Na primjer, korisnici mogu manevrirati robotom kroz uske prolaze ili izbjegavati prepreke nadzirući zaslon uređaja. FPV način rada posebno je koristan za zadatke koji zahtijevaju preciznost i jasan pogled na okolinu [4].

Proces implementacije FPV načina rada u programskom kodu uključuje korake poput povezivanja kamere s bežičnim modulom, postavljanja video prijensa i prilagođavanja aplikacije za prikaz video toka. Iako se većina ovog postupka odvija unutar slojeva hardvera i softvera, važno je osigurati besprijekornu integraciju kamere sa sustavom Arduino podešavanjem različitih parametara.

Ova je značajka osobito korisna za aplikacije u kojima je potreban detaljan pregled okoline ili za zadatke koji zahtijevaju preciznu kontrolu u ograničenim prostorima [4].

FPV kamera na robotu omogućuje mu da se upusti u nedostupna područja do kojih bi ljudima bilo teško doći, poput uskih hodnika, ispod objekata ili unutar složenih strojeva. Dodatno, kamera se može koristiti za nadzor i sigurnosne svrhe, omogućujući korisnicima da nadziru određene lokacije sa sigurne udaljenosti. Štoviše, FPV način rada nudi praktičnu priliku za upravljanje robotom iz perspektive prvog lica, pomažući u razumijevanju robotike, navigacije i rada na daljinu.

5.5. UPRAVLJANJE ELEGOO APLIKACIJOM

Elegoo Smart Robot Car V4.0 opremljen je mogućnošću upravljanja putem Elegoo aplikacije, koja se lako može preuzeti na pametne telefone. Ova aplikacija pruža mogućnosti naavigacije i upravljanja robotom na daljinu, nudeći besprijekorno i korisničko sučelje za upravljanje [2].

Koristeći Bluetooth vezu, aplikacija uspostavlja bežičnu vezu s robotom putem integriranog Bluetooth modula. Ova veza omogućuje korisnicima daljinsko upravljanje robotom i korištenje njegovih različitih značajki i funkcija izravno sa pametnog uređaja.

Aplikacija omogućuje upravljanje robotom s udaljenosti, podešavanje postavki i upravljanje različitim funkcijama. Osigurava mogućnost kontroliranja pokreta robota, mijenjanja konfiguracije senzora i korištenja naprednih značajki poput otkrivanja prepreka i praćenja linija [2].

Značajka aplikacije za daljinsko upravljanje pokretima omogućuje navigaciju robota u različitim smjerovima, uključujući naprijed, natrag te lijevo i desno. Ova funkcionalnost je predstavljena kroz virtualni joystick ili tipke na sučelju pametnog uređaja, pružajući praktičnu i točnu metodu kontrole kretanja robota.

Postavke senzora na robotu mogu se prilagoditi pomoću aplikacije, dajući mogućnost izmjene osjetljivosti infracrvenih senzora za praćenje linija ili pragova udaljenosti za ultrazvučni senzor za otkrivanje prepreka. Ova značajka prilagodbe omogućuje fino podešavanje performansi robota u skladu s različitim uvjetima i specifičnim zadacima [2].

Aplikacija nudi mogućnost korištenja sofisticiranijih značajki robota, poput izbjegavanja prepreka i praćenja linija. Jednostavnim dodirivanjem odgovarajućih dijelova korisničkog sučelja aplikacije mogu se omogućiti te funkcije, dajući robotu mogućnost samostalnog manevriranja oko prepreka ili linija na površini.

6. ZAKLJUČAK

Pametno robotsko vozilo Elegoo višestruk je i instruktivan uređaj koji omogućuje pojedincima, bez obzira na njihovu razinu stručnosti, da proniknu i shvate osnove robotike, elektronike i kodiranja. Ovo automatizirano vozilo nudi raznolik niz značajki koje potiču inovacije, kritičko razmišljanje i sposobnost suočavanja s izazovima. Elegoo Smart Robot Car V4.0 opremljen je širokim rasponom ključnih funkcija koje korisnicima pružaju priliku da proniknu u razne aspekte robotike.

