



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko

Fakulteta za strojništvo

14. LETNA KONFERENCA MEHATRONIKE 2025

Zbornik povzetkov študentskih projektov

Urednika
Uroš Župerl
Aleš Hace

Avgust 2025

Naslov <i>Title</i>	14. letna konferenca mehatronike 2025 <i>14th Annual Conference of Mechatronics 2025</i>
Podnaslov <i>Subtitle</i>	Zbornik povzetkov študentskih projektov <i>Book of Abstracts, Student Projects</i>
Uredniki <i>Editors</i>	Uroš Župerl (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo) Aleš Hace (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko)
Lektoriranje <i>Language editing</i>	Alenka Hren (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko)
Tehnična urednika <i>Technical editors</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba) Goran Mundar (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo)
Oblikovanje ovitka <i>Cover designer</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Grafika na ovitku <i>Cover graphics</i>	Po vzoru idejne zasnove Uroša Župerla. UM FS in UM FERI (logotip konference), 2017
Grafične priloge <i>Graphics material</i>	Vsi viri so lastni, če ni navedeno drugače. Avtorji prispevkov in Župerl, Hace (urednika), 2025
Konferenca <i>Conference</i>	14. letna konferenca mehatronike 2025
Datum in kraj <i>Date and place</i>	20. avgust 2025, Maribor, Slovenija
Organizacijski odbor <i>Organizing committee</i>	Aleš Hace (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko), Simon Pevec (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko), Uroš Župerl (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo), Timi Karner (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo), Darko Hercog (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko), Alenka Hren (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko) in Vito Tič (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo)
Založnik <i>Published by</i>	Univerzitetna založba Univerze v Mariboru Slomškov trg 15, 2000 Maribor, Slovenija https://press.um.si , zalozba@um.si
Izdajatelj <i>Issued by</i>	Univerza v Mariboru Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Koroška cesta 46, 2000 Maribor, Slovenija http://www.feri.um.si , feri@um.si
So-izdajatelj <i>Co-issued by</i>	Univerza v Mariboru Fakulteta za strojništvo Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija https://fs.um.si , fs@um.si
Izdaja <i>Edition</i>	Prva izdaja
Vrste izdaje <i>Publication type</i>	E-knjiga
Dostopno na <i>Availabe at</i>	http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/1045
Izid <i>Published</i>	Maribor, Slovenija, avgust 2025



© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba
/ University of Maribor, University of Maribor Press

Besedilo/ Text © avtorji in Župerl, Hace (urednika), 2025

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna. / *This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.*

Uporabnikom je dovoljeno tako nekomercialno kot tudi komercialno reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev in predelava avtorskega dela, pod pogojem, da navedejo avtorja izvirnega dela.

Vsa gradiva tretjih oseb v tej knjigi so objavljena pod licenco Creative Commons, razen če to ni navedeno drugače. Če želite ponovno uporabiti gradivo tretjih oseb, ki ni zajeto v licenci Creative Commons, boste morali pridobiti dovoljenje neposredno od imetnika avtorskih pravic.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

007.5:681.5(082)(0.034.2)

14. letna konferenca mehatronike 2025 [Elektronski vir] : zbornik povzetkov študentskih projektov : [20. avgust 2025, Maribor, Slovenija] / urednika Uroš Župerl, Aleš Hace. - 1. izd. - E-zbornik. - Maribor : Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2025

Način dostopa (URL) : <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/1045>

ISBN 978-961-299-031-2 (Pdf)

doi: 10.18690/um.feri.6.2025

COBISS.SI-ID 245881347

ISBN 978-961-299-031-2 (pdf)

DOI <https://doi.org/10.18690/um.feri.6.2025>

Cena
Price Brezplačni izvod

Odgovorna oseba založnika
For publisher Prof. dr. Zdravko Kačič,
rektor Univerze v Mariboru

Citiranje
Attribution Župerl, U., Hace, A. (ur.). (2025). *14. letna konferenca mehatronike 2025: zbornik povzetkov študentskih projektov*. Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba. doi: 10.18690/um.feri.6.2025

Kazalo

VS MEHATRONIKA	1
Daljinsko nastavljivo mikrofonsko stojalo Renato Žaberl, Matic Juršnik, Mitja Mertuk, Jan Pokeršnik, Tadej Krenos	3
Vodenje virtualnih proizvodnih procesov - Regalno skladišče Alen Soršak, Jan Mravinec, Teo Golob	5
Vodenje virtualnih proizvodnih procesov - Paletna linija Nejc Slabe, Luka Klajnšek, Patrik Božiček	7
RobotStudio - Simulacija varjenja z Arcwelding Powerpac Mihael Štancer, Rok Vranc, Žiga Žnidarič	9
Programiranje industrijskega sodelovalnega robota ABB YuMi s pomočjo RobotStudia Miha Kranjc, Mihael Preglej, Jošt Randl	11
Programiranje industrijskega sodelovalnega robota ABB GoFa s pomočjo RobotStudia Aljaž Herodež, Žiga Vrabič, Tomaž Sernec	13
SafeMove: Robotstudio Milan Potočnik, Pamela Jankova, Ismar Bajrič	15
Izdelava univerzalnega prijemala za KUKA KRC4 KR16 robota Tadej Krenos, Mitja Mertuk	17
Uporaba sodelovalnih prijemal in integrirane kamere na UR10e za manipulacijo izdelkov Jan Pokeršnik, Milan Potočnik, Alen Soršak	19
Koncept zasnove pametne tovarne Miha Kranjc, Mihael Preglej, Jošt Randl	21
Montaža izdelkov s kolaborativnim robotom in MPS postajami Matic Juršnik, Teo Golob	23
Realizacija principov Industrije 4.0 z izdelavo mobilnega sistema za ločevanje materialov (MOBI-SORT 4.0) Pamela Jankova, Tomaž Sernec, Renato Žaberl	25
Tirnice krivulj, krivulje in ploskve v mehatroniki s Scilabom in AI Žiga Žnidarič, Nejc Slabe	27

Oddaljeno krmiljenje obdelovalne mize stroja z vretenskim pogonom Aljaž Herodež, Mihael Štancer, Žiga Vrabič	29
Virtualno krmiljenje industrijskih procesov s Factory I/O in Matlab/Simulink; Patrik Božiček, Rok Vranc	31
Senzorsko-nadzorni sistem za identifikacijo položaja obdelovancev v vpenjalni pripravi Leo Žugec, Fran Tesla	33
UN MEHATRONIKA	35
Solarno napajano električno vozilo Luka Midoski, Tim Štimulak	37
Neodvisni solarni vir napajanja za mehatronske naprave Gal Dragšič, Jakob Brglez	39
Razvoj avtonomnega mobilnega robota Žiga Mahorič, Maj Ferlin	43
AGV – Zajemanje podatkov z LIDAR senzorja s pomočjo Raspberry PI 4 in Matlab/Simulink programom Marsel Novak, Marko Špes	45
Programiranje Siemens PLK preko Matlaba/Simulinka Jaša Golobič, Davor Kolar	47
AGV –Vodenje motorjev s pomočjo Raspberry PI 4 in Matlab/Simulink programom Rok Hošpel, Alen Marton	49
Vzpostavitev PROFINet komunikacije med tračnim transporterjem, Kuka robotom in Siemens PLK-jem Domen Sulcer, Franc Šrumpf	51
Vzpostavitev PROFINet komunikacije med robotom ABB IRB1200 in Siemens S7-1500 Dominik Mlinar, Marko Kovačec	53
Zasnova in izvedba avtomatizacije proizvodnega procesa na postaji Festo CP-LAB I4.0 Aljaž Krivokapič, Filip Teo Vidovič	55
Dimenzioniranje in izdelava kabskega snopa za Formula Student dirkalnik Jan Križan	57
Vodenje sinhronskega motorja s trajnimi magneti Jaka Grabner, Gašper Zupan	59
Dimenzioniranje in izdelava nizko-napetostne baterije za Formula Student dirkalnik Nikola Prelič	61
Sestavljanje planetnega gonila z naprednim kolaborativnim robotom Jure Žunkovič, Ivan Lazić	63

Sortiranje izdelkov z industrijskim robotom in 3d TOF kamero Alex Pavalec, Alex Recek	65
Izdelava grelne posode z uporabo PLC Siemens S7-1200 in regulacija temperaturnih procesov Aleksander Kos, Staš Miklič	67
Pitotova cev (5 – hole Pitot) za merjenje vpadnih kotov letala Jan Gračnar, Nik Rantaša	69
Razvoj in izdelava sistema za upravljanje visokozmogljive baterije za dirkalnik Formula Student Rene Potočnik	71
Vozilo z vrtljivo premo za brezpotja Aleksandar Petrović, Žan Letonja	73
MAG MEHATRONIKA	75
Optimizacija sistema za inteligentno pobiranje objektov s kolaborativnim robotom Luka Šipek, Jaka Štampar	77
Nadgradnja aplikacije igranja šaha s kolaborativnim robotom Anže Ostruh, Klemen Vostner	79
Kinestetično učenje UR10E robota s pomočjo Siemens S7-1500 Rene Furek, Timotej Jurgec	81
Nadgradnja festo CP-LAB sistema Maj Mesarič, Ben Šnajder	83
Uporabniški vmesnik za robotski sistem pobiranja kosov v razsutem stanju iz zabojnika Urban Kolman	85
Implementacija ir in tlačnih senzorjev na dirkalniku formula student Gabrijel Škraba, Žan Habjanič	87
Fly-by-wire sistem radijsko-vodenega letala za elektronski nadzor stabilnosti ali avtonomni let Matic Dreu, Matjaž Pernek	89
Avtonomni robotski sistem za pobiranje špargljev (SparBot) Dominik Hrastnik, Matic Levačič	91
Napredna avtomatizacija sistema za premikanje krhkega predmeta s servopnevmatskim regulatorjem Maja Radovanović, Petar Vinceković	93
Uporaba analize slik isker in umetne inteligence za napovedovanje lastnosti jekel Miha Kavčič, Rok Knupleš	95

Upravljanje mikromotorja nanorobota s haptično napravo phantom omni Matic Brunec, Jakob Horvat	97
Razvoj sistema za linearno manipulacijo David Peršak, Niko Hojnik	99

VS

MEHATRONIKA

DALJINSKO NASTAVLJIVO MIKROFONSKO STOJALO

RENATO ŽABERL, MATIC JURŠNIK, MITJA MERTUK, JAN POKERŠNIK,
TADEJ KRENOS
Letnik: 2., Projekt I

doc. dr. **Alenka Hren**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mag. **Marijan Španer**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
mentorja

V okviru projekta je bilo potrebno izdelati daljinsko vodeno, po višini nastavljivo stojalo za mikrofona. Pri tem je bil zastavljen cilj narediti napravo preprosto za uporabo, čim tišjo, cenovno ugodno, napajano brezžično ter čim manjšo in enostavno za transport. Projekt smo pričeli s spoznavanjem principa delovanja električnega servomotorja in spoznavanjem uporabe krmilnika gibanja Trio Motion za položajno vodenje motorjev. Načrtovanje naprave smo pričeli s postopkom izbire pogonskega mehanizma. Odločitev je bila med principi pogona na osnovi vretena z navojno palico, zobato letvijo, zobatim jermenom in škarjastim mehanizmom. Na podlagi prednosti in slabosti v povezavi s projektom je bil izbran pogon na osnovi vretena z navojno palico in matico.

Sledilo je konstruiranje mehanskega dela, kjer je bil uporabljen program SolidWorks za oblikovanje naprave in preizkus gibanja mehanskih komponent. Izdelan je bil pogon, ki ga sestavljajo vreteno, matica, ležajni blok, elastična gredna vez in elektromotor. Podstavek mikrofonskega stojala ima tudi funkcijo ohišja baterijskega napajalnega sklopa ter vseh elektronskih komponent.

Za napajanje naprave je bila izdelana akumulatorska baterija, sestavljena iz NMC celic tipa "18650", s konfiguracijo 4S-3P (nazivna napetost 14,8 V, shranjena energija 120 Wh). V napravi je vgrajen tudi baterijski polnilec.

Bipolarni koračni motor NEMA-17 je krmiljen v koračnem načinu delovanja preko krmilnika ESP-32, ki pogonski stopnji motorja pošilja signale Step, Enable in Direction (Korak, Vkllop, Smer). Program mikrokrmilnika ESP-32 je bil narejen z uporabo orodja Arduino IDE. Mikrokrmilnik ima vgrajen tudi vmesnik za brezžično komunikacijo (Wi-Fi).

Za uporabniški vmesnik je bila narejena aplikacija za vodenje stojala mikrofona po višini, ki omogoča izbiro smeri pomika mikrofona ter hitrosti v odstotkih najvišje možne hitrosti motorja. Aplikacija je bila sprogramirana v spletnem orodju MIT App Inventor z uporabo blokov.

Ključne besede: mikrofonsko stojalo, nastavljanje, daljinsko

VODENJE VIRTUALNIH PROIZVODNIH PROCESOV - REGALNO SKLADIŠČE

ALEN SORŠAK, JAN MRVINEC, TEO GOLOB

Letnik: 2., Projekt I

doc. dr. **Alenka Hren**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
mentorica

Projekt je obravnaval avtomatizacijo regalnega skladišča v virtualnem okolju z uporabo programirljivega logičnega krmilnika Siemens S7-1200. Program smo naredili v okolju Siemens Tia Portal, delovanje pa je prikazoval program Machine Simulator 3. Cilj je bil omogočiti samodejno nalaganje in odlaganje palet samo s pritiskom na gumb in vpisano številko regalnega prostora.

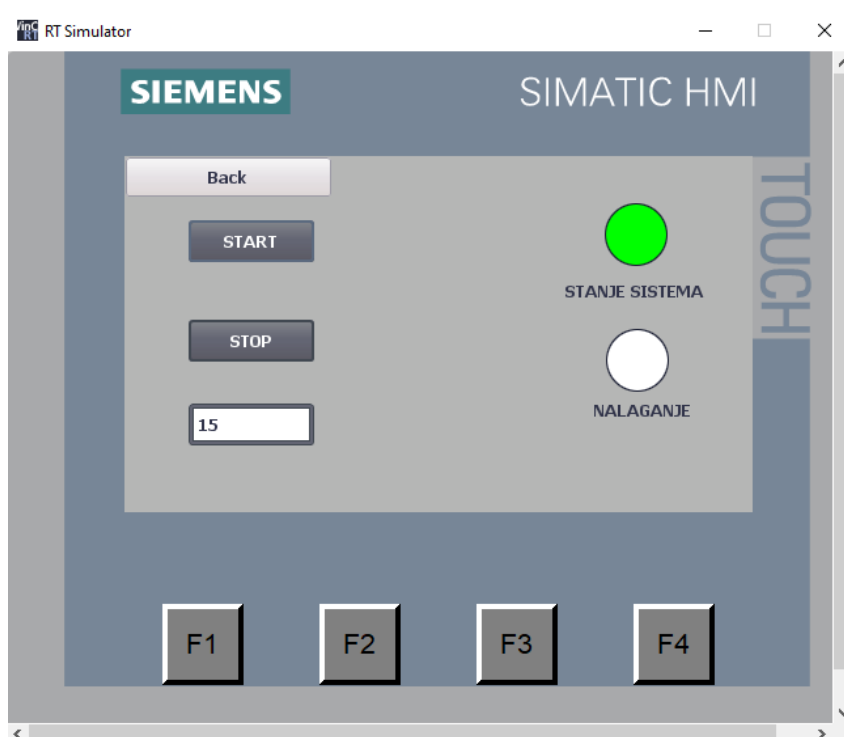
Projekt je zasnovan tako, da omogoča avtomatsko premikanje dvigala do željenih pozicij na regalu. Za uporabniški vmesnik smo uporabili HMI, kjer imamo 2 tipki (START in STOP), dve signalni lučki in polje za vpisovanje pozicij. S tem spremljamo stanje celotnega sistema in ga zaženemo s pritiskom na gumb START. Po tekočem traku se pripelje paleta do fotocelice, kjer se tudi ustavi. Nato v HMI vpišemo željeno pozicijo (na voljo jih je od števila 1 do 30, 0 je za prevzem, 31 za odpremo), ki se v programu določa glede na stanje bitov. Regalno dvigalo paleta naloži in jo odpelje v to pozicijo, kasneje pa jo ponovno naloži in jo preda na drugi tekoči trak za odpremo iz skladišča. Za varnost je dodana tipka STOP, ki zaustavi celoten proces.

S tem smo prikazali napredno uporabo in izboljšano učinkovitost ter varnost industrijske avtomatizacije v skladiščnih sistemih. V resničnem okolju bi s tem prihranili veliko časa, saj se ne bi bilo potrebno voziti in iskati prostih mest za odlaganje, je pa tudi bolj varno za delavce in ljudi v skladiščnem prostoru.



Slika 1: Regalno skladišče v okolju Machine Simulator 3

Vir: lasten



Slika 2: HMI vmesnik

Vir: lasten

Ključne besede: avtomatsko regalno skladišče, Tia portal, Machine Simulator, avtomatizacija, HMI, dvigalo, transportni trakovi, industrijska avtomatizacija.

VODENJE VIRTUALNIH PROIZVODNIH PROCESOV - PALETNA LINIJA

NEJC SLABE, LUKA KLAJNŠEK, PATRIK BOŽIČEK

Letnik: 2., Projekt 1

doc. dr. Alenka Hren

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko računalništvo in informatiko
mentorica

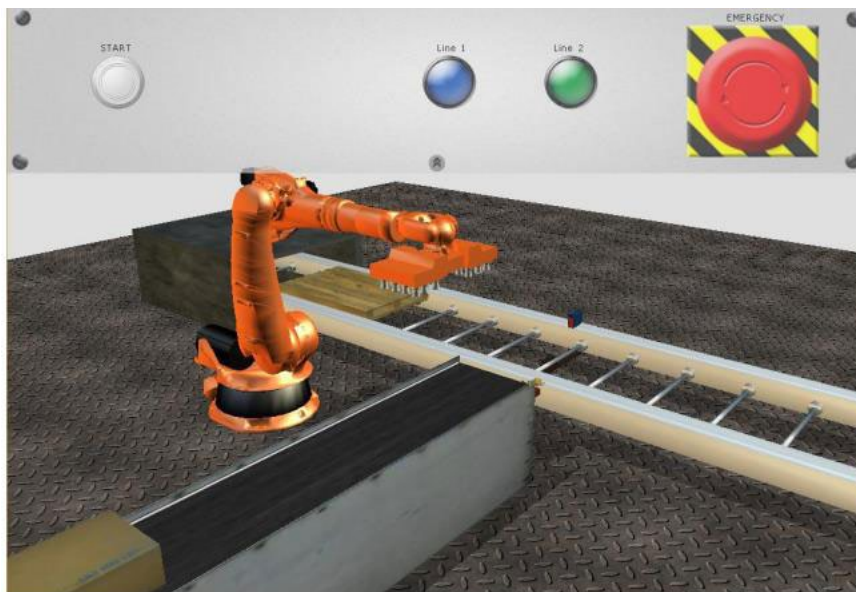
Pri predmetu Projekt I smo s pomočjo Siemens krmilnika S7-1200 napisali program za vodenje paletne linije. Program za omenjeni krmilnik smo pisali v programskem okolju Tia portal in sicer v programskem jeziku »Ladder«. Pri delu smo uporabljali Phidget kartico, ki je omogočala simulacijo te linije v virtualnem svetu – v programu Machine Simulator. Ta kartica glede na stanje v Machine Simulatorju postavlja izhode, ki so priključeni na vhode v PLK in na vseh bere izhode, ki jih postavlja PLK. Machine Simulator se na te vhode odziva, kot bi se odzival sistem, če bi ga postavili fizično.

