

Arduino robot za dijagnostiku i terapiju autizma kod djece

Arduino robot for diagnosis and therapy of autism in children

¹Katarina Cvitić, ²Vesna Krajči
Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, 51000 Rijeka
e-mail: ¹kcvitic@veleri.hr, ²vkrajci@veleri.hr

Sažetak: *U radu je prikazan Arduino projekt izrade manjega robota s mogućnošću reprodukcije pjesama, hoda i plesa koji prije svega može poslužiti u ranoj dijagnostici i terapiji poremećaja autističnoga spektra kod predškolske djece kako bi se poboljšali rezultati njihove rehabilitacije. Bitne karakteristike toga robota su njegova niska cijena, zanimljiv izgled za privlačenje dječje pažnje, jednostavnost programiranja novih zadataka i mogućnost bilježenja dječjih reakcija. Detaljno je opisan izbor sklopovlja (mikrokontroler Arduino Uno, ultrazvučni senzor HC-SR04, servo motor SG90, tipka za zvučni signal, tipka za dodir, kamera OV7670), način izrade i programiranje robota. Robot je testiran u Centru za autizam Rijeka na jedanaestero djece pri čemu su ispitivane njihove reakcije na robot koje su uključivale verbalnu komunikaciju, zvučnu osjetljivost i strah prema nepoznatim stvarima. Uz pomoć stručne osobe zaključeno je da su reakcije djece prilikom ispitivanja u skladu s već dijagnosticiranim stupnjem razvijenosti autističnog poremećaja te da bi kontinuirani rad s tim robotom mogao pridonijeti ranijoj dijagnostici i boljoj rehabilitaciji predškolske djece s poremećajem autističnoga spektra.*

Ključne riječi: *robot, poremećaj autističnoga spektra, Arduino projekt*

Abstract: *The paper presents an Arduino project of building a smaller robot with the ability to play songs, walk and dance, which can be used primarily in early diagnostics and therapy of autism spectrum disorders of preschool children in order to improve the results of their rehabilitation. Important characteristics of that robot are its low price, interesting appearance to attract children's attention, easy programming of new tasks and the possibility of recording children's reactions. Hardware (Arduino Uno microcontroller, HC-SR04 ultrasonic sensor, SG90 servo motor, sound signal button, touch button, OV7670 camera) selection, robot building and programming are described in detail. The robot was tested at the Center for Autism Rijeka on eleven children, and their reactions to the robot were examined including verbal communication, sound sensitivity and fear of unknown things. With the help of an expert, it was concluded that the children's reactions during testing were in accordance with already diagnosed level of autistic disorder development and that continuous work with this robot could contribute to earlier diagnosis and better rehabilitation of children with autism spectrum disorders.*

Key words: *robot, autism spectrum disorder, Arduino project*

1. Uvod

Ideja za izradu jeftinoga i jednostavnoga robota koji bi mogao pomoći u dijagnostici i terapiji autizma kod djece proizašla je iz činjenice porasta broja djece s dijagnozom poremećaja autističnoga spektra (PAS) (Mrđa, 2018.). PAS označavaju grupu neurorazvojnih poremećaja koji

se pojavljuju u ranom djetinjstvu (Svržnjak, 2019.) i traju cijeli život (Bujas Petković i Frey Škrinjar, 2010.). Obično se uočavaju do treće godine života djeteta, ali ponekad mogu biti prepoznati tek kada se dijete nađe u socijalno zahtjevnijem okruženju, npr. vrtiću ili školi (Mrđa, 2018.). PAS obuhvaća poremećaje socijalnih interakcija djeteta koje karakteriziraju poteškoće u prepoznavanju svojih i tuđih emocija te nedostatak kontakta očima, zatim poremećaje verbalne i neverbalne komunikacije s poteškoćama pri govoru i gestikulaciji te pojačanom osjetljivošću osjeta vida i sluha, također ograničene aktivnosti i interese djeteta te različite motoričke smetnje i ponavljajuće obrasce ponašanja (Bujas Petković i Frey Škrinjar, 2010.).