Pametno robotsko vozilo Elegoo nudi niz naprednih značajki koje ga čine idealnim alatom za učenje i istraživanje. S mogućnostima izbjegavanja prepreka pomoću ultrazvučnog senzora, robot može samostalno manevrirati i sigurno izbjegavati prepreke, što ga čini bitnom komponentom za razvoj autonomnih sustava. Infracrveno upravljanje omogućuje jednostavno daljinsko upravljanje bez potrebe za složenim programiranjem, dok senzori za praćenje linije omogućuju robotu da precizno prati unaprijed definirane putanje. Dodavanje kamere za FPV način daje korisnicima pogled iz prvog lica za točnu navigaciju i istraživanje okoline. Nadalje, bežično upravljanje putem Bluetooth veze i Elegoo aplikacije omogućuje intuitivno upravljanje i pristup naprednim funkcijama. Sve u svemu, Elegoo Smart Robot Car V4.0 ima golem obrazovni potencijal, omogućujući studentima i hobistima da razviju praktične vještine u robotici i programiranju.

Pametno robotsko vozilo Elegoo nudi sveobuhvatno razumijevanje i povezivanje senzora, motora i drugih elektroničkih komponenti. Uključuje pisanje i poboljšanje koda za upravljanje robotom kroz Arduino IDE, kao i implementaciju teorijskih koncepata u robotici za stvarne projekte poput autonomne navigacije i kontrole kretanja. Osim obrazovnih prednosti, ovaj robot automobil može pronaći i praktičnu primjenu u raznim područjima.

Zaključno, Elegoo Smart Robot Car V4.0 ističe se svojom ugradnjom različitih senzora, prilagodljivim dizajnom i mogućnostima programiranja. Ovo robotsko vozilo služi kao izvrstan alat za obrazovne i istraživačke svrhe. Ne samo da pomaže korisnicima u stjecanju praktičnih vještina, već također potiče inovativnost i kreativnost. Uključivanjem u praktične projekte i eksperimente, pojedinci mogu produbiti svoje tehničko razumijevanje i usavršiti bitne vještine potrebne za suočavanje s budućim tehnološkim izazovima. Industrija se usredotočuje na upotrebu automatiziranih vođenih robota za pojednostavljenje logističkih operacija u tvornicama i skladištima. Sigurnosne mjere uključuju korištenje FPV kamera za patroliranje i

nadzor. U hobi projektima, pojedinci rade na razvoju i prilagodbi robotskih sustava za razne osobne pothvate.

LITERATURA

1. Arduino. (2023). About Arduino. Retrieved from <https://www.arduino.cc/en/main/about>
2. Elegoo. (2023). About Us. Retrieved from <https://www.elegoo.com/pages/about-us>
3. Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2009). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 59-69.
4. Makezine. (2021). The Best Educational Robotics Kits for Kids. Retrieved from <https://makezine.com/article/education/best-educational-robotics-kits/>
5. Bekey, G. A. (2005). *Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control*. MIT Press.
6. Craig, J. J. (2005). *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. Pearson Prentice Hall.
7. Russell, S., & Norvig, P. (2009). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall.
8. Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.). (2008). *Springer Handbook of Robotics*. Springer.

KAZALO KRATICA

1. IR - Infracrveno (Infrared)
2. FPV - Pogled iz prve osobe (First Person View)
3. LED - Dioda koja emitira svjetlost (Light Emitting Diode)
4. PWM - Pulsno širinska modulacija (Pulse Width Modulation)
5. IDE - Integrirano razvojno okruženje (Integrated Development Environment)
6. DC - Izravna struja (Direct Current)
7. USB - Univerzalna serijska magistrala (Universal Serial Bus)
8. SG90 - Model mikro servo motora
9. BT - Bluetooth
10. RX - Prijem (Receive)
11. TX - Prijenos (Transmit)

POPIS SLIKA

Slika 1. Logo tvrtke Elegoo.....	3
Slika 2. Primjer Arduino programske ploče.....	6
Slika 3. Dijelovi Elegoo Smart robot Car V 4.0.....	13
Slika 4. Postavljanje 4 mala elektromotora	16
Slika 5. Postavljanje modula za praćenje linija.....	17
Slika 6. Spajanje Elegoo Uno R3 sa dodatnim proširenjem.	17
Slika 7. Stavljanje baterije pored ElegooUno pločice.....	18
Slika 8. Pričvršćivanje modula kamere na montažni nosač.....	19
Slika 9. Postavljanje ultrazvučnog senzora.....	19
Slika 10. Stavljanje svih dijelova na uno R3 pločicu.....	20
Slika 11. Ožičenje svih senzora.....	21
Slika 12. Spajanje podvožja sa gornjim dijelom šasije.....	21
Slika 13. Finalni izgled pametnog robotskog vozila.....	22