V programu krmilimo tudi robotsko roko, ki se giblje glede na stanje treh bitov, ki jih postavlja PLK. Poleg tega lahko gibanje robota z enim bitom tudi omogočimo/onemogočimo.

Program smo izvedli s pomočjo dveh »for« zank. Prva skrbi za koračno delovanje programa in sicer najprej počakamo na prvo škatlo in prvo paleto, potem v treh korakih škatlo poberemo in odložimo na točno določeno mesto. To mesto določa 2. »for« zanka, ki s pomočjo števca poskrbi, da vsaka od štirih škatel konča na svojem mestu. Ko je paleta polna, se po tekočem traku odpelje naprej, na njeno mesto pa pride nova. Celoten program zaženemo s tipko start. Eden od izzivov je bil tudi zagotavljanje, da bo tipka stop obveljala neglede na to v katerem od korakov se program nahaja.

Največ težav smo imeli s ponastavljanjem števecv, saj smo ju po pomoti prekrivali med seboj. Poleg tega smo porabili precej časa, da smo pravilo določili vrednosti časovnikov, tako, da je cikel tekel kar se da gladko in, da program ni preskočil kakšnega koraka. Zaradi

navedenih težav, smo programirati začeli trikrat znova, a vedno z novim znanjem, ki nas je na koncu pripeljalo do delujočega programa.



Slika 1: Simulacija industrijskega procesa

Vir: lasten

Ključne besede: PLK, paletna linija, Ladder, zanka, simulacija

ROBOTSTUDIO - SIMULACIJA VARJENJA Z ARCWELDING POWERPAC

MIHAEL ŠTANCER, ROK VRANC, ŽIGA ŽNIDARIČ

Letnik: 2., Projekt I

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

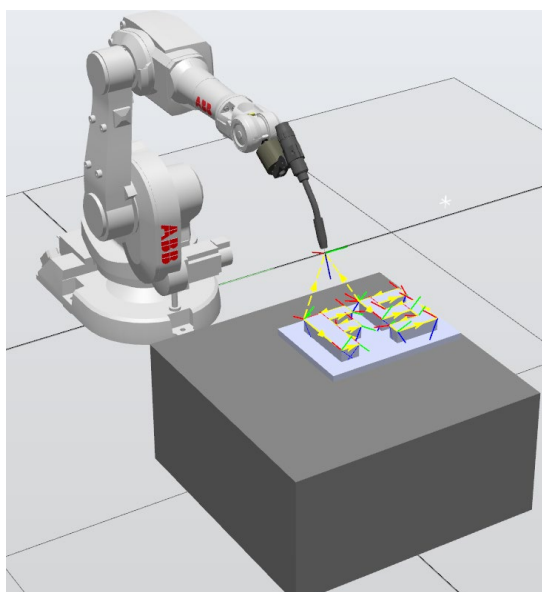
Predstavljena je simulacija robotskega varjenja s programsko opremo RobotStudio in dodatnim modulom ArcWelding PowerPac, ki omogoča načrtovanje in optimizacijo varilnega procesa brez fizične izvedbe. Cilj projekta je bil preučiti ključne vidike avtomatiziranega varjenja, kot so izbira primernega robota, pravilna nastavitve koordinatnih sistemov, uvoz CAD modela, programiranje poti gibanja ter testiranje in optimizacija varjenja.

V praktičnem delu projekta je bil uporabljen industrijski robot ABB IRB 1600, ki je varil geometrijsko obliko "FS znaka" pod kotom 45 stopinj. Ta robot je bil izbran zaradi svoje visoke natančnosti, fleksibilnosti gibanja in združljivosti s programsko opremo RobotStudio. Ključni korak pri simulaciji je bila pravilna nastavitve koordinatnih sistemov in Tool Center Point (TCP) varilne pištrole, saj to zagotavlja natančnost gibanja in zmanjšuje napake pri varjenju. Prav tako je bilo pomembno uvoziti in pravilno orientirati CAD model obdelovanca, da bi omogočili natančno generiranje varilnih poti in preprečili neskladja med simulacijo in dejanskim varjenjem. V okviru programiranja poti robota je bil poudarek na določanju začetnih in končnih točk varjenja, nastavitvi hitrosti gibanja ter optimizaciji poti za preprečevanje trkov in izboljšanje dostopnosti robota do vseh varilnih točk. Preizkusi v simulacijskem okolju so pokazali, da lahko robotsko varjenje znatno zmanjša napake, izboljša kakovost spojev in poveča produktivnost v primerjavi s tradicionalnim ročnim varjenjem. Med testiranjem so bile identificirane nekatere težave pri doseganju določenih varilnih točk, ki so bile odpravljene z optimizacijo gibanja,

prilagoditvijo varilnega kota in dodatnimi vmesnimi točkami v programirani poti robota. Prav tako je analiza pokazala, da avtomatizacija varjenja omogoča večjo ponovljivost in znižanje stroškov proizvodnje, saj je proces hitrejši in bolj natančen.

Poleg tehničnih vidikov je predstavljena tudi analiza stroškov in ekonomski vidik avtomatiziranega varjenja. Nakup in vzdrževanje robotskega sistema predstavlja začetno investicijo, vendar se zaradi zmanjšanja stroškov dela, manjše porabe materiala in večje produktivnosti investicija povrne v nekaj letih.

V zaključku so predlagane možne izboljšave in prihodnji razvoj avtomatiziranega varjenja. Ena izmed ključnih priložnosti je uporaba umetne inteligence za prilagajanje varilnih parametrov v realnem času, kar bi dodatno izboljšalo kakovost spojev. Prav tako bi integracija naprednih senzorjev in povratne zanke omogočila sprotno spremljanje kakovosti vara in samodejno odpravljanje morebitnih napak. Razvoj tehnologije omogoča tudi samodejno generiranje varilnih poti na podlagi CAD modelov, kar bi še dodatno pohitrilo in optimiziralo programiranje robotskega varjenja. Na podlagi analize je bilo ugotovljeno, da simulacija robotskega varjenja v RobotStudio prinaša številne prednosti, kot so večja natančnost, zmanjšanje napak, hitrejšo programiranje in boljša optimizacija proizvodnega procesa. Z nadaljnjim razvojem avtomatizacije in vključevanjem naprednih tehnologij, kot sta umetna inteligenca in napredni senzorski sistemi, lahko robotsko varjenje postane še učinkovitejše in dostopnejše za široko industrijsko uporabo.



Slika 1: Varilni robot v RobotStudio

Vir: lasten

Ključne besede: RobotStudio, Powerpac, varjenje

PROGRAMIRANJE INDUSTRIJSKEGA SODELOVALNEGA ROBOTA ABB YUMI S POMOČJO ROBOTSTUDIA

MIHA KRANJC, MIHAEL PREGLEJ, JOŠT RANDL

Letnik: 2., Projekt I

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

V našem projektu smo naredili proces, kjer se po dveh tekočih trakovih pripelje platenko in pokrov. Prvi YuMi robot jih potem sestavi z vijačenjem in ju skupaj odloži na tretji transportni trak, ki ju odpelje do naslednjega robota. Ta sestav preprime in ga odloži na ustrezno mesto na podstavku, ki je na vrsti.

Za transportiranje izdelkov smo uporabili transporterje, ki smo jih najprej oblikovali v programu SolidWorks in nato uvozili v RobotStudio kot STL datoteke. Transportirala sta se platenka in njen pokrov. Predmete smo generirali na začetku tekočega traku z blokom Source, povezanega na digitalni vhod Start, ki je omogočil postavitve kopij na začetno pozicijo. Premik smo izvedli z blokom LinearMover, ki ga sprožimo z generiranjem predmetov in ustavimo s senzorjem PlaneSensor. Prva dva transporterja pripeljeta platenko in pokrov do robota, ki ju sestavi v en del in ga prenese na tretji transporter. Tretji tekoči trak deluje s senzorjem LineSensor, ki zazna platenko, njen premik pa je zakasnen s Timerjem za 5 sekund, preden LinearMover nadaljuje transport. Za zaustavitev ponovno uporabimo PlaneSensor, pri čemer pazimo, da senzorji ne zaznavajo samega transporterja.

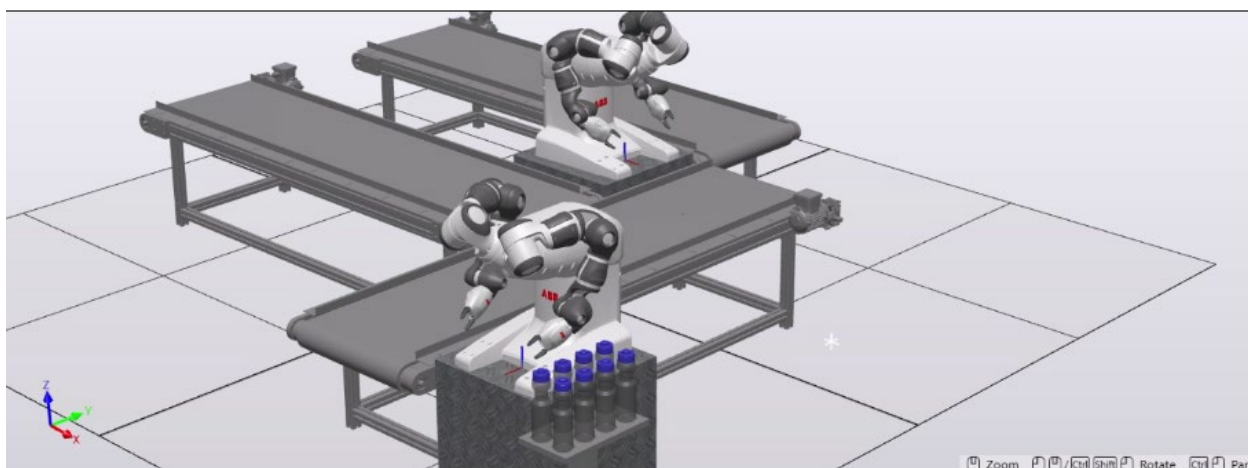
Za prijemanje predmetov smo uporabili prijemalo Smart Gripper, ki simulira človeške prste in je prilagojeno za robota YuMi. Prijemalo omogoča več načinov delovanja, vključno z vakuumskim prijemom in vgrajeno kamero. Ključna je nastavitve položajev

prijemala z uporabo "Modify Position", kjer definiramo položaj v odprtem in zaprtem stanju. Za pravilno delovanje moramo nastaviti signale, ki določajo, kdaj prijemalo prime ali izpusti objekt.

Pri programiranju gibanja robota je edini zanesljiv pristop, da robota najprej ročno pripeljemo v želeno točko s "Move and Rotate", nato pa uporabimo "Teach Target" in natančno popravimo rotacijo in pozicijo. Če določamo točko s "Snap to Center", jo najprej ustvarimo, nato robota pripeljemo blizu, uporabimo "Teach Target" in koordinate prenesemo v ciljno točko. Vmesne točke pred prijemom lahko ustvarimo s "Duplicate Target" in "Offset" za želeno razdaljo. Če robot ne zna priti v točko, lahko težavo rešimo s spremembo "Configuration" ali dodajanjem vmesnih točk.

Koda je zasnovana tako, da YuMi čaka na senzor, nato pobere platenko in jo prime (pred in po prijemu je potrebna 1-sekundna zakasnitev, da prijemalo ne prime postrani). Za sinhronizacijo rok uporabimo "WaitDO", kjer ena roka čaka, dokler druga ne pošlje signala. Platenko in pokrov sestavimo z blokom "Attacher", ki ga aktiviramo s signalom v kodi.

Ko se sestavljena platenka pripelje do zadnjega senzorja na transporterju, ta sproži signal drugemu robotu, da prične z delovanjem. Robot preprime platenko z drugo roko in jo postavi na paleto. Nova ponovitev se začne šele, ko drugi robot platenko varno prime za pokrov, saj mora biti ta signalno povezan s celotnim predmetom. V praksi bi bilo možno hitrejša delovanja, saj bi bila platenka fizično sestavljena.



Slika 1: virtualno robotsko celico za paletizacijo

Vir: lasten

Ključne besede: RobotStudio, YuMi, SolidWorks, transportni trak, Attacher

PROGRAMIRANJE INDUSTRIJSKEGA SODELOVALNEGA ROBOTA ABB GoFa s POMOČJO ROBOTSTUDIA

ALJAŽ HERODEŽ, ŽIGA VRABIČ, TOMAŽ SERNEC

Letnik: 2., Projekt I

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

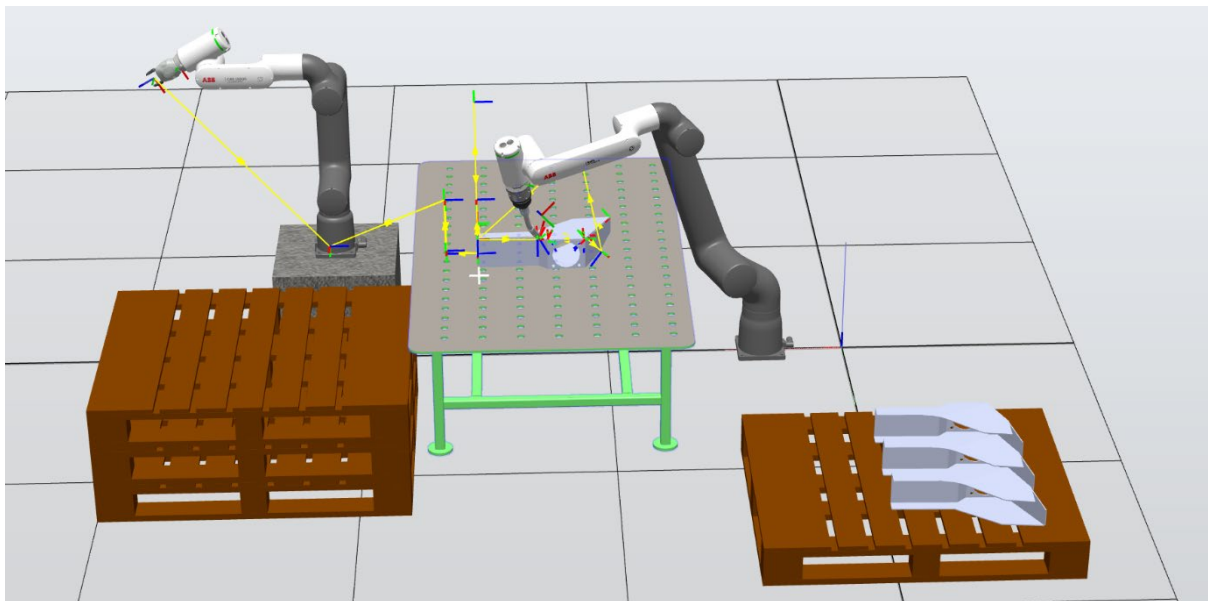
mentorja

Naša naloga pri projektu je bila spoznati delovanje sodelovalnih robotov in primerjati njihovo programiranje s klasičnimi roboti. Začeli smo s spoznavanjem programskega okolja ABB RobotStudio, v katerem je možno robote preizkusiti v virtualnem okolju.

Odločili smo se, da za test izberemo ABB-jev robot GoFa CRB15000 in sicer v aplikaciji varjenja. Za konkretno aplikacijo smo izbrali varjenec, ki ga je bilo potrebno zvariti po dveh straneh, za kar smo morali vključiti še enega robota za obračanje varjenca. Zaradi te specifikke smo se morali naučiti uporabljati tudi ABB SmartGripper, ki je služil kot prijemalo.

Oba robota smo med seboj povezali in naredili simulacijo celotnega procesa v virtualnem okolju. Ugotovili smo, da med programiranjem sodelovalnih in klasičnih robotov ni večje razlike, lahko pa si v primeru, da za varjenec nimamo pripadajoče CAD datoteke delo zelo olajšamo s funkcijo blokovnega programiranja pri sodelovalnem robotu.

Celoten proces programiranja in uporabe robotov v virtualnem okolju smo podrobneje predstavili v daljšem poročilu. Upamo, da bomo lahko naše ugotovitve v prihodnosti preizkusili tudi na pravem robotu.



Slika 1: Simulacija varjenja

Vir: lasten

Ključne besede: RobotStudio, SmartGripper, ABB CRB15000 GoFa

SAFE MOVE: ROBOTSTUDIO

MILAN POTOČNIK, PAMELA JANKOVA, ISMAR BAJRIČ

Letnik: 2., Projekt I

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

Projekt se osredotoča na uporabo programskega orodja RobotStudio podjetja ABB ter implementacijo varnostne funkcije SafeMove. Najprej smo spoznali osnovne funkcije programa, kot so premikanje robota, dodajanje modelov in simulacija gibanja. Nato smo podrobno preučili SafeMove – orodje, ki omogoča napredno varnostno konfiguracijo industrijskih robotov.