Kako djeca s autizmom pokazuju veliki interes za korištenje elektroničkih naprava i ulaženje u interakciju s robotima (Silić, 2016.) te dobro odgovaraju na jasne i ponavljajuće interakcije kakve pružaju roboti (Brozolo, 2021.), u porastu je broj istraživanja vezanih uz korištenje robota u kliničkoj dijagnostici i rehabilitaciji djece s poremećajem iz spektra autizma (Brozolo, 2021.). U istraživanjima se vrlo često koriste humanoidni roboti NAO i Moxie (Aisoy Team, 2021.). Iako ti roboti zbog svoje raznovrsne opreme imaju velike mogućnosti dijagnostike i terapije u poticanju djece na učenje i socijalnu interakciju (Silić, 2016.) jer mogu uspostaviti kontakt očima, čitati izraze lica i razgovarati s djecom (Novak, 2015.), mana im je visoka cijena koja se kreće od 24000 HRK do 77000 HRK, tj. između 3200 EUR i 10250 EUR (Aisoy Team, 2021.). Prva istraživanja primjene humanoidnoga robota NAO u dijagnostici poremećaja iz spektra autizma kod djece u Republici Hrvatskoj (Brozolo, 2021.) su vezana za projekt ADORE (Autism Diagnostic Observation with Robot Evaluator) koji su zajednički proveli od 2014. godine do 2018. godine znanstvenici s Fakulteta elektrotehnike i računarstva i Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu uz pomoć riječke tvrtke E-GLAS (Novak, 2015.).

Umjesto upotrebe skupih i složenih humanoidnih robota, u otkrivanju ranih simptoma PAS kod djece, kao i kod rane intervencije za poboljšanje rezultata u njihovoj rehabilitaciji mogu se koristiti mnogo jeftiniji i jednostavniji roboti (Otto DIY, 2022.) koje je potrebno odgovarajuće modificirati i programirati, što je i prikazano u ovom radu. Zbog jednostavnosti programiranja izabrana je Arduino platforma otvorenoga koda.

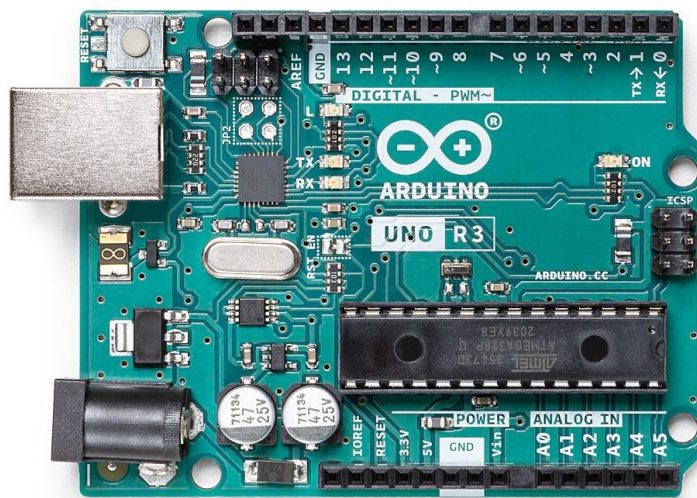
U sljedećem poglavlju je objašnjen izbor sklopovlja potrebnoga za izradu vlastitoga robota, zatim njegovo spajanje i programiranje, nadogradnja sustava kamerom i testiranje sustava. U zaključku na kraju rada spomenute su prednosti izrađenoga robotskoga sustava i njegova planirana poboljšanja.

2. Sklopovlje

Osnovni dijelovi robotskoga sustava su mikrokontroler Arduino Uno, četiri servo motora Tower Pro SG90, ultrazvučni senzor HC-SR04 i tipka za dodir. Osim njih može se dodati kamera OV7670, a potrebno je imati i Dasduino Core kontrolnu ploču, tipku za zvučni signal, otpornike, diode i eksperimentalnu ploču. Osim toga u izradi robotskoga sustava korišteni su različiti ostali dijelovi, alati i uređaji, npr. bušilica, pila za drvo, odvijač, multimetar, lemilica, drvena daska, vijci itd.

Glavni dio robotskoga sustava je mikrokontroler Arduino Uno (Slika 1). Takva kontrolna ploča koja se temelji na Arduino platformi otvorenoga koda lako se programira i troši vrlo malo električne energije pa se često upotrebljava u različitim projektima (Zenzerović, 2015.).