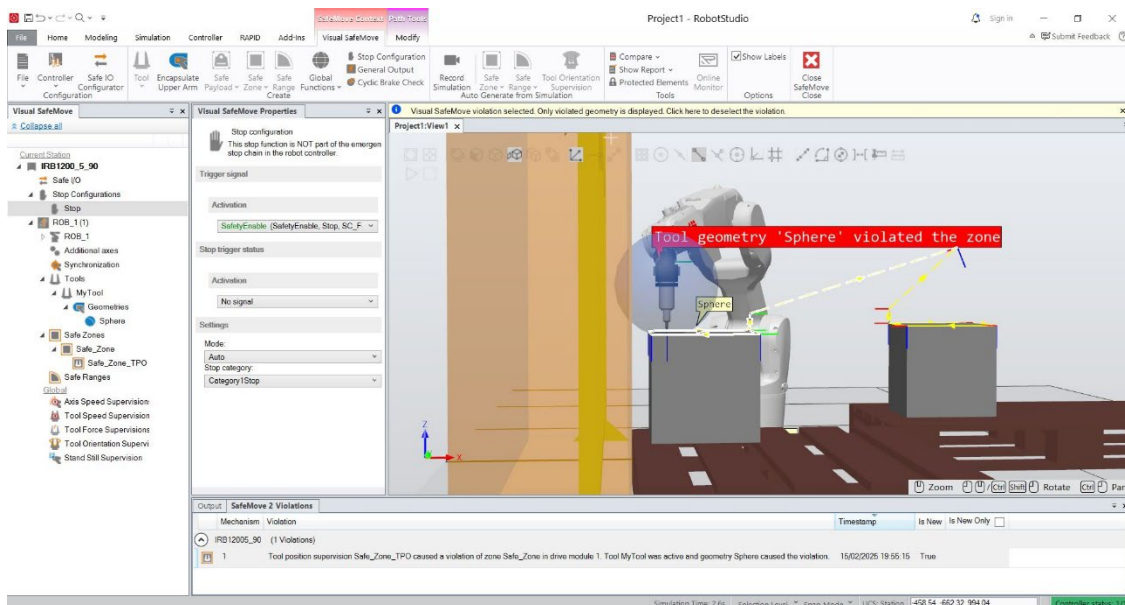
RobotStudio je zmogljivo programsko orodje, ki omogoča simulacijo, programiranje in optimizacijo robotskih sistemov. Njegova glavna prednost je "offline" programiranje, kar pomeni, da lahko uporabniki testirajo robote brez fizične opreme, s čimer skrajšajo čas programiranja in zmanjšajo stroške.

SafeMove je napredna varnostna funkcija v RobotStudiu, ki omogoča omejitev delovnega prostora, nadzor hitrosti in zaznanje trkov.

Za izvedbo projekta smo uporabili robota IRB 1200 (5 kg, 0,9 m) in programsko različico RobotWare 7.15.04. Postopek je obsegal naslednje korake:

- Ustvarili smo nov projekt v RobotStudiu.
- Dodali orodje za brizganje lepila in ustrezne modele.
- Nastavili pot gibanja robota ter varnostno ograjo.
- Aktivirali SafeMove ter določili varovalna območja (varovalni oblaki).
- Preverili delovanje SafeMove in optimizirali parametre.

Projekt je omogočil pridobitev praktičnega znanja o programiranju industrijskih robotov in uporabi SafeMove za izboljšanje varnosti. Ugotovili smo, da SafeMove pomembno zmanjša tveganje nesreč in poveča operativno učinkovitost v proizvodnji.



Slika 1: Preverjanje SafeMove funkcije

Vir: lasten

Ključne besede: RobotStudio, SafeMove, industrijski roboti, avtomatizacija, varnost

IZDELAVA UNIVERZALNEGA PRIJEMALA ZA KUKA KRC4 KR16 ROBOTA

TADEJ KRENOS, MITJA MERTUK

Letnik: 2., Projekt II

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

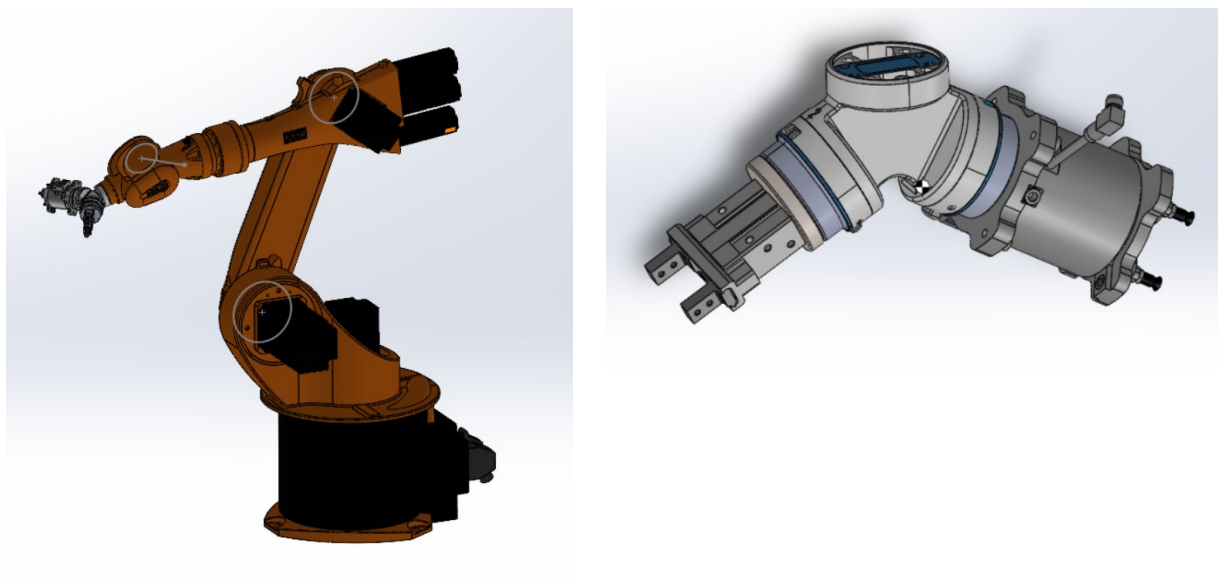
mentorji

V tej projektni nalogi je predstavljena rešitev za menjavo orodij na industrijski robotski roki KUKA KRC4 KR 16, ki temelji na uporabi univerzalnega prijemala. Tak sistem omogoča robotu, da samostojno menjuje med različnimi orodji – v tem primeru med vakuumskim prijemalom SMC ZXP7 in pnevmatskim paralelnim prijemalnikom SMC JMHZ2-20D – brez prekinitve delovnega procesa. Osrednja komponenta sistema je OnRobot Dual Quick Changer, ki omogoča povezavo več orodij na isto robotsko roko.

V projektnem delu sva predstavila posamezne komponente, njihove tehnične lastnosti ter način delovanja. Opisala sva tudi uporabo v industrijskem okolju. Menjalnik orodij omogoča hitro prilagajanje robotske celice različnim nalogam, kar pomeni večjo fleksibilnost in produktivnost. Omenila pa sva tudi najino prvotno idejo, kjer sva v programu SolidWorks narisala 2-prstno prijemalo, za katerega se pozneje nismo odločili.

V zaključku sva analizirala prednosti, ter izpostavila tudi slabosti, predvsem visoko ceno. Kljub temu sistem ponuja zanesljivo in dolgoročno rešitev za sodobne proizvodne procese.

Ta sistem menjalnika orodja se nama zdi ustrezen in zelo primeren za učne potrebe, vendar je res, da je cena nakupa visoka.



Slika 1: Robot KUKA KRC4/KR16 z modelom menjalnika orodja in orodje z določenim težiščem

Vir: lasten

Ključne besede: Robotsko prijemalo, menjalnik orodja, vakuumsko prijemalo, KUKA KRC4/KR16

UPORABA SODELOVALNIH PRIJEMAL IN INTEGRIRANE KAMERE NA UR10E ZA MANIPULACIJO IZDELKOV

JAN POKERŠNIK, MILAN POTOČNIK, ALEN SORŠAK

Letnik: 2., Projekt II

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

Pri predmetu smo se posvetili uporabi sodelovalnega industrijskega robota UNIVERSAL ROBOT UR10e, ki je opremljen z integrirano kamero za strojni vid. Osrednji cilj našega projekta je bil razviti rešitev za zaznavanje in manipulacijo izdelkov s pomočjo kamere. Pri tem smo uporabili ustrezno programiranje robota. Poleg tega smo programirali še drugega robota z varilnim gorilnikom. Komunikacija med obema robotoma poteka preko MODBUS protokola. Prvi robot ima nameščeno integrirano kamero, kar omogoča natančno zaznavanje objektov. Takšna rešitev je danes izredno aktualna na področju industrijske avtomatizacije. Delo smo začeli s spoznavanjem samega robota in integrirane kamere ter osnovnih konceptov, kot sta kalibracija kamere in določanje lokalnega koordinatnega sistema. Te osnove so ključne za natančno detekcijo in manipulacijo predmetov. Sledilo je postopno razvijanje programa za zaznavo in pobiranje izdelkov ter integracija in komunikacija z drugim robotom, kar je dodatno razširilo funkcionalnost sistema. Poseben poudarek je bil na natančnosti detekcije, usklajevanju kamere z robotskim sistemom in zanesljivem prenosu podatkov.

Končno delovanje je takšno, da prvi robot s kamero zazna obarvane in nepobarvane izdelke. Obarvane pobere in odloži v škatlo, koordinate nepobarvanih pa pošlje na varilni robot. Ta robot se pomakne do izdelka in prične simulacijo varjenja po zgornjem robu. Končan varjen izdelek robot s prijemalom prevzame in ga odloži v škatlo.

Projekt je omogočil pridobitev pomembnih znanj s področja strojnega vida, koordinatne geometrije in industrijskega programiranja, ki so ključna za sodobna avtomatizirana delovna okolja.



Slika 1: Robota UR10e za manipulacijo izdelkov

Vir: lasten



Slika 2: Teach pendant

Vir: lasten

Ključne besede: Universal Robot UR10e, integrirana kamera, strojni vid, zaznavanje izdelkov, MODBUS komunikacija

KONCEPT ZASNOVE PAMETNE TOVARNE

MIHA KRANJC, MIHAEL PREGLEJ, JOŠT RANDL

Letnik: 2., Projekt II

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

asist. **Mitja Golob**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

izr. prof. dr. **Uroš Župerl**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
mentorji

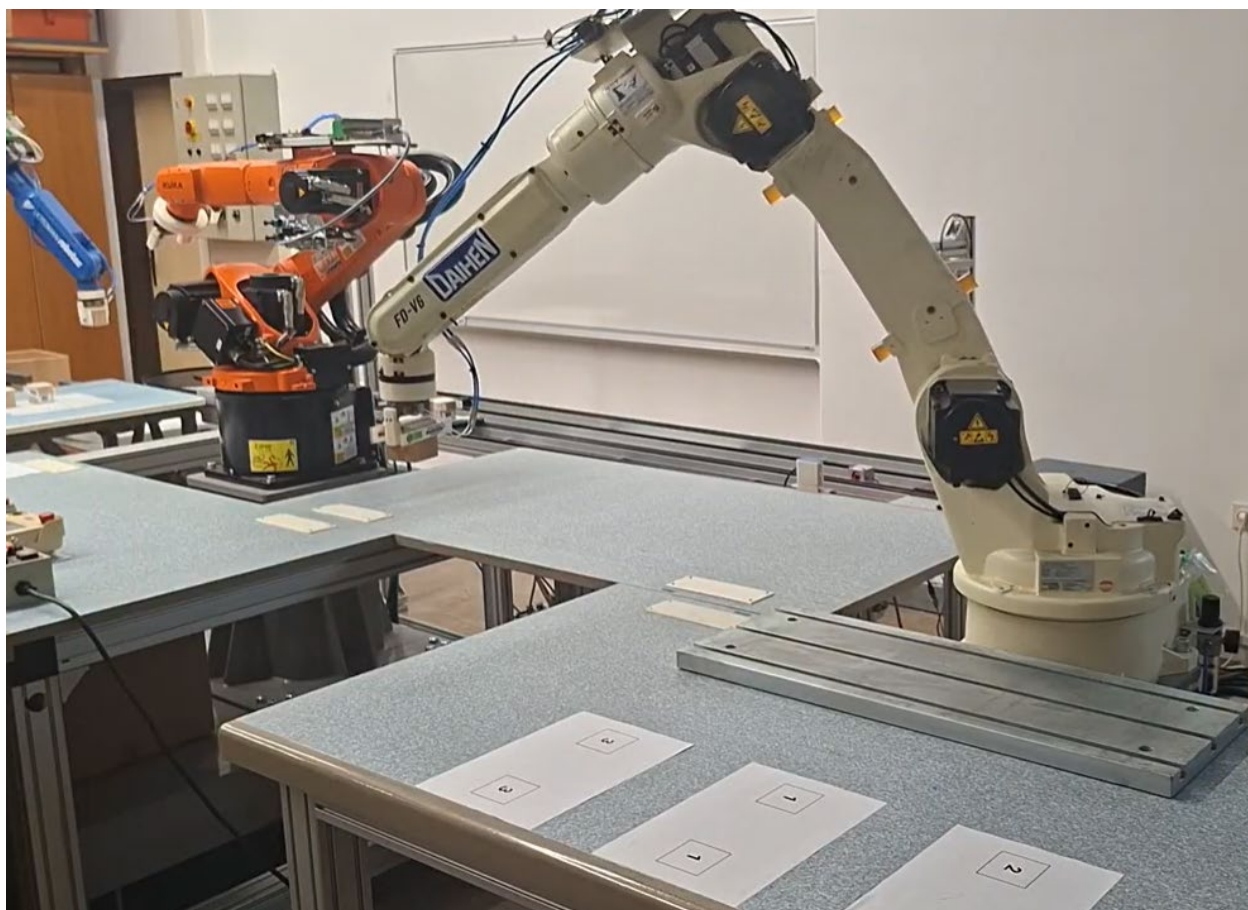
V okviru predmeta Projekt II smo razvili prototip inteligentnega sistema za avtomatizirano razvrščanje produktov v pametni tovarni, ki uteleša ključne principe Industrije 4.0. Cilj projekta je bil razviti celovit sistem, ki omogoča natančno identifikacijo produktov, njihovo sledljivost in avtomatizirano manipulacijo, s čimer povečamo učinkovitost proizvodnega procesa ter zmanjšamo možnost človeških napak.

Jedro sistema sestavljajo industrijski roboti Yaskawa in DAIHEN, induktivni senzorji, RFID čitalnik, programska oprema TwinCAT in Visual Studio, industrijski računalnik Beckhoff ter krmilnik Mitsubishi FX3G. Proces deluje v več korakih: najprej senzorji preverijo prisotnost vseh palet, kar sproži avtomatsko branje RFID oznak na produktih. Prepoznana identifikacijska številka produkta se posreduje v okolje Visual Studio, kjer se podatki vizualizirajo in obdelajo. Hkrati se informacija prek TwinCAT sistema v ASCII obliki prenese na industrijski PC Beckhoff, ta pa s pomočjo omrežne kartice WIZ110SR pretvori signal v RS232 in ga pošlje Mitsubishi PLC-ju.

PLC prejme podatke, določi vrsto produkta in posreduje informacijo robotu DAIHEN, ki produkt odloži na ustrezno pozicijo. Sistem tako omogoča natančno avtomatsko razvrščanje produktov na podlagi njihovih RFID oznak. Celoten projekt je bil zasnovan z mislijo na modularnost in fleksibilnost, kar omogoča prilagoditev različnim proizvodnim scenarijem.

Med izvedbo projekta smo uspešno integrirali vse strojne in programske komponente, kar dokazuje dobro delujoča komunikacija med senzorji, krmilniki, roboti in programsko opremo. Ključne ugotovitve kažejo, da je mogoče z razmeroma dostopnimi komponentami vzpostaviti zanesljiv in učinkovit avtomatiziran sistem. Ocenjujemo, da je projektni cilj v veliki meri dosežen, pri čemer so rezultati stabilni in ponovljivi.

Za prihodnji razvoj sistema predvidevamo razširitev funkcionalnosti, kot so dinamično učenje pozicij, uporaba naprednejših sistemov računalniškega vida ter povezava z oblaknimi platformami za oddaljeni nadzor in analitiko. Potencial je tudi v nadgradnji uporabniškega vmesnika ter izboljšavi fizične razporeditve komponent, saj trenutna postavitev ne omogoča optimalne vizualne predstavitve sistema kot celote.



Slika 1: Razvit sistem

Vir: lasten

Ključne besede: Yaskawa, DAIHEN, RFID, Visual Studio, TwinCAT, Beckhoff, WIZ110SR, Mitsubishi FX3G, Pametna tovarna, Industrija 4.0

MONTAŽA IZDELKOV S KOLABORATIVNIM ROBOTOM IN MPS POSTAJAMI

MATIC JURŠNIK, TEO GOLOB

Letnik: 2., Projekt II

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

asist. **Mitja Golob**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

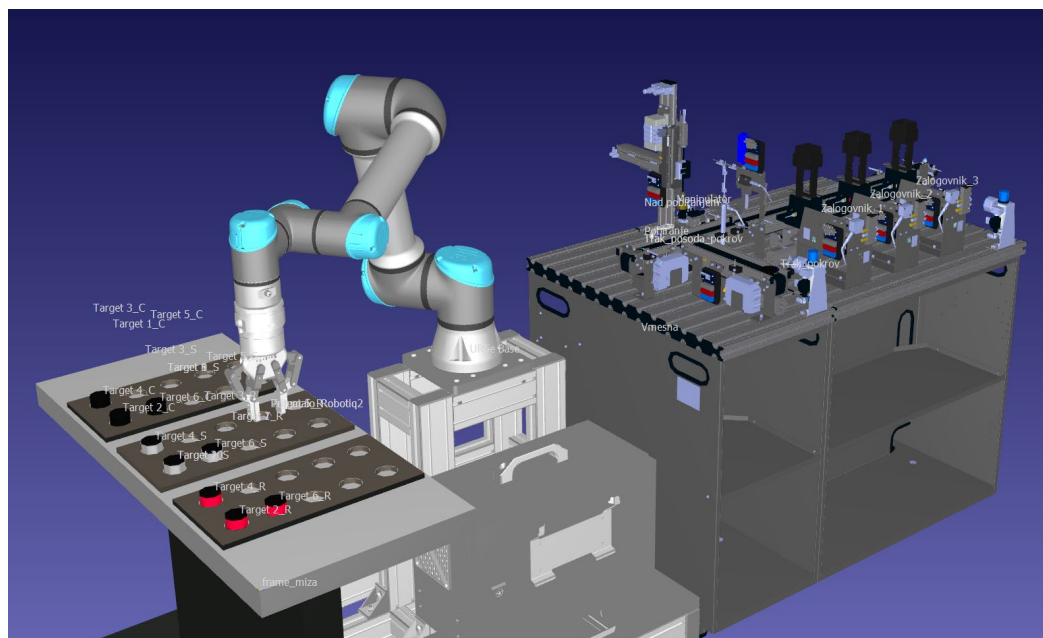
izr. prof. dr. **Uroš Župerl**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

V okviru projekta smo izdelali simulacijo sestave izdelkov na MPS postajah, ki jih nato robot prenese na določeno zlagalno mesto. Ena izmed MPS postaj je delovala kot zalogovnik, sestavljen iz treh predelov ter je dodatno vsebovala mehanizem za izmet obdelovanca iz zalogovnika in tekoči trak za transport do druge MPS postaje. Druga MPS postaja je služila sestavljanju obdelovancev, saj je bil na njej dvoosni manipulator. Imeli smo podane CAD modele MPS postaj, vendar ti niso ustrezali postavitvi, kakršno smo želeli. Modele smo morali preurediti, kar smo storili v programu SolidWorks. V obstoječih modelih smo skrili komponente, ki jih nismo potrebovali, in prikazali tiste, ki smo jih. Datoteko smo nato shranili v IGS ali STEP format in dobili posamezne komponente, ki smo jih nato lahko uvozili v obstoječi model ter jih postavili na želeno mesto. Enako smo naredili za vse ostale komponente, ki niso bile na svojem mestu. Posebej smo morali shraniti tudi premične komponente, da smo jih nato v simulaciji lahko premikali. Dokončane CAD modele smo uvozili v program RoboDK in dodali robota, katerega datoteko smo dobili s spletne strani RoboDK-ja. Prav tako smo posebej uvozili premične komponente, saj te niso smele biti povezane z ostalimi nepremičnimi deli. Določiti smo morali koordinatne sisteme MPS postaje, ostalih komponent, obdelovancev – valjev in pokrovčkov – ter premikajočih se delov zalogovnika in manipulatorja. Določili smo točko pobiranja, kjer robot pobere sestavljen obdelovanec s tekočega traku, in točke odlaganja, kjer jih odloži. Za odlaganje smo imeli tri različne lokacije, vsako za eno barvo valjev (roza, srebrna, črna). Naredili smo podprograme za izmet obdelovancev iz zalogovnika,

transport do manipulatorja, delovanje manipulatorja ter program za pobiranje in odlaganje obdelovancev z robotom. Podprograme smo združili v en glavni program, kjer so se izvajali drug za drugim. Tako smo dobili simulacijo sestave izdelkov ter pobiranja in odlaganja na shranjevalno mesto. Na koncu smo dodali še Python program, ki je naključno izbiral med tremi različnimi barvami obdelovancev in jih izmetaval iz zalogovnikov. Sistem bi lahko nadgradili z uporabo kamere, ki bi omogočala vizualno prepoznavanje obdelovancev. Kamera bi zajemala slike obdelovancev, na podlagi katerih bi sistem za obdelavo slike prepoznal njihove značilnosti, kot so barva, oblika ali morebitne poškodbe. Tako bi lahko zaznali napake že med samim procesom in se izognili napačnemu razvrščanju ali nadaljnji obdelavi. Pridobljeni podatki bi se nato analizirali ter uporabili za odločanje v nadaljnjih korakih simulacije ali procesa. Poleg tega bi lahko dodali še eno dodatno MPS postajo, namenjeno kontroli kakovosti izdelkov. Na tej postaji bi se izvajala vizualna ali mehanska kontrola sestavljenih obdelovancev, kjer bi preverjali pravilnost sestave in morebitne napake. Takšna postaja bi simuliran sistem približala realnemu procesu, kjer je kontrola kakovosti ključen del procesa. Ugotovili smo, da je za zanesljivo delovanje sistema ključna natančna priprava CAD modelov in koordinatnih sistemov. Simulacija nam je omogočila vpogled v potek avtomatiziranega procesa ter možnost testiranja različnih rešitev brez uporabe dejanske opreme.



Slika 5: Sestavna linija

Vir: lasten

Ključne besede: MPS postaja, RoboDK, SolidWorks

REALIZACIJA PRINCIPOV INDUSTRIJE 4.0 Z IZDELAVO MOBILNEGA SISTEMA ZA LOČEVANJE MATERIALOV (MOBI-SORT 4.0)

PAMELA JANKOVA, TOMAŽ SERNEC, RENATO ŽABERL

Letnik: 2., Projekt II

izr. prof. dr. **Simon Klančnik**
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

red. prof. dr. **Riko Šafarič**
Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
mentorja

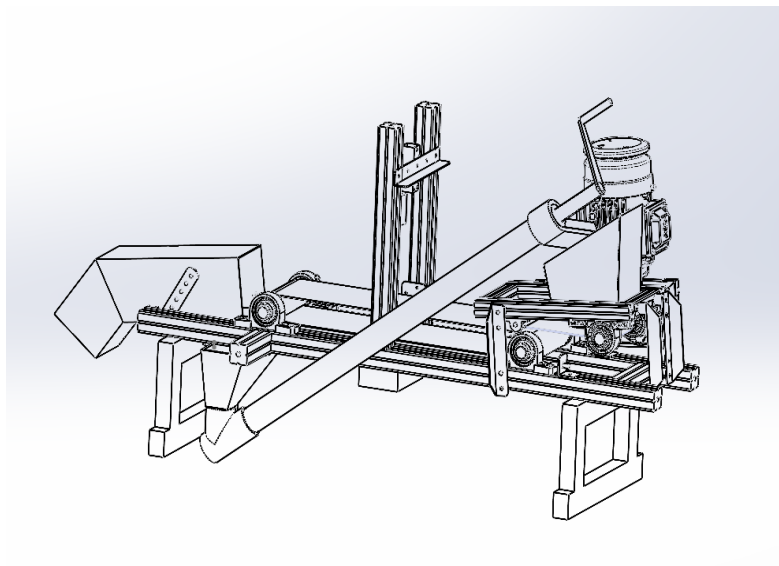
Projekt se osredotoča na razvoj mobilnega sistema za avtomatsko ločevanje materialov MOBI-SORT 4.0, ki uresničuje ključna načela Industrije 4.0. Glavni cilj je bil razviti prenosljiv, energetsko učinkovit in pameten sistem za ločevanje plastičnih granulatov (5 mm) glede na njihove fizikalne in kemijske lastnosti.

Sistem združuje sodobne senzorje (lasersko zaznavanje, računalniški vid) in algoritme strojnega učenja, kar omogoča natančno zaznavanje materialov ter njihovo sortiranje. Razvili smo 3D modele komponent v programu SolidWorks, izdelali konstrukcijske rešitve (posode, polž, koleno, klančina), ter oblikovali digitalni dvojček celotnega sortirnega sistema.

MOBI-SORT 4.0 vključuje:

- Mobilno zasnovano, ki omogoča delovanje v različnih okoljih.
- Povezljivost z oblaknimi platformami, kar omogoča spremljanje podatkov v realnem času.
- Pametno upravljanje z energijo, kar zmanjšuje porabo in povečuje učinkovitost.

Projekt je pokazal, kako lahko z integracijo tehnologij Industrije 4.0 pomembno prispevamo k trajnostnemu razvoju in optimizaciji reciklažnih procesov. Rešitev predstavlja pomemben korak k avtomatizirani in fleksibilni obdelavi odpadkov v industrijskem okolju.



Slika 1: Digitalni dvojček sistema MOBI-SORT 4.0

Vir: lasten

Ključne besede: MOBI-SORT 4.0, Industrija 4.0, ločevanje materialov, avtomatizacija, senzorika, trajnost, digitalni dvojček

TIRNICE KRIVULJ, KRIVULJE IN PLOSKVE V MEHATRONIKI S SCILABOM IN AI

ŽIGA ŽNIDARIČ, NEJC SLABE

Letnik: 2., Projekt II

doc. dr. **Suzana Uran**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Božidar Bratina**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

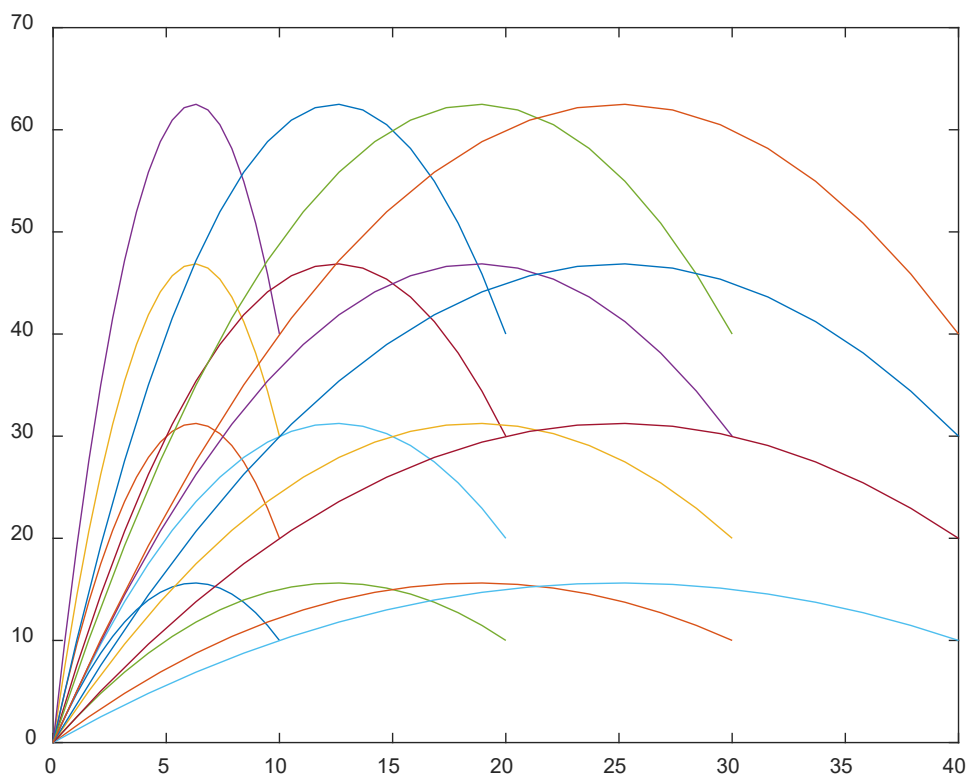
V okviru projektne naloge smo raziskovali možnost uporabe umetne inteligence za generiranje trajektorij gibanja robotske roke, ki posnemajo gibanje človeka. Projekt je bil izveden v okolju MATLAB, kjer smo s pomočjo umetnih nevronske mreže ustvarili model, sposoben generirati gladke, realistične krivulje gibanja za robotski manipulator.

Namesto uporabe podatkov, pridobljenih s snemanjem dejanskega gibanja človeka, kot to pogosto zasledimo v strokovni literaturi, smo izhodiščne trajektorije ustvarili z uporabo matematičnih – polinomskih funkcij. Te podatke smo uporabili za učenje umetne nevronske mreže, ki je nato sposobna napovedovati podobne gibalne vzorce na podlagi novih vhodnih pogojev.

Rezultati projekta kažejo, da je mogoče s tem pristopom uspešno poustvariti dinamiko gibanja, ki je primerljiva s človekovo. Generirane krivulje so bile tekoče, brez nenadnih sprememb smeri ali nenavadnih oblik, kar je ključno za varno in učinkovito delovanje robotskega sistema v realnem okolju. S tem smo tudi delno reproducirali rezultate raziskave izbranega znanstvenega članka. Razlika je bila v tem, da smo namesto izmerjenih učnih podatkov generirali svoje s pomočjo polinomske funkcije.

Takšen način generiranja trajektorij ima potencialno široko uporabnost – od industrijske manipulacije, kjer je pomembna natančnost in prilagodljivost, do sodelovalne robotike, kjer roboti delujejo v bližini ljudi in morajo zato izvajati naravna, predvidljiva gibanja.

Tekom projekta smo veliko energije porabili tudi za spoznavanje delovanje ML in UI, matematičnega zapisovanje trajektorij gibanj, prilagajanju hitrosti in pospeška, in operiranju z razgibanimi ploskvami.



Slika 1: trajektorije na podlagi človekovih gibov

Vir: lasten

Ključne besede: umetna inteligenca, robotska roka, generiranje trajektorij, MATLAB, nevronske mreže, polinomske funkcije, strojno učenje

ODDALJENO KRMILJENJE OBDELOVALNE MIZE STROJA Z VRETENSKIM POGONOM

ALJAŽ HERODEŽ, MIHAEL ŠTANCER, ŽIGA VRABIČ

Letnik: 2., Projekt II

red. prof. dr. **Darko Lovrec**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Vito Tič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

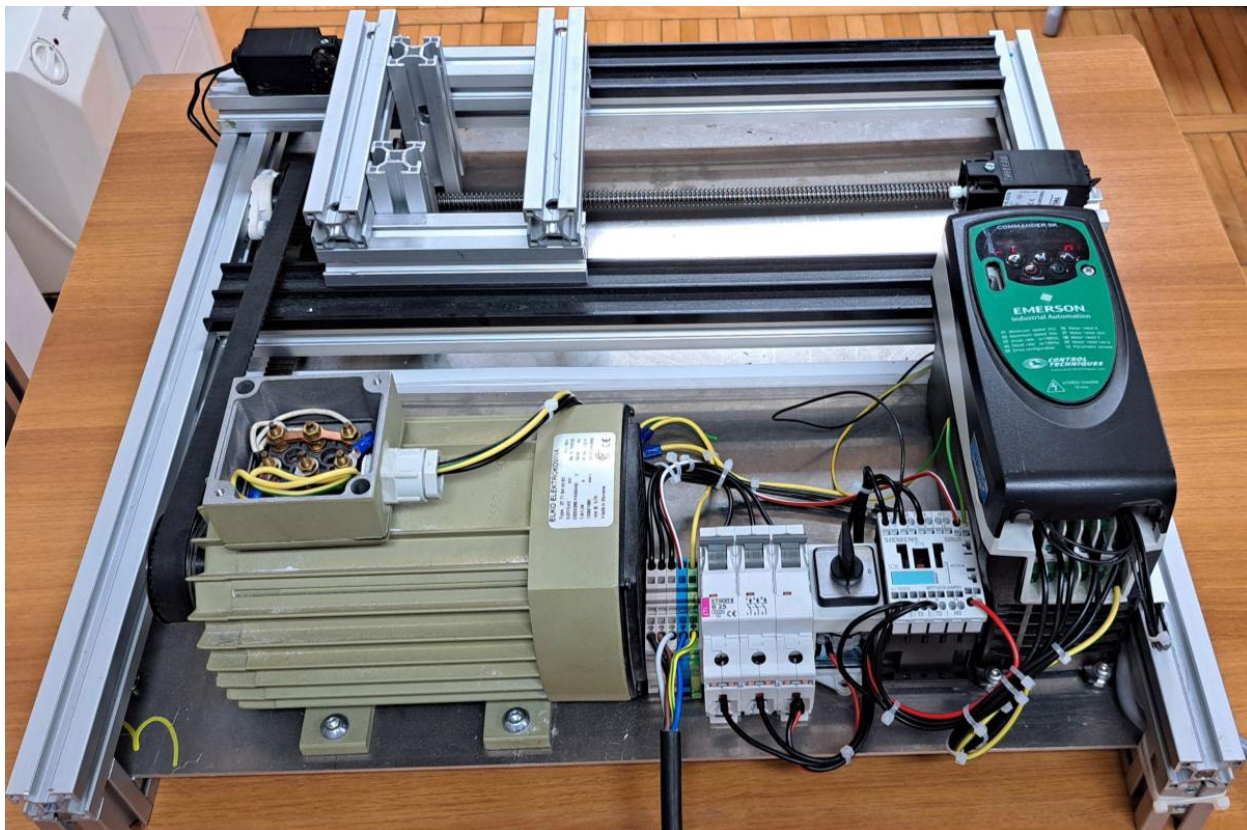
Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

Naša naloga pri Projektu II je bila zasnovati in izdelati krmiljenje obdelovalne mize z vretenskim pogonom v obliki didaktičnega pripomočka. Začeli smo z idejno zasnovo naše obdelovalne mize in z izbiro komponent, ki jih bomo uporabili. Na voljo smo imeli asinhronski pogonski motor podjetja Elko Elektrokovina. Med ostalimi uporabljenimi elementi so še varovalke, končna stikala, kontaktorji, glavno stikalo, itd.

Naredili smo načrt za mehanski del in električni del. Najprej smo sestavili mehanski del po prej zasnovanem načrtu. Nato smo napravo ožičili in nastavili osnovne parametre frekvenčnega pretvornika.

Učni modul deluje tako, da se obdelovalna miza ob pravilni vezavi prične premikati levo ali desno ob stisku gumba START. Premikanje zaustavita končni stikali, ki sta nameščeni na obeh skrajnih legah ali pa stisk na gumb STOP. Ustvarili smo ga tako, da je izvedba mogoča v polprevodniški tehniki (proženje s 5 V), v relejni tehniki in s pomočjo poljubnega PLK krmilnika (proženje s 24 V), ki omogoča tudi oddaljeno krmiljenje didaktičnega pripomočka.