Slika 1. Arduino Uno kontrolna ploča



Izvor: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3/>

Dvije noge i dva stopala robota pokreću se pomoću četiri servo motora Tower Pro SG90 (Slika 2) koji su dovoljno maleni i lagani da se mogu postaviti u tijelo i noge robota, a dovoljno snažni za njegovo pokretanje (Cheung, 2020.).

Slika 2. Servo motor Tower Pro SG90



Izvor: <https://www.towerpro.com.tw/wp-content/uploads/2014/08/SG90-D2.jpg>

Udaljenost djeteta od robota beskontaktno mjeri se ultrazvučnim senzorom HC-SR04 (Slika 3) s dometom od 2 cm do 400 cm, za čije su povezivanje potrebna 2 pina i napajanje od 5 V (E-radionica, 2020.).

Slika 3. Ultrazvučni senzor HC-SR04



Izvor: https://www.pngkit.com/view/u2e6w7a9r5u2a9t4_ultrasonic-sensor-hc-sr04-png/

Kada dijete dodirne robot, tipka za dodir, tj. kapacitivni senzor dodira, to detektira. Taj senzor dodira (Slika 4) zahtijeva vrlo malu silu za uključivanje te su njegove dimenzije 30 mm x 16 mm x 6 mm (Chipoteka, 2022.).

Slika 4. Kapacitivni senzor dodira

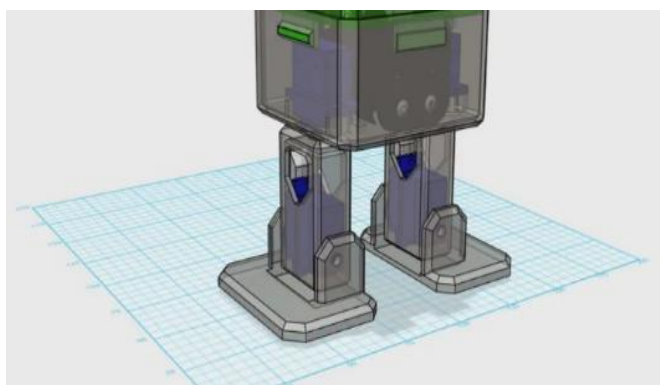


Izvor: Autori

3. Spajanje i programiranje robota

Robotski sustav se sastoji od tijela, nogu i stopala te su ti dijelovi izrađeni tehnologijom 3D ispisa pomoću distributera opreme OTTO DIY, s dimenzijama 16 cm x 12 cm x 6 cm (Slika 5).

Slika 5. Donji dio tijela robota, noge i stopala

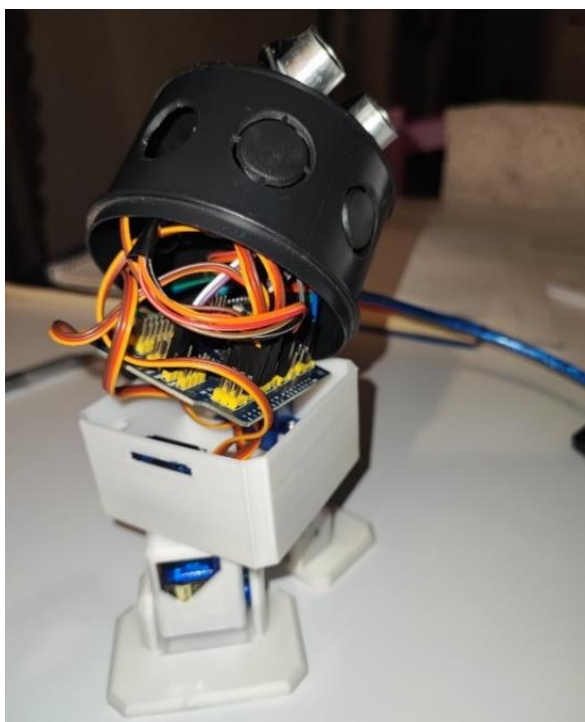


Izvor: <https://content.instructables.com/ORIG/FHK/91MD/1O8U3JSQ/FHK91MD1O8U3JSQ.jpg>

Navedene sklopovske komponente sustava spojene su na pločicu Arduino Uno pomoću spojnih žica prema shemi danoj u (Otto DIY, 2022). Za povezivanje sklopovlja bio je potreban odvijač.