Slika 1: Obdelovalna miza

Vir: lasten



Slika 2: Priključna plošča, s pomočjo katere se bodo izvajale laboratorijske vaje

Vir: lasten

Ključne besede: umetna inteligenca, robotska roka, generiranje trajektorij, MATLAB, nevronske mreže, polinomske funkcije, strojno učenje

VIRTUALNO KRMILJENJE INDUSTRIJSKIH PROCESOV S FACTORY I/O IN MATLAB/SIMULINK

PATRIK BOŽIČEK, ROK VRANC

Letnik: 2., Projekt II

izr. prof. dr. **Uroš Župerl**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

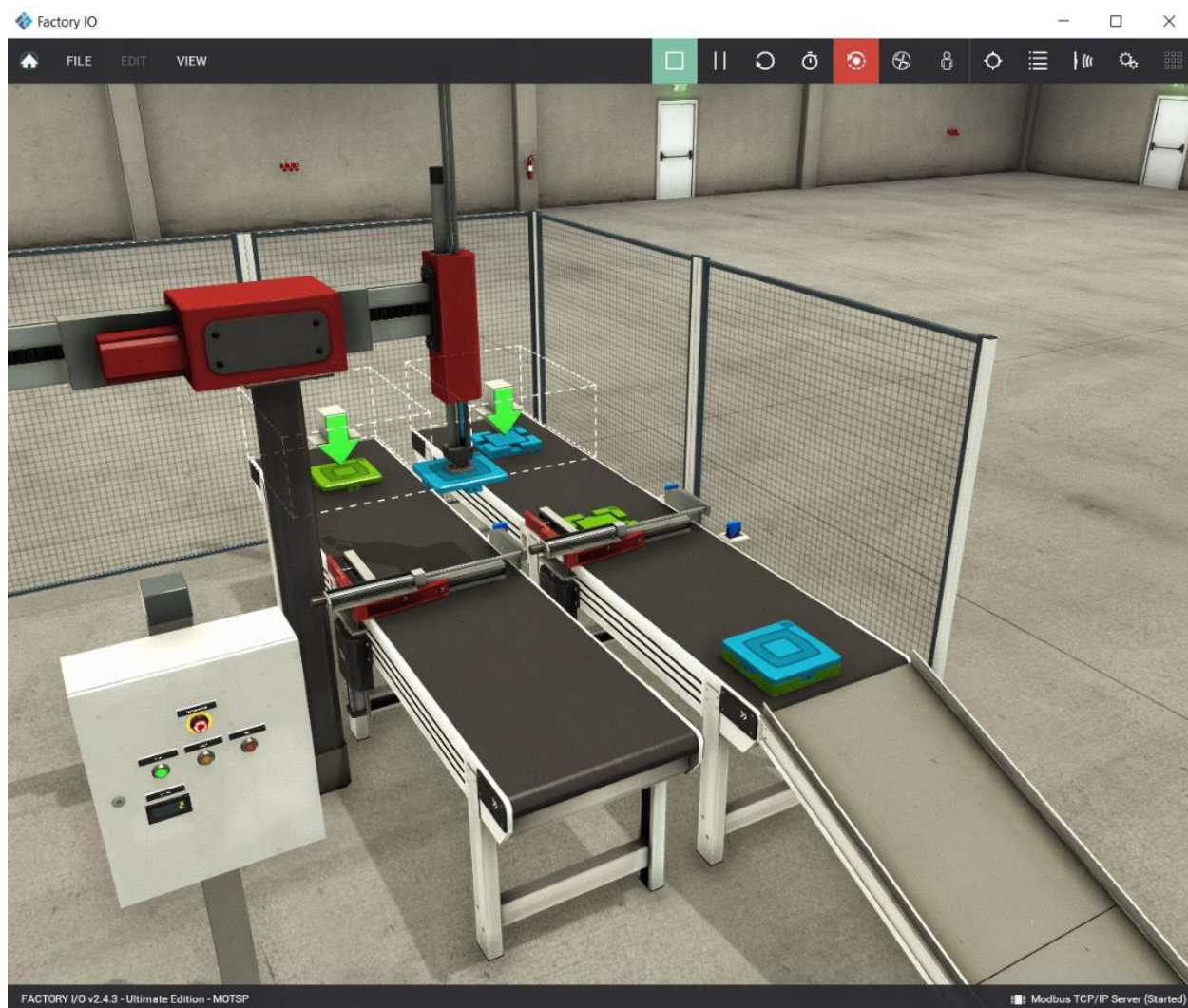
asist. **Goran Mundar**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
mentorji

Pri predmetu Projekt II sva s pomočjo programskega okolja Matlab napisala program za krmilni proces prikazan na (sliki 1) v simulacijskem okolju Factory I/O. S programom v Matlabu sva postavljala izhode na krmilnem procesu in na vhodih brala izhode, ki jih postavlja proces. Pri čemer sva uporabila Modbus TCP/IP komunikacijski protokol za povezavo med obema orodjema. Simulator se na te vhode odziva, kot bi se odzival sistem, če bi ga postavili fizično. Ta program je namenjen nadzoru in upravljanju industrijskega procesa s pomočjo Modbus TCP/IP komunikacije. Najprej vzpostavi povezavo z omenjenim strežnikom in inicializira vse notranje spremenljivke ter tuljave na ničle. Sistem nato stalno spremlja vhodne signale (npr. start, stop, eme_stop), na podlagi katerih odloča, ali naj se proces sproži ali ustavi. V primeru resetiranja, resetira vse izhode in nastavi začetne vrednosti. Sistem vključuje logiko za upravljanje s cikli: šteje jih, čaka, da se senzorji vrnejo v začetno stanje, in preverja, ali je doseženo največje število ciklov. Program uporablja pogojne stavke if za izvajanje različnih funkcij glede na vhodne signale in stanje sistema, kar omogoča zanesljivo upravljanje ter nadzor proizvodnega procesa.



Slika 1: Virtualni proces

Vir: lasten

Ključne besede: Matlab, Factory I/O, if stavek, simulacija

SENZORSKO-NADZORNI SISTEM ZA IDENTIFIKACIJO POLOŽAJA OBDELOVANCEV V VPENJALNI PRIPRAVI

LEO ŽUGEČ, FRAN TESLA

Letnik: 2., Projekt II

izr. prof. dr. **Uroš Župerl**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

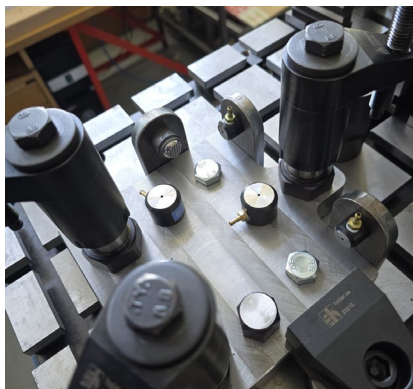
asist. **Goran Mundar**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

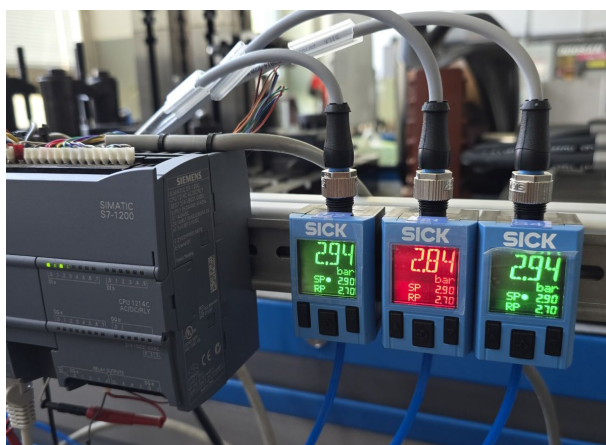
Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
mentorji

Naloga in cilj našega projekta sta bila izdelati vpenjalni sistem za varno pritrjevanje obdelovancev v pripravi. Sistem bi omogočal stabilno, zanesljivo in ponovljivo pozicioniranje obdelovanca, kar je ključno za zagotavljanje kakovosti celotnega procesa obdelave. Zasnovali smo sistem po načelu klasičnega 3-2-1 pozicioniranja. Senzorji so bili povezani s programirljivim logičnim krmilnikom Siemens S7-1200, model 1214C AC/DC/RLY, ki je izvajal logiko vpenjalnega sistema. Program v PLK-ju smo zasnovali tako, da je omogočal začetek obdelave le v primeru, ko so vsi trije senzorji zaznali ustrezen tlak – v tem primeru se je na HMI (Human-Machine Interface) zaslonu prižgala zelena LED-dioda, ki je označevala, da je obdelovanec pravilno vpet. Če pa bi kateri koli od senzorjev zaznal nepravilnost (tlak pod 2,70 bara), bi HMI prikazal, na katerem senzorju je prišlo do napake, prižgala bi se rdeča opozorilna LED-dioda, sistem pa ne bi preprečil začetek postopka obdelave.



Slika 1: Pozicionirni sistem 3-2-1

Vir: lasten



Slika 2: Tlačni senzorji SICK in PLC

Vir: lasten



Slika 3: Human-Machine Interface (HMI-vmesnik)

Vir: lasten

Ključne besede: vpenjalni sistem, CNC-obdelava, Siemens PLC, HMI-vmesnik, pnevmatski senzorji

UN

MEHATRONIKA

SOLARNO NAPAJANO ELEKTRIČNO VOZILO

LUKA MIDOSKI, TIM ŠTIMULAK

Letnik: 2., Projekt 1

doc. dr. **Darko Hercog**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mag. **Marijan Španer**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorja

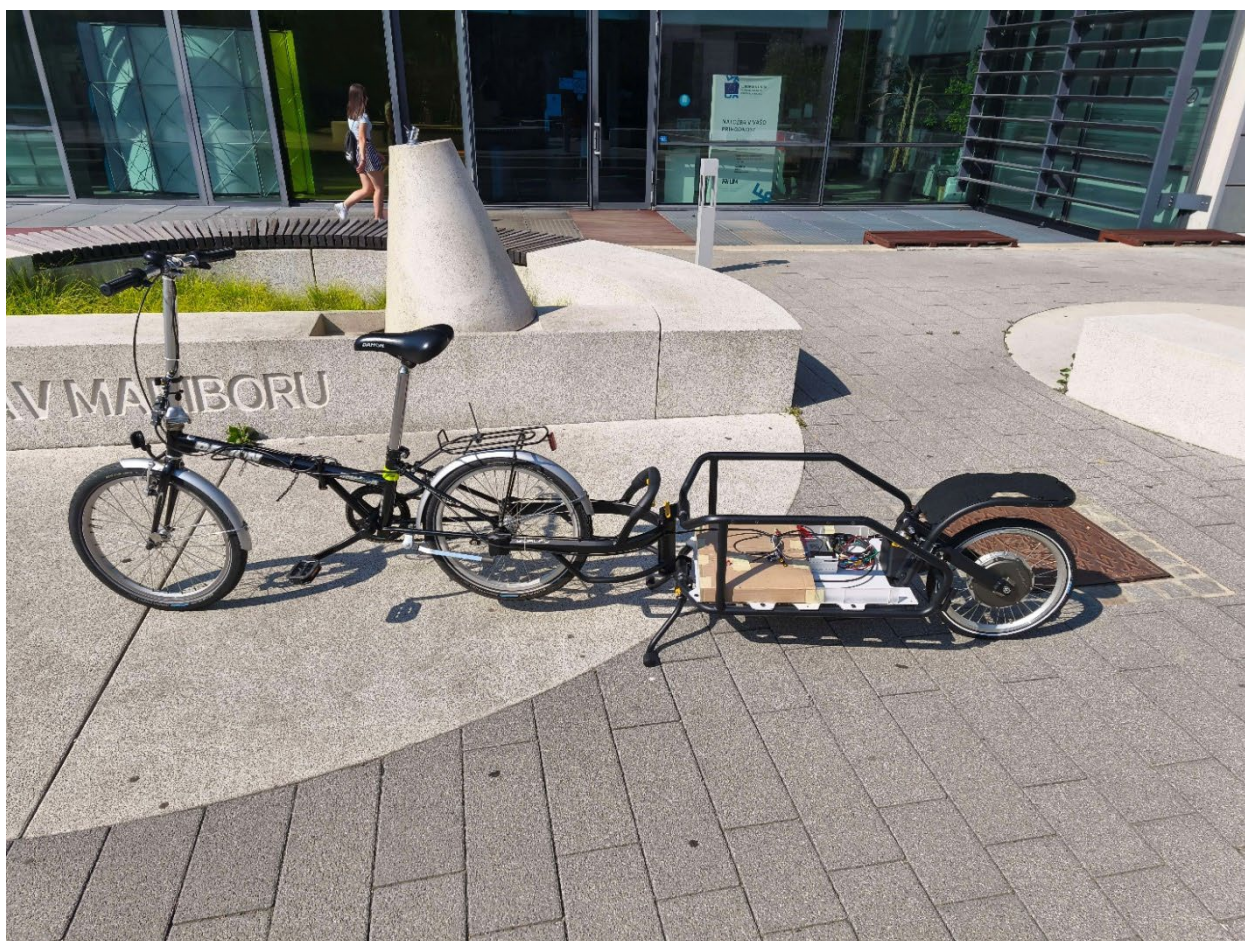
Projekt predstavlja nadaljevanje študentskega projekta iz preteklega študijskega leta. Najin del se je začel z nakupom merilne enote RaceBox Mini S, saj smo želeli posneti čim bolj natančen realni vozni cikel kolesa. Z omenjeno opremo smo zajeli podatke o hitrosti, pospeških in spremembi naklona ter jih nato uvozili v matematični model, pripravljen v orodju MATLAB/Simulink. Tako smo v simulacijskem okolju preverili različne scenarije in določili, kakšno nazivno moč, navor ter končno hitrost pogonskega motorja potrebujemo, da bo sistem energijsko učinkovit in hkrati še vedno dovolj zmogljiv za vsakdanjo uporabo.

Za potrditev ustreznosti zasnove smo dodatno preverili, ali sončna celica dejansko deluje skladno z načrtovanimi specifikacijami. Zato smo na prostem z različno merilno opremo izmerili statično karakteristiko uporabljenega solarnega panela. Rezultati so pokazali, da karakteristika uporabljenega panela sovпада s tisto, ki je navedena v podatkovnem listu.

Po določitvi električnih zahtev smo se lotili iskanja primerne krmilnika motorja. Po analizi ponudb smo se odločili za model BAC355 proizvajalca ASI, ker združuje kompaktne mere, visoke izhodne tokove in bogat nabor parametrov. Sama nastavitev je bila precej zahtevna; programsko orodje BacDoor, ki skrbi za konfiguracijo, je javno slabo dokumentirano, zato smo se za pomoč obrnili na gospoda Martina iz podjetja BULL BIKES d.o.o., ki se mu iskreno zahvaljujemo za vso podporo. Z njegovo pomočjo smo postopoma prilagodili ključne parametre krmilnika, kar je bilo bistveno za optimalno delovanje izbranega motorja.

Za shranjevanje energije smo sestavili paket iz šestnajstih zaporedno vezanih litij-ionskih celic z maksimalno napetostjo 3,65 V na celico, kar skupaj zneso približno 58,4 V. Delovanje celotnega sistema nadzoruje BMS (ang. Battery Management System), ki skrbi za balansiranje celic, zaščito pred prenapetostjo, prevelikim praznjenjem in čezmernim segrevanjem. Ker želimo, da je prikolica uporabna v vseh vremenskih razmerah, smo poleg sončne celice, ki preko Boost solarnega krmilnika polni baterijo, dodali še možnost polnjenja z omrežnim polnilcem, kar bistveno izboljša uporabnost sistema tudi v oblačnem vremenu ali ponoči.

Ob zaključku projekta nam je uspelo izvesti tudi dolgo pričakovano testno vožnjo. Ta je predstavljala ključni trenutek, ko se je ves vložen trud obrestoval, saj smo lahko z zadovoljstvom spremljali uspešno delovanje sistema v praksi.



Slika 1: Solarno napajano električno vozilo

Vir: lasten

Ključne besede: kolo, prikolica, motor, krmilnik, solarno napajanje

NEODVISNI SOLARNI VIR NAPAJANJA ZA MEHATRONSKO NAPRAVO

GAL DRAGŠIČ, JAKOB BRGLEZ

Letnik: 2., Projekt 1

doc. dr. **Darko Hercog**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mag. **Marijan Španer**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorja

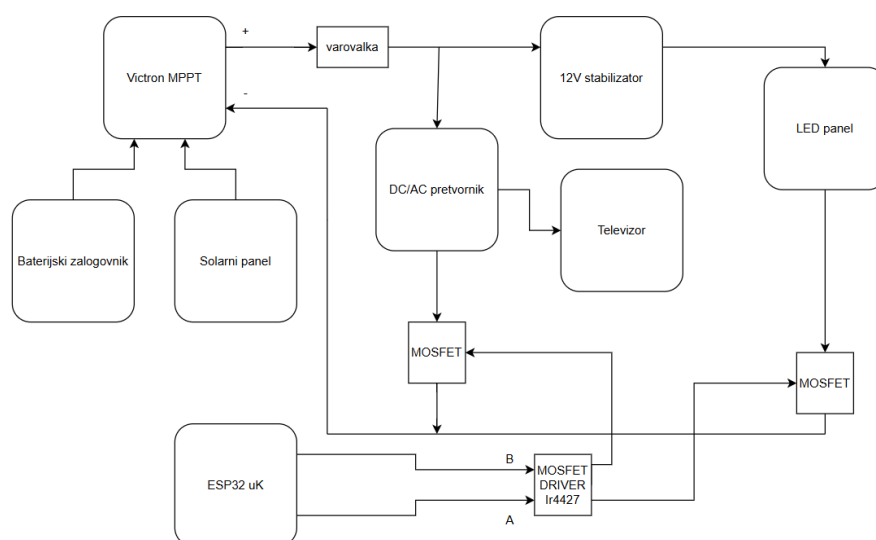
Cilj naloge je bil izdelati sistem za vodenje neodvisnega solarnega vira napajanja za dva porabnika. Doseganje tega cilja je obsegalo spoznavanje s predhodno izdelanimi komponentami, razvoj simulacije, izdelavo prototipa krmilnega vezja, načrtovanje krmilja in razvoj krmilnega programa. Na začetku nama je bilo predstavljeno ohišje za osem baterijskih celic EVE LF105 (3,2 V 105 Ah), na katerega je že bil nameščen polnilec Victron SmartSolar Charge Controller MPPT 75|15 in sistem za upravljanje baterij JIKONG Smart BMS (ang. Battery Management System), ki nadzoruje enakomerno polnjenje baterijskih celic. Energijski zalogovnik naj bi napajal dva porabnika in sicer promocijski LED panel in televizijo, zalogovnik pa bi se naj polnil s Trina Solar solarnim panelom. Za krmiljenje nama je bila ponujena razvojna ploščica Olimex ESP32-S3-DevKit-Lipo, ki vključuje mikrokrmilnik ESP32.

Gal Dragšič je prevzel delo z mikrokrmilnikom, ki je vključevalo vzpostavitev serijske komunikacije z MPPT preko protokola VE.Direct, načrtovanje krmilja in razvoj krmilnega programa. Implementirana komunikacija je omogočila zajemanje vrednosti napetosti na bateriji, toka na bateriji, napetosti na solarnem panelu, toka na solarnem panelu in drugih veličin/parametrov, saj je naloga polnilca MPPT (ang. Maximum Power Point Tracking) povezava med solarnim panelom, baterijo ter napajanjem za porabnike. Razvil je algoritem za interpolacijo vrednosti SoC (ang. State of Charge) na podlagi tabele proizvajalca o napetosti in pripadajočega SoC baterijskih celic. V sklopu načrtovanja krmilja je izdelal avtomat stanj, ki glede na vhodni spremenljivki, uro in SoC, prehaja med stanji dan, noč

in jutro/večer, le-ta pa določajo delovni cikel PŠM signala LED panela, ter stanje (vklop/izklop) televizije. Na koncu je upoštevajoč vse naštetu razvil še krmilni program za mikrokrmilnik ESP32.