Dva servo motora Tower Pro SG90 koja pokreću noge robota smještena su unutar donjeg dijela tijela, a unutar nogu se nalaze još dva servo motora za pokretanje pričvršćenih stopala (Slika 6). Na gornjem dijelu tijela robota, izrađenoga od crne spojne kutije promjera 8 cm, smješten je ultrazvučni senzor HC-SR04 i tipka za dodir koja je spojena na pinove 10 i 11 Arduino Uno pločice. Unutar gornjega dijela tijela, tj. glave, nalazi se Arduino Uno pločica i tipka za zvučni signal. U tijelu robota su smješteni kabeli pomoću kojih su spojene sve komponente. Gornji dio tijela pričvršćen je za donji dio tijela pomoću crnih vezica. Na spojnoj kutiji napravljene su rupe na mjestima gdje su provučene vezice i na mjestu priključivanja USB kabela zbog napajanja.

Slika 6. Gornji i donji dio tijela robota sa spojenim komponentama



Izvor: Autori

Također je izrađeno čvrsto drveno kućište dimenzija 540 mm x 440 mm x 270 mm na kojem će izrađeni robot izvoditi programirane zadatke, pri čemu se u kućište može ugraditi kamera za snimanje ponašanja djeteta (Slika 7). Na gornju stranicu kućišta stavljene su naljepnice pomoću kojih djeca mogu lakše izražavati svoje osjećaje u vezi robota dodirujući ih, pri čemu žute naljepnice iskazuju uplašenost, plave tugu, zelene sreću te crvene ljutnju (Barić, 2021.). Na prednjem dijelu kutije napravljena je rupa za kameru, a oko gornjega dijela tijela robota je postavljena žuta žica u obliku spirale kako bi dodatno privukla dječju pozornost.

Slika 7. Izrađeni robotski sustav s kućištem



Izvor: Autori

Programski kôd za robotski sustav je izrađen u Arduino IDE paketu te obuhvaća knjižnice za melodije i Otto, unutar koje se nalaze knjižnice za servo motor i ultrazvučni senzor. Programski kôd definira način kretanja robota koji se može pogledati na sljedećoj poveznici: <https://www.youtube.com/watch?v=xq2OgNlox90>.

4. Nadogradnja robota kamerom

Postojeći robotski sustav moguće je nadograditi CMOS kamerom OV7670 (Slika 8) koja se može smjestiti u drveno kućište kako bi snimala ponašanje djeteta. Kamera je preko otpornika spojena na eksperimentalnu i kontrolnu pločicu prema shemi danoj u (Pandit, 2019.) te programirana.

Slika 8. *Spojena kamera OV7670*



Izvor: Autori

Ukupni troškovi izrade robota s kamerom i drvenim kućištem iznose 1162 HRK (154.22 EUR).

5. Testiranje robotskoga sustava

Robot je testiran 14. lipnja 2022. godine u Centru za autizam Rijeka. U testiranju je sudjelovalo jedanaestero djece s PAS, od toga devet dječaka i dvije djevojčice, od 1. do 4. razreda osnovne škole te su analizirane njihove reakcije - verbalna komunikacija, zvučna osjetljivost i strah prema nepoznatim stvarima. Prilikom testiranja nije korištena kamera jer nisu bile ishodovane dozvole roditelja za snimanje testiranja njihove djece. Petero djece je relativno brzo ostvarilo komunikaciju s robotom (Slika 9), a njihove reakcije su ovisile o stupnju razvijenosti PAS. Uz pomoć stručne osobe nazočne u toku testiranja zaključeno je kako bi i ostala djeca ostvarila kontakt s robotom kada bi dulje vrijeme imala pristup izrađenom robotu. Iako se iz testiranja može zaključiti da je robot pogodan kao pomoć u dijagnostici i terapiji PAS kod djece jer je pobudio njihovu reakciju, istraživanja bi trebalo proširiti na veći broj i homogenije skupine ispitanika.