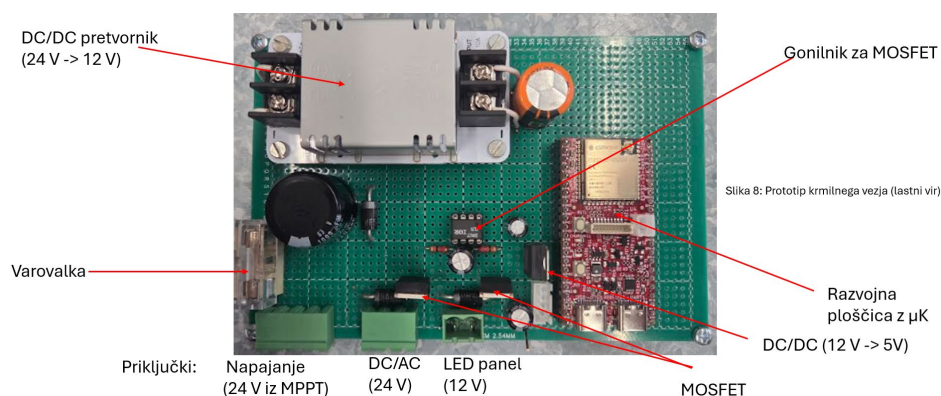
Jakob Brglez je prevzel razvoj simulacije delovanja sistema in izdelavo prototipa krmilnega vezja. Simulacija naj bi s podatki ARSO (Agencije Republike Slovenije za okolje) o osončenosti in temperaturi v mestu Maribor za leto 2024 predvidevala obnašanje sistema v letu 2024. Jakob je razvil algoritem za izračun vpadnega kota sončnih žarkov na panel, ki ga je upošteval pri vnosu podatkov ARSO v simulacijo. Simulacijo je izvedel v okolju MATLAB/Simulink. Rezultat simulacije je grafična predstavitev podatkov o gostoti svetlobnega toka, moči na panelu, SoC baterije, napetosti na bateriji in moči porabnikov za vsako uro izbranega meseca v letu 2024. Dodatno je Jakob izdelal prototip krmilnega vezja, ki omogoča povezavo med napajanjem iz MPPT, mikrokrmilnikom in porabnikoma. Glavni nalogi vezja sta prilagoditev napetostnih nivojev glede na porabnik (televizija, LED panel, mikrokrmilnik) in prenos krmilnega signala z mikrokrmilnika na porabnika. To je izvedeno z dvema stabilizatorjema napetosti, dvema tranzistorjema MOSFET in pripadajočima gonilnikoma.

Ob koncu projekta so bili vsi zadani cilji doseženi, saj je izdelan delujoč sistem za krmiljenje porabnikov, ki se napajajo iz solarnega panela in energijskega zalogovnika. Obstaja še veliko možnosti za programsko nadgradnjo sistema, saj strojna oprema omogoča še upoštevanje drugih parametrov (datum, trenutna osončenost itd.) in učinkovito krmiljenje porabnikov.



Slika 1: Blokovna shema sistema

Vir: lasten



Slika 2: Prototip krmilnega vezja

Vir: lasten

Ključne besede: neodvisni solarni vir napajanja, LFP baterijske celice, mikrokrmilnik, MPPT polnilec

RAZVOJ AVTONOMNEGA MOBILNEGA ROBOTA

ŽIGA MAHORIČ, MAJ FERLIN

Letnik: 2., Projekt 1

doc. dr. **Darko Hercog**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

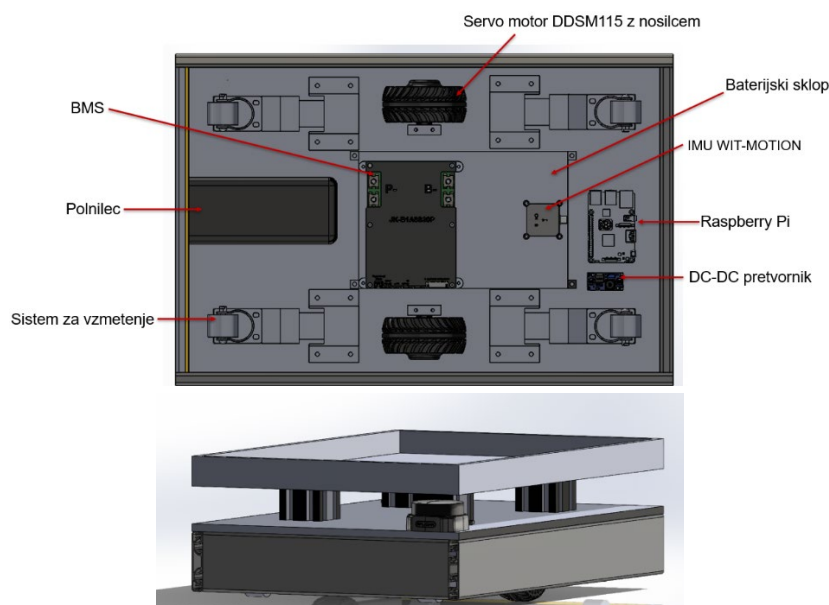
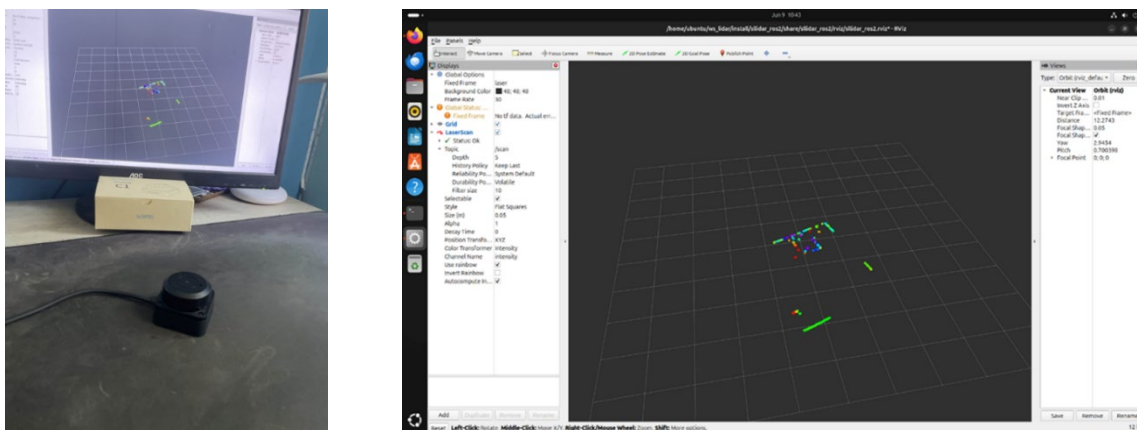
mag. **Marijan Španer**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorja

Pri predmetu Projekt 1 sva si za projekt izbrala Razvoj avtonomnega mobilnega robota. Prejšnja generacija študentov je že zasnovala idejo, kako bi naj robot bil izdelan, prav tako pa so tudi naročili in izdelali nekatere pomembne komponente. Na prvem srečanju sva si razdelila delo, torej kdo bo imel mehanski in kdo programski del. Pri izdelavi mehanske konstrukcije, je bila prva težava, na katero smo naleteli, vzmetenje. Po razmišljanju, poskusih in napakah smo na koncu prišli do estetske, kot tudi praktične rešitve za sistem vzmetenja. Kot drugo je bilo potrebno izdelati tloris, z vsemi merami za razporeditev komponent. Ker je komponent veliko in ker je prostor omejen, je bila potrebna natančnost. Po tlorisu je prišel del 3D modeliranja v programu Solidworks, kjer se je oblikovala končna verzija robota z vsemi komponentami (nosilci, polnilec, baterijski sklop, sistemi za vzmetenje, itd.). Pri sami postavitvi komponent pa je bilo potrebno paziti, da je med sistemom za vzmetenje in baterijskim sklopom vsaj 15 milimetrski prostor za "kanal", preko katerega bodo šli vsi kabli do našega robota. Kot zadnjo stvar smo pri mehanskem delu želeli narediti nov nosilec za servo motor, ki bi bil širši od prvotnega, vendar ker smo luknje za originalen nosilec že izvrtali, smo se odločili, da ga zaenkrat obdržimo. V sklopu električnega in programskega dela sva se najprej lotila povezovanja senzorjev z računalnikom, ter testiranja njihovega delovanja in komunikacije. Za priklop WIT senzorja sva potrebovala RS-485 USB pretvornik ter ločeno 12 V napajanje. Po uspešnem testiranju tega senzorja sva nadaljevala s testiranjem servomotorja DDSM115. Ko sva se prepričala, da vse električne komponente delujejo brezhibno, je sledila naložitev Linux Ubuntu operacijskega sistema na mikroračunalnik Raspberry Pi 4. Najprej je bilo potrebno preveriti, katera verzija je kompatibilna z robotskim operacijskim sistemom ROS2. Ugotovila sva, da je najbolj primerna verzija 24.04, zato sva jo s pomočjo orodja Raspberry

Imager naložila na SD kartico, ki sva jo vstavila v mikroračunalnik. Po uspešni namestitvi Ubuntuja sva nadaljevala z namestitvijo sistema ROS2. Uporabila sva uradno dokumentacijo, kjer so jasno navedeni ukazi za namestitev različice ROS2 Jazzy. Ko je bil ROS2 vzpostavljen, je sledila vzpostavitev komunikacije med LIDAR senzorjem in Raspberry Pi ter prikaz podatkov. Za izvedbo le-tega je bilo najprej potrebno naložiti Rviz2 s knjižnico, ki je del sistema ROS2. Nato sva nastavila ustrezna dovoljenja USB priključku, da sva lahko pridobila podatke iz LIDAR senzorja. Z enim ukazom sva nato zagnala orodje Rviz2, ki je odprl vizualno okno s prikazom senzorja in zaznanih objektov v prostoru. Ugotovila sva, da je mogoče priključiti oba LIDAR senzorja in s pomočjo paketa `ros_merger`, združiti njune podatke v enoten prikaz, kar bistveno poenostavi nadaljnjo obdelavo in interpretacijo LIDAR informacij.



Slika 1: Testiranje LIDAR-ja, razporeditev komponent in 3D model končnega robota

Vir: lasten

Ključne besede: mobilni robot, mehanska konstrukcija, mikroračunalnik, programiranje

AGV – ZAJEMANJE PODATKOV Z LIDAR SENZORJA S POMOČJO RASBERRY PI 4 IN MATLAB/SIMULINK PROGRAMOM

MARSEL NOVAK, MARKO ŠPES

Letnik: 2., Projekt 1

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

Na začetku sva se spoznala s strojno opremo, ki jo bova uporabljala. Prebrala sva dokumentacijo iz prejšnjih let in pogledala kako delujeta LIDAR in Raspberry Pi 4. V naslednjem koraku sva vzpostavila povezavo med LIDAR-jem in osebnim računalnikom. Namestila sva ustrezne gonilnike in program Pactware 5.0, s katerim sva konfigurirala oziroma nastavila parametre LIDAR-ja preko računalnika. Uspešno vzpostavitev povezave sva preverila z ukazom »ping« v ukaznem pozivu.

S pomočjo študenta višjega letnika, ki se je tudi ukvarjal z zajemanjem podatkov, nam je uspelo napisati kodo v programskem jeziku Python za dekodiranje poslanega paketa, ki pride z LIDAR-ja na računalnik. Nato smo še izvedli vizualni prikaz, kjer smo lahko v realnem času videli, kaj vidi LIDAR.

Zanimalo nas je tudi, kako deluje fleksibilno okolje za razvoj opreme za robote ROS2 (Robotski operacijski sistem 2), ki sva ga uporabljala v kombinaciji z Raspberry Pi 5. Na spletu sva si ogledala več primerov in videoposnetkov o delovanju tega razvojnega okolja. Za ROS2 sva namestila ustrezne gonilnike in na Raspberry Pi 4 naložila operacijski sistem Ubuntu 24.04.2 LTS (64 bit), ki temelji na Linuxu. Namestila sva različico ROS2 z imenom Jazzy Jalisco.

Pri delu z ROS2 sva si pri reševanju problemov pomagala z različnimi forumi. V naslednjem koraku sva želela zajemati podatke z orodjem Rviz, a to žal ni bilo uspešno.

Ključne besede: Lidar, ROS2, Raspberry Pi, Python, zajem podatkov

PROGRAMIRANJE SIEMENS PLK PREKO MATLABA/SIMULINKA

JAJA GOLOBIČ, DAVOR KOLAR

Letnik: 2., Projekt 1

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

Cilj projekta je bil izvesti povezavo med Matlabom in TIA portalom. To nam omogoča hitrejšo izvajanje določenih nalog ali izračunov sistema. S pomočjo priročnika Digitalization with TIA Portal: Virtual Commissioning with SIMATIC and Simulink je bil cilj tudi dosežen. Priročnik opisuje kako vzpostaviti povezavo med Simulinkom in TIA portalom, tako da se simulacija izvaja v Simulinku. Odzive simulacije pa lahko opazujemo s pomočjo HMI ekrana v programu TIA portal. Za realizacijo je potrebno veliko različnih aplikacij in dodatkov kot so: TIA portal, S7-PLCSIM Advanced, Matlab, SIMATIC Target 1500S, ODK 1500, Java Runtime Environment. Zaradi tako različnih aplikacij, ki so vse vezane ena na drugo lahko pride do velikih problemov, kar sva tudi izkusila sama. Vse verzije aplikacij morajo biti kompatibilne in ne nujno tudi novejša ali starejša. Iz tega razloga je bil v projektu uporabljen TIA portal V16 in ne novejši TIA portal V18. Poskus izvedbe v novejših različicah, žal ni bil uspešen. Koncept povezave je dober, toda izvedba ni tako enostavna in vzame precej časa in učenja. Zato je mogoče ta način programiranja PLK za zdaj še preveč zahteven in dolgotrajen. Pri projektu sva se naučila veliko novega in ugotavljamo, da bi se delo z Matlabom in TIA portalom dalo še bolj raziskati in tudi bolj učinkovito realizirati.

Ključne besede: TIA portal, SIMATIC Target 1500S, S7-PLCSIM Advanced, SIMATIC ODK 1500, Simulink, Matlab, PLK

AGV – VODENJE MOTORJEV S POMOČJO RASBERRY PI 4 IN MATLAB/SIMULINK PROGRAMOM

ROK HOŠPEL, ALEN MARTON

Letnik: 2., Projekt 1

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

Projekt je obravnaval razvoj in izvedbo sistema za nadzor avtonomno vodljivega vozila (AGV- Autonomous Guided Vehicle) s pomočjo računalnika Raspberry Pi 4B in programske opreme Matlab/Simulink. Glavni cilj je bil razviti sistem, ki bo omogočal premikanje vozila v vse strani (naprej, nazaj, bočno ter rotacijsko) z uporabo štirih mecanum koles. Za pogon koles smo uporabili štiri koračne motorje, ki jih krmilimo preko mikrokontrolerja Raspberry Pi. Za povezovalni člen med koračnimi motorji ter Raspberry Pi-jem smo uporabili gonilnike DM556, ki upravljajo hitrost ter smer gibanja.

Za vmesnik med Matlabom in fizičnim sistemom je uporabljen Raspberry Pi 4B. Komunikacija med obema poteka prek brezžične povezave, kar omogoča prenos ukazov v realnem času, spremljanje signalov in uporabo Matlabove funkcije External Mode za sprotno nadziranje sistemskih parametrov. V Matlabu so bili razviti štiri različni programi za testiranje gibanja, ki omogočajo postopno nadgradnjo kompleksnosti nadzora od enostavnega vrtenja motorjev do popolnega nadzora vseh štirih motorjev hkrati.

Pomembna vloga projekta je tudi pri spoznavanju električnih komponent, kjer se uporablja napajalna enota za pretvorbo 230 V AC v 24 V DC, kar napaja tako gonilnike kot motorje. Gonilnik DM556 omogoča visoko ločljivost z mikrokoraki, visoko izhodno

moč in zaščito pred napakami. Koračni motorji omogočajo natančno pozicioniranje brez uporabe enkoderjev.

Projekt je dokazal pomembnost integracije programske in strojne opreme za dosego natančnega nadzora nad roboti. Praktična implementacija konceptov avtomatizacije, povezovanja komponent in vodenja preko Matlab okolja daje projektu velik učni potencial in možnost nadaljnje nadgradnje, npr. z dodajanjem senzorjev (LIDAR) za zaznavo okolice.

Ključne besede: AGV, mecanum kolesa, Raspberry Pi 4B, koračni motor, avtomatizacija, microstep driver

VZPOSTAVITEV PROFINET KOMUNIKACIJE MED TRAČNIM TRANSPORTERJEM, KUKA ROBOTOM IN SIEMENS PLK-JEM

DOMEN SULCER, FRANC ŠRUMPF

Letnik: 2., Projekt 2/3

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorja

V projektu sva se osredotočila na razvoj učinkovite komunikacije med Siemens PLK-jem in KUKA robotom. V TIA Portalu sva zasnovala modularno strukturiran program, ki temelji na uporabi funkcijskih blokov in organizacijskega bloka. PLK robotu pošilja ukaze in pozicije, robot pa vrača statusne podatke, kar omogoča fleksibilno in nadzorovano avtomatizacijo procesov. Uporabila sva več funkcijskih blokov, kot sta FB_DataTransmitter in FB_DataReceiver, ki pretvarjata podatke med binarno in logično obliko ter funkcije kot so FC_SetErrorCode, FC_SetPalletPosition in FC_FindingEmptySlot, ki skrbijo za napredno logiko kot je upravljanje paletnih mest in beleženje napak.

Glavni krmilni blok je organiziran v 12 logičnih omrežij (Networks), ki sledi sekvenčni logiki za vodenje celotnega procesa. Vsak korak – od preverjanja pripravljenosti robota, do izvedbe pobiranja in odlaganja – je ločen v svoji mreži, kar omogoča preglednost in enostavno odpravljanje napak. Poseben poudarek sva dala tudi varnostni logiki.

V nadaljevanju sva konfigurirala in razširila PROFINET komunikacijo na strani KUKA robota z uporabo programske opreme WorkVisual. Povečala sva število IO-signalov iz 256 na 1024 in natančno mapirala vsak signal za komunikacijo. Sledila je enaka prilagoditev na

strani Siemens PLC-ja, kjer sva konfigurirala nov IO-modul in ustrezno nastavila naslove za pravilno delovanje sistema.

Zadnji korak je bilo testiranje sistema z uporabo Force Table in Teach Pendanta, kjer sva preverila pravilnost mapiranja, funkcionalnosti posameznih delov programa in uspešno delovanje celotnega sistema. Rezultati testiranj so potrdili, da sistem deluje skladno z načrtovano logiko.

Ključne besede: PROFINet, Kuka robot, Siemens PLC, TIA Portal, WorkVisual, funkcijski blok, avtomatizacija, IO signal, industrijska komunikacija, varnostni sistem

VZPOSTAVITEV PROFINET KOMUNIKACIJE MED ROBOTOM ABB IRB1200 IN SIEMENS S7-1500

DOMINIK MLINAR, MARKO KOVAČEC

Letnik: 3., Projekt: 2/3

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
mentorji

Cilj najinega projekta je bil vzpostaviti povezavo med robotom ABB IRB1200 in Siemens S7-1500 PLC-jem ter napisati program, da lahko robota nadziramo preko PLC.

Vzpostavila sva povezavo med ABB robotom in Siemens S7-1500 PLC-jem prek protokola PROFINet. Uporabila sva priključek LAN3 in mu nastavila statični IP-naslov. Uvozila sva ustrezno GSDML datoteko v TIA Portal, da je ta prepoznal robota kot napravo v omrežju.

Po uspešni povezavi sva v RobotStudiu nastavila I/O signale in jih povezala z notranjo Profinet napravo. V TIA Portalu sva robota dodala kot napravo in definirala ustrezne naslove za prenos podatkov med PLC-jem in robotom. Robot je lahko prebral samo zadnjo vrednost, čeprav sva uporabila group input, zato sva prilagodila program in vhode tako, da sva dodala več spremenljivk. V RAPID programu sva glede na prejeto vrednost iz PLC-ja določila, katero nalogo robot izvede. Povezava je na koncu delovala stabilno in dvosmerno. Ključni izzivi so bili pravilna IP-konfiguracija in razumevanje, kako robot bere vhodne podatke.



Slika 1: Industrijski robot ABB IRB 1200

Vir: lasten

Ključne besede: industrijski robot, RobotStudio, Siemens PLC

ZASNOVA IN IZVEDBA AVTOMATIZACIJE PROIZVODNEGA PROCESA NA POSTAJI FESTO CP-LAB I4.0

ALJAŽ KRIVOKAPIČ, FILIP TEO VIDOVIČ

Letnik: 3., Projekt: 2/3

izr. prof. dr. **Vito Tič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

red. prof. dr. **Darko Lovrec**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
mentorji

Industrija 4.0 kot celota se osredotoča na medsebojno povezanost dejavnosti, podatkov in virov s pomočjo digitalnih sredstev. Festo CP-Lab je učna platforma, ki omogoča praktično izkušnjo industrije 4.0 v varnem okolju.

Predstavlja modularni proizvodni sistem, ki vključuje: povezavo med fizičnim sistemom ter računalnikom, avtomatizacijo s PLK in transportnimi sistemi, ter nadzor proizvodnje modularnosti.

Ker platforma CP-Lab omogoča simulacijo realnih industrijskih procesov, sva v okviru projekta 2 in 3 zasnovala tridelni postajni sistem, v katerem je obdelovanec izmerjen, označen in ustrezno sortiran.

Kot nadgradnjo projekta 2 sva v prvo postajo vključila zapis podatkov o obdelovancu na RFID čip, ki je vgrajen v transportni voziček. Po opravljeni meritvi se na čip zapiše koda, ki ustreza izmerjenim dimenzijam obdelovanca.

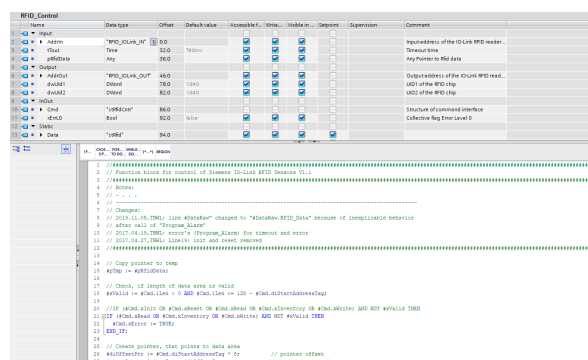
Voziček se nato po tekočem traku zapelje do druge postaje, kjer se na obdelovanec nalepi etiketa z informacijami, pridobljenimi z RFID čipa. Postaja najprej prebere čip, nato pa natisne nalepko s serijsko številko, oznako velikostnega razreda in QR kodo za nadaljnjo sledljivost. Etiketa se nato s pomočjo vakuumske glave in pnevmatičnega linearnega aktuatorja prilepi na obdelovanec.

Primerno označen obdelovanec se nato premakne do tretje postaje, kjer ga prijemalo, ki ga premikata linearna os s koračnim motorjem in pnevmatični linearni aktuator, dvigne iz transportnega vozička ter odloži na ustrezen izhod. Tam ga delavec ali sekundarna naprava razporedi v škatle za dolgoročno shranjevanje oziroma transport.



Slika 1: Označevalna postaja

Vir: lasten



Slika 2: Izsek kode

Vir: lasten

Ključne besede: Industrija 4.0, TIA Portal, Festo, proizvodnja linija, avtomatizacija

DIMENZIONIRANJE IN IZDELAVA KABELKEGA SNOGA ZA FORMULA STUDENT DIRKALNIK

JAN KRIŽAN

Letnik: 3., Projekt: 2/3

izr. prof. dr. **Vito Tič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

red. prof. dr. **Darko Lovrec**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

doc. dr. **Mitja Truntič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

V drugem delu projekta sem v programu Catia pripravil ploščate risbe kabelskega snopa v merilu 1:1, ki so bile osnova za nadaljnjo izdelavo. Na podlagi teh risb sem pripravil tudi tehnične tabele z vsemi potrebnimi podatki za izdelavo, kot so npr. podatki o vodnikih, konektorjih, zaščitnih elementih itd. Nato je sledila fizična izdelava kabelskega snopa, kjer sem sledil svojim tehničnim tabelam, ter skrbel za mehansko zaščito in preglednost povezav. Po sestavi sem izvedel testiranje delovanja z multimetrom. Na koncu sem celoten kabelski snop vgradil v dirkalnik in ga povezal z ostalimi sistemi. Delo je vključevalo veliko natančnost in usklajenost z drugimi člani ekipe.



Slika 1: Kabelski snop

Vir: lasten

Ključne besede: kabelski snop, vodnik, ploščata risba, izdelava, razvoj

VODENJE SINHRONKEGA MOTORJA S TRAJNIMI MAGNETI

JAKA GRABNER, GAŠPER ZUPAN

Letnik: 3., Projekt: 2/3

doc. dr. **Suzana Uran**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Božidar Bratina**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

izr. prof. dr. **Uroš Župerl**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

V tej projektni nalogi smo raziskali principe delovanja sinhronkega motorja s trajnimi magneti ter metode njegovega vodenja. Osredotočili smo se na zagon motorja in v nadaljevanju tudi na vodenje hitrosti motorja.

Glavni cilj projekta je bil razviti funkcionalno in prilagodljivo programsko opremo ali algoritem, ki omogoča zagon in krmiljenje motorja z nastavljivo hitrostjo vrtenja, ter razumeti teoretične osnove in praktične pristope k vodenju sinhronkega motorja s trajnimi magneti. S pomočjo razvojnih plošč NXP FRDM-MCXN-947, STM32 Nucleo-F103RB in NXP FRDM-MC-LVPMSM zaženemo nizkonapetostni trifazni brezkrtačni motor in osvojimo koncept vodenja tovrstnega BLDC motorja. Preizkusila sva 6-koračni algoritem, senzorsko kontrolo in vektorski način vodenja.

Ključne besede: sinhroni motor, algoritem vodenja, STM32 Nucleo-F103RB, vektorski način vodenja

DIMENZIONIRANJE IN IZDELAVA NIZKO-NAPETOSTNE BATERIJE ZA FORMULA STUDENT DIRKALNIK

NIKOLA PRELIČ

Letnik: 3., Projekt: 2/3

red. prof. dr. **Darko Lovrec**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Vito Tič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

doc. dr. **Mitja Truntič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

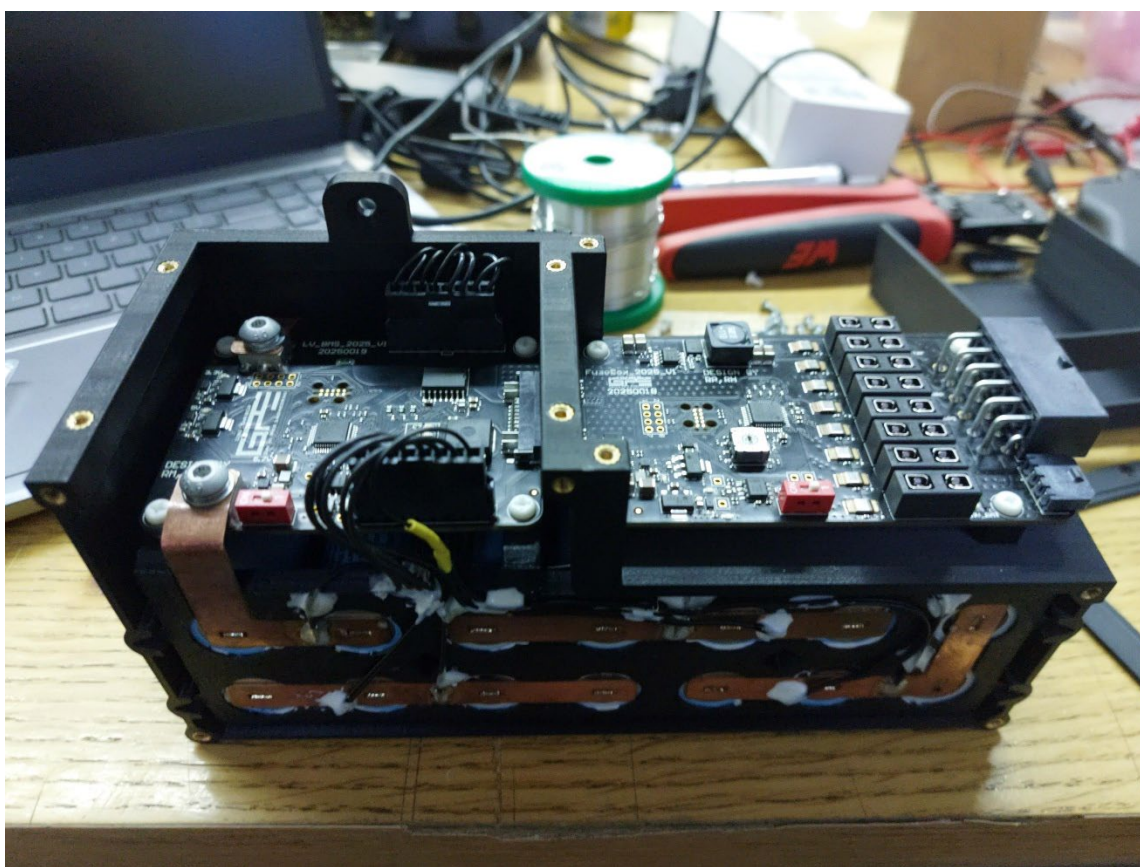
V okviru projekta 3 sem nadaljeval z razvojem nizkonapetostne baterije (24 V, 7S2P konfiguracija) za Formula Študent dirkalnik. Po tem, ko sem v prejšnjem projektu izbral celice (Molicel M58T INR21700) in načrtoval model baterije ter busbarov, sem se tokrat osredotočil na izvedbo, izdelavo in testiranje končnega sistema.

Busbare sem načrtoval v SolidWorksu z uporabo orodja Sheet Metal Design, kar mi je omogočilo enostavno generiranje tehničnih risb in DXF datotek za laserski izrez in upogib. Vse štiri verzije busbarov sem organiziral v ločene mape z vsemi potrebnimi datotekami (PDF, DXF, STEP, SLDDRW). Za material sem izbral baker, saj se je pri prejšnjih projektih izkazal kot najbolj zanesljiv pri laserskem varjenju s celicami. Za končno naročilo sem pripravil tudi Excel tabelo z natančnimi količinami za izdelavo dveh baterij.

Ohišje in nosilce sem natisnil na tiskalniku Bambu Lab P1S v ABS plastiki. Kljub manjši deformaciji v enem sloju, ki se je pojavila tudi pri ponovnem tisku, funkcionalnost ni bila ogrožena, zato smo dele uporabili.

Sestava je potekala brezhibno. Vstavil sem kovinske inserte, celice pritrdil z lepilom na nosilce, nato pa sem z ekipo celoten paket nesel na lasersko varjenje, kjer so bili bakreni busbari natančno pritrjeni na celice. Po tem sem dodal še vezja BMS in Fusebox. Ob koncu projekta sem izdelal tudi več različic pokrovov brez pleksi stekla, če bi prišlo do težav na Scrutineeringu. Baterija je dosegla ciljno maso 1460 g pod zastavljenim maksimumom 1500 g.

Na koncu je potekalo še zaključno testiranje, ki je pokazalo dobro električno stabilnost, mehansko trdnost in pravilno delovanje zaščitnih sistemov, kar potrjuje uspešno izdelavo in pripravljenost baterije za uporabo v vozilu.



Slika 1: Sestava nizko-napetostne baterije

Vir: lasten

Ključne besede: nizko-napetostna (LV) baterija, Busbar, sestava

SESTAVLJANJE PLANETNEGA GONILA Z NAPREDNIM KOLABORATIVNIM ROBOTOM

JURE ŽUNKOVIČ, IVAN LAZIČ

Letnik: 3., Projekt: 2/3

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

asist. **Mitja Golob**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

V industriji se pojavljajo zahteve za avtomatskim načinom dela. V ta namen se uporabljajo različni industrijski roboti, ki delujejo avtomatsko in samostojno opravljajo določene naloge. V ta namen smo si v okviru projekta zadali cilj, da s pomočjo naprednega kolaborativnega oz. kognitivnega industrijskega robota sestavimo planetno gonilo. Kognitivni industrijski robot Neura MAiRA Pro S predstavlja redundantnega robota, ki ima nosilnost 15-18 kg ter doseg 1100 mm. Robot je imel za potrebe manipulacije na vrhu robota nameščeno adaptivno robotsko prijemalo Robotiq 2F-140.

Pri izvedbi projekta smo pripravili simulacijski model v okolju RoboDK, ki je vključeval model robota Neura MAiRA Pro S, osnovno konstrukcijo robotske celice ter posamezne elemente planetnega gonila. Za natančne in fiksne postavitve posameznih komponent oz. elementov planetnega gonila smo pripravili namenske plošče, ki so bile opremljene z natančno izdelanimi izvrtinami. V okviru simulacije smo pripravili simulacijski model, ki je vključeval simulacijo delovanja sestavljanja planetnega gonila. Pri tem je treba upoštevati, da v simulacijskem modelu ni bilo vključenega naprednega vodenja robota, kot je na primer vodenje po sili in hibridno vodenje. Po izvedbi simulacije delovanja je sledilo generiranje robotskega programa (ob ustrezni izbiri post-procesorja) in sicer v Python programski obliki. Ta program je baziral na Python knjižnici neurapy, ki je narejena

specifično za NEURA robote. Robotski program smo nato preko USB ključa prenesli na realni robotski krmilnik. Na koncu je sledilo testiranje in odpravljanje napak.



Slika 1: Robot v delovnem okolju

Vir: lasten

Ključne besede: planetno gonilo, kolaborativni robot, simulacija, Python

SORTIRANJE IZDELKOV Z INDUSTRIJSKIM ROBOTOM IN 3D TOF KAMERO

ALEX PAVALEC, ALEX RECEK

Letnik: 3., Projekt: 2/3

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

asist. **Mitja Golob**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

Projekt se je osredotočal na razvoj avtomatiziranega sistema za zaznavanje in sortiranje izdelkov s pomočjo industrijskega robota KUKA, 3D ToF kamere in programirljivega logičnega krmilnika (PLK). Motivacija za projekt izhaja iz potrebe po povečanju učinkovitosti in natančnosti v industrijski proizvodnji, kjer je zaznavanje položajev in lastnosti izdelkov ter njihovo sortiranje pogosto še vedno ročno ali nezadostno avtomatizirano.

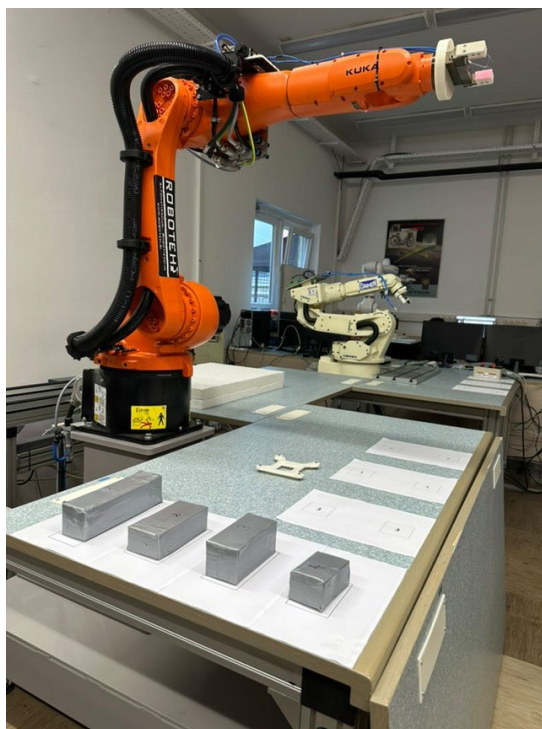
Delo se je začelo z izborom ustrezne strojne in programske opreme: 3D ToF kamera SICK za zajem globinskih podatkov, PLK Siemens S7-1200 za komunikacijo in obdelavo podatkov, industrijski robot KUKA KR 10 R1440-2 s pnevmatskim prijemalom ter tekoči trak z dodatnim senzorjem. Programska orodja, uporabljena v projektu, vključujejo TIA Portal za programiranje PLK-ja, SICK SOPAS za konfiguracijo kamere in SolidWorks za mehansko modeliranje.

Jedro rešitve predstavlja sinhronizirano delovanje komponent: ko senzor zazna prisotnost izdelka, PLK sproži kamero, ki zajame 3D podatke (X, Y, Z, rotacija, površina). Ti se prek TCP/IP prenesejo v PLK, kjer poteka obdelava: prepozna se največji izdelek, izračuna se homogena transformacijska matrika za prenos koordinat v sistem robota, nato pa se podatki posredujejo robotu, ki izvede pobiranje in odlaganje.

Ključni izziv projekta je bil razvoj zanesljive komunikacije med komponentami, saj robotski krmilnik ni podpiral direktne TCP/IP povezave s kamero, zato je bil PLC uporabljen kot vmesnik. Zahtevna je bila tudi kalibracija koordinatnih sistemov, ki je bila izvedena z lastno implementacijo Kabschovega algoritma.

Doseženi rezultati dokazujejo, da sistem uspešno izvaja zajem, obdelavo in sortiranje izdelkov po velikosti. Sistem deluje stabilno, natančno in je robusten za delovanje v industrijskem okolju. Kljub omejitvam (npr. omejen način sortiranja, odsotnost povratnih informacij) projekt dokazuje visoko stopnjo funkcionalnosti in možnost nadaljnje razširitve.

Realna ocena projekta kaže na visoko tehnično zahtevnost ter uspešno integracijo strojne in programske opreme. Potencial za nadgradnjo vključuje več vrst sortiranja (ne samo po velikosti), uvedbo dodatnega robota za pripravo izdelkov ter izboljšano dvosmerno komunikacijo med komponentami. Projekt tako predstavlja odličen primer celovite avtomatizirane rešitve, primerne za realne industrijske aplikacije.