Slika 9. Dijete testira robotski sustav



Izvor: <https://web.facebook.com/Centar-za-autizam-Rijeka-502234023305716>

6. Zaključak

U ovom radu objašnjena je izrada manjega Arduino robota za pomoć u dijagnostici i terapiji PAS koji je jednostavan i relativno jeftin, a zbog specifičnog ponašanja djece s dijagnozom PAS, ima sljedeće mogućnosti: hod i ples pomoću dvije noge i dvaju stopala koje pokreću četiri servo motora, reprodukcija različitih zvukova i melodija pomoću tipke za zvučni signal kako bi se postigla interakcija s djetetom te reakcija na djetetovu gestikulaciju (zaustavljanje ili pokretanje robota) pomoću ultrazvučnoga senzora udaljenosti. Socijalna interakcija djeteta s robotom može se uspostaviti pomoću tipke za dodir. Reakcije djeteta na robot i njegovo ponašanje mogu se snimiti kamerom u obliku videomaterijala pogodnoga za kasniju analizu, a kamera se nalazi u drvenom kućištu koje na vrhu ima naljepnice za izražavanje osjećaja djeteta.

Postoji više mogućnosti za nadogradnju izrađenog sustava. Mogu se ugraditi senzori dodira ispod naljepnica za osjećaje te ih spojiti s robotom i programirati da robot svira određene melodije i radi određene pokrete nakon što osjeti odgovarajući dodir. Također bi glavu robota i spiralu trebalo pričvrstiti jačim materijalom kako ga djeca ne bi mogla rastaviti. Pribavljanje dozvole za snimanje djece kamerom i ugradnja jačeg procesora znatno bi pomoglo pri ranoj intervenciji jer bi se ponašanje i pokreti djece mogli ponovo pregledavati.

Literatura

1. Aisoy Team (2021). The 5 social robots most used for helping children with autism. <https://aisoy.com/blogs/blog/the-5-social-robots-most-used-for-helping-children-with-autism> (05.11.2021.)
2. Barić, S. (2021). Osjećaji od "Ja" - Priručnik za učenje o emocijama. https://cza-ri.hr/wp-content/uploads/2021/06/Prirucnik_Osjecaji_od_Ja_web.pdf (10.06.2022.)

3. Brozolo, R. (2021). Uloga robota u dijagnostici i podučavanju djece s poremećajem iz spektra autizma. Diplomski rad, Zagreb, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
4. Bujas Petković, Z.; Frey Škrinjar J. (2010). Poremećaji autističnog spektra - Značajke i edukacijsko-rehabilitacijska podrška. Zagreb, Školska knjiga.
5. Cheung, P. (2020). Servo motor TowerPro SG90. http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf (02.01.2022.)
6. Chipoteka (2022). Prekidač – kapacitivni senzor dodira. <https://www.chipoteka.hr/elektronika-i-alati/samogradnja/arduino/prekidac-kapacitivni-senzor-dodira-8090229132> (05.06.2022.)
7. E-radionica (2020). Ultrazvučni modul HC-SR04. <https://e-radionica.com/hr/ultrazvucni-modul-hc-sr04.html> (02.01.2022.)
8. Mrđa, N. (2018). Poremećaji autističnog spektra u predškolskoj dobi. Diplomski rad, Osijek, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
9. Novak, T. (2015). Moj doktor je robot. https://www.fer.unizg.hr/_news/59104/RobotiHIGH.pdf (25.05.2022.)
10. Otto DIY (2022). <https://www.ottodiy.com/> (06.01.2022.)
11. Pandit, A. (2019). How to Use OV7670 Camera Module with Arduino. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/how-to-use-ov7670-camera-module-with-arduino> (10.06.2022.)
12. Silić, B. (2016). Primjena humanoidnih robota u kliničkoj dijagnostici i intervenciji kod djece s poremećajem iz autističnog spektra. Diplomski rad, Zagreb, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
13. Svržnjak, M. (2019). Poremećaji autističnog spektra kod djece rane dobi. Završni rad, Zagreb, Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
14. Zenzerović, P. (2015). Arduino kroz jednostavne primjere. Zagreb, Hrvatska zajednica tehničke kulture.