Slika 1: Delovno območje

Vir: lasten

Ključne besede: industrijska avtomatizacija, 3D ToF kamera, industrijski robot KUKA, PLC Siemens S7-1200, SICK SOPAS, strojni vid, sortiranje izdelkov, Kabschov algoritem, TCP/IP in PROFINET komunikacija, pnevmatsko prijemalo

IZDELAVA GRELNE POSODE Z UPORABO PLK SIEMENS S7-1200 IN REGULACIJA TEMPERATURNIH PROCESOV

ALEKSANDER KOS, STAŠ MIKLIČ

Letnik: 3., Projekt: 2/3

izr. prof. dr. Uroš Župerl

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. Goran Mundař

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. Aleš Hace

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

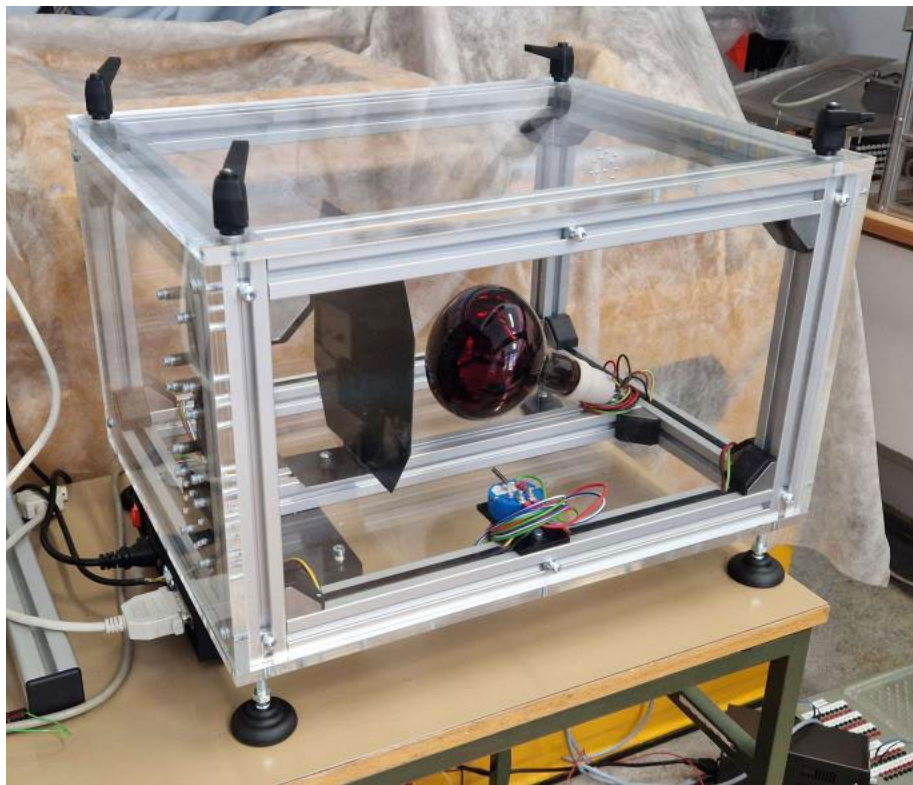
Izziv projektne naloge je bila izdelava grelna posoda, katere notranjo temperaturo reguliramo s programirljivim logičnim krmilnikom (PLK). Postavili smo več zahtev. Grelna posoda naj bo transparentna, lahka in primernih dimenzij za uporabo v laboratoriju. Glavni del konstrukcije je sestavljen iz aluminijastih profilov, na katere smo na zunanji strani namestili pleksi steklo. Pri tem smo dobili transparentnost in majhno maso. Za zaščito električnega vezja smo uporabili električno škatlo, ki smo jo natisnili z 3D tiskalnikom.

Kot grelni element smo, zaradi enostavnosti montaže, uporabili 250 W infrardečo žarnico, ki je nameščena v keramičnem nosilcu E27, saj je primeren za visoke temperature. Za enakomerno porazdelitev toplote smo morali ustvariti gibanje zraka v prostoru. Za to smo namestili ventilatorje. Dva ventilatorja za mešanje zraka in eden za aktivno ohlajevanje prostora po potrebi. Za merjenje temperature smo uporabili temperaturni senzor pt100.

Za krmiljenje ventilatorjev in regulacijo temperature v prostoru smo uporabljali PLK Siemens S7 1214c AC/DC/Rly. Uporabljamo tri digitalne izhode za krmiljenje posameznega ventilatorja, dva analogna vhoda za zajem podatkov iz temperaturnega

senzorja, in en analogni izhod za določanje moči grelnega elementa. Po končani konstrukciji in povezanim električnim vezjem smo grelno posodo priklopili na PLK in izdelali testni program, s katerim smo preverili delovanje posameznih elementov. Na to smo lahko pričeli s programom za ustrezno regulacijo temperature v prostoru. Za boljšo preglednost podatkov in enostavnejše krmiljenje smo na računalniku izdelali HMI simulacijo, ki omogoča tudi prikaz grafa, kako se temperatura spreminja s časom.

Da smo dosegli višje temperature in hitrejšo segrevanje smo grelni element večkrat prestavili in primerjali rezultate. Ugotovili smo, da je najboljša postavitev, da je grelni element na sredini in ima pred njim tanko pločevino, ki smo jo izrezali in namestili. Ta plošča deluje kot prenosnik toplote, saj žarnica neposredno slabše ogreva zrak v primerjavi s kovino.



Slika 1: Grelna posoda

Vir: lasten

Ključne besede: grelna posoda, PLK, regulacija, HMI, konstrukcija

PITOTOVA CEV (5 – HOLE PITOT) ZA MERJENJE VPADNIH KOTOV LETALA

JAN GRAČNAR, NIK RANTAŠA

Letnik: 3., Projekt: 2/3

red. prof. dr. **Riko Šafarič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

izr. prof. dr. **Vito Tič**

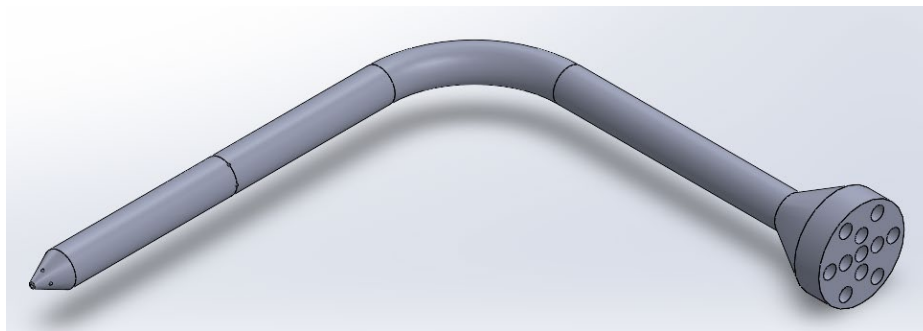
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

V okviru projekta smo razvili modularni sistem za merjenje in obdelavo diferencialnega tlaka s pomočjo Pitotove cevi s petimi luknjami, ki omogoča merjenje hitrosti zraka, kota napada (AOA) in bočnega kota (SSA). Po začetnem testiranju cevi, natisnjene s FDM tehnologijo, smo zaradi zahtev po večji natančnosti prešli na SLA tisk in nato naročili profesionalno izdelavo po standardu ISO 3966. Hkrati smo razvili preizkusno tiskano vezje za mikrokrmilnik NUCLEO-F103RB, kjer smo obdelovali signal senzorjev MPXV7002DP, a smo se zaradi napak pri meritvah smo se odločili za nadgradnjo.

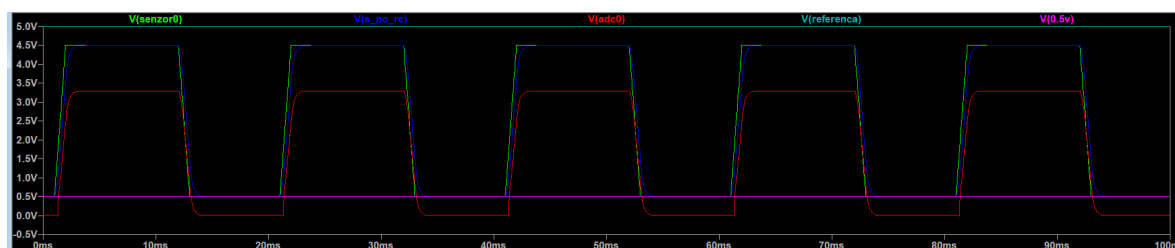
Trenutno smo v fazi načrtovanja novega sistema s senzorji AMS 6916-0020-D in signalno verigo, ki vključuje RC filter, napetostni sledilnik in odštevalnik. Zasnova je bila simulirana v LTspice s pomočjo natančnih operacijskih ojačevalnikov ADA4500/4505. Programska oprema temelji na modularni arhitekturi z zajemom preko ADC z DMA in omogoča kalibracijo, filtriranje, PID regulacijo ter prikaz podatkov prek UART ter generacijo PWM signalov na aktuatorje.

Za natančno testiranje sistema smo se odločili tudi za izdelavo vetrovnika. Izbrali smo nizko hitrostni vetrovnik na odprto zračni način zaradi enostavne izdelave. Cilj vetrovnika je simuliranje hitrosti do 140 km/h. Za merjenje hitrosti v testni komori vetrovnika smo se odločili uporabiti absolutni tlačni senzor. Motor vetrovnika je kilovatni brez krtačni motor. Trenutno dokončujemo izdelavo cevi in optimiziramo programsko kodo, v naslednjih korakih pa bomo izvedli testiranja in izboljšave merilnega sistema.



Slika 1: Novi model Pitotove (5-hole) cevi

Vir: lasten



Slika 2: Simulacija signalov v LTSpice

Vir: lasten

```

5-hole Pitot HMI (CONNECTED)
ADC Calibration OK
TIM3 Start OK
ADC + DMA Start OK
Offseti senzorjev kalibrirani.
Inicijalizacija Filter IIR OK
Inicijalizacija PID OK
Inicijalizacija PWM OK. Servos set to center.
Zasloni inicializirani:
- USER:      ON
- TECHNICAL:  OFF
- CALIBRATION: OFF

Sistem uspesno inicializiran.

Za nadaljevanje napisi START, za zaustavitev pa napisi STOP, za pomoc napisi HELP.

```

Slika 3: Inicijalizacija programa na UART

Vir: lasten

Ključne besede: Pitotova cev, vetrovnik, aerodinamika, merjenje vpadnih kotov, vetrovnik, STM32, filtriranje signalov, PID regulacija, 3D tisk

RAZVOJ IN IZDELAVA SISTEMA ZA UPRAVLJANJE VISOKOZMOGLJIVE BATERIJE ZA DIRKALNIK FORMULA STUDENT

RENE POTOČNIK

Letnik: 3., Projekt: 2/3

red. prof. dr. **Darko Lovrec**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Vito Tič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

doc. dr. **Mitja Truntič**

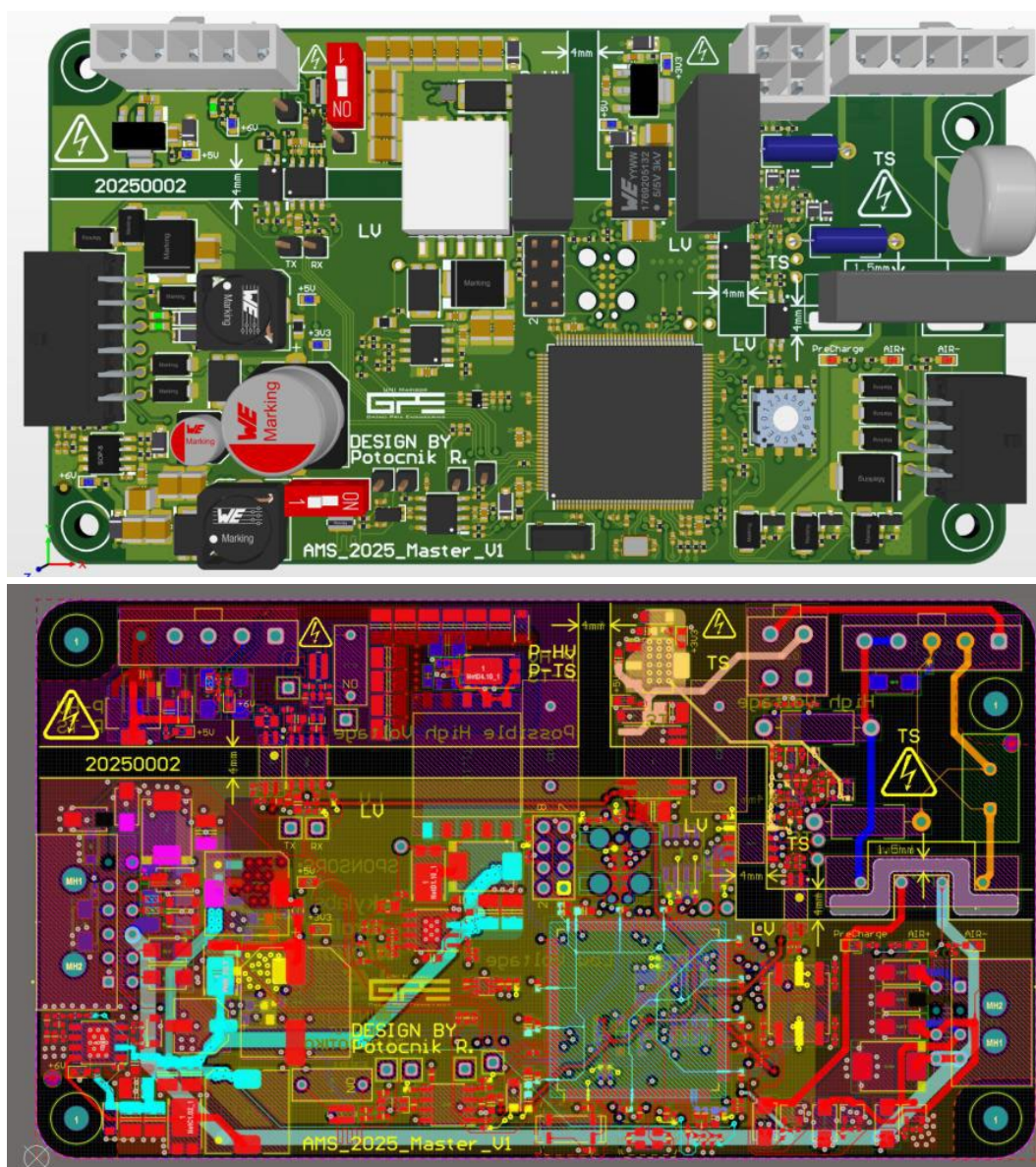
Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

Projekt 3 je nadaljevanje projekta 2, kjer sem razvil AMS Slave vezje za merjenje napetosti, temperatur in balansiranje celic v bateriji našega Formula Student dirkalnika ekipe UNI Maribor Grand Prix Engineering. V tem delu sem se posvetil razvoju AMS Master vezja, ki sprejema vse podatke celic in predstavlja glavni nadzorni del sistema za upravljanje baterije (AMS – Accumulator Management System). Najprej sem raziskal vse zahteve, ki jih mora AMS Master izpolnjevati – tako s strani pravilnika tekmovanja kot tudi glede delovanja celotnega sistema. AMS Master zbira podatke iz šestih AMS Slave vezij preko komunikacije CAN, spremlja skupno napetost baterije in posebej napetost inverterja, meri tok, ki teče iz baterije, posredno meri moč ter porabo energije in vodi diagnostiko same baterije. Poudarek sem namenil postopku prednapolnitve (precharge), ki omogoča varno vključitev sistema tako, da se najprej napolnijo kondenzatorji v inverterju, preden se vklopijo glavni kontaktorji. AMS Master nadzira tudi stanje teh kontaktorjev in v primeru napake – kot so previsoka ali prenizka napetost, previsoka ali prenizka temperatura – sproži izklop preko posebnega varnostnega vezja AMS Shutdown. Zaradi tega, ker na vezje neposredno pride visoka napetost do 403,2 V, v prihodnosti pa tudi do 600 V, sem moral biti pri načrtovanju še posebej pozoren na ustrezne razdalje med vodniki in komponentami, izolacijske razdalje ter izbiro elektronskih komponent, ki prenesejo tako

visoke napetosti. S tem sem zagotovil varno in zanesljivo delovanje sistema tudi pri maksimalnih obremenitvah.

Poleg tega AMS Master pošilja ključne informacije (kot so napetost, tok, temperatura) glavni kontrolni enoti vozila (VCU) in armaturni plošči, kar vozniku omogoča sprotno spremljanje stanja baterije. Sistem je zasnovan modularno in prilagodljivo, tako da omogoča tudi nadgradnjo na višje napetosti (do 600 V), kar je največ, kar dovoljuje pravilnik.



Slika 1: AMS_Master

Vir: lasten

Ključne besede: baterija, PCB, visoka napetost, dirkalnik, razvoj

VOZILO Z VRTLJIVO PREMO ZA BREZPOTJA

ALEKSANDAR PETROVIĆ, ŽAN LETONJA

Letnik: 3., Projekt: 2/3

doc. dr. Mitja Truntič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. Timi Karner

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

V nadaljevanju projekta "Vozilo z vrtljivo premo za brezpotja" smo se osredotočili na nadgradnjo konceptne zasnove v smeri izvedljivega prototipa. Temeljne raziskave smo razširili z natančno izbiro vseh ključnih komponent, energetske bilanco vozila ter stroškovno analizo, ki omogoča realno oceno izvedljivosti sistema.

Pomemben napredek predstavlja razvoj prvega patentnega modela, ki vključuje vse bistvene mehanske in električne sklope ter upošteva prostorsko postavitev komponent znotraj dejanske geometrije vozila. V tem koraku smo vozilo tudi opremili z osnovnimi senzorji za zaznavanje okolice, kar omogoča začetne zametke avtonomnega delovanja.

Dodana vrednost tretje faze razvoja je tudi optimizacija pogonskega sistema s ciljem večje energetske učinkovitosti in robustnosti na zahtevnih terenih. Projekt se s tem premika iz raziskovalne v razvojno-fazno obliko, s ciljem nadaljnje izdelave funkcionalnega prototipa, kot del diplomske naloge.

Ključne besede: terensko vozilo, vrtljiva prema, 6x6 pogon, energetska učinkovitost, stroškovna analiza, patentni model, senzorika, konfiguracija komponent, preračuni, razvoj prototipa

MAG

MEHATRONIKA

OPTIMIZACIJA SISTEMA ZA INTELIGENTNO POBIRANJE OBJEKTOV S KOLABORATIVNIM ROBOTOM

LUKA ŠIPEK, JAKA ŠTAMPAR

Letnik: 2., Projekt

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

asist. **Mitja Golob**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

asist. dr. **Rok Pahič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Timi Karner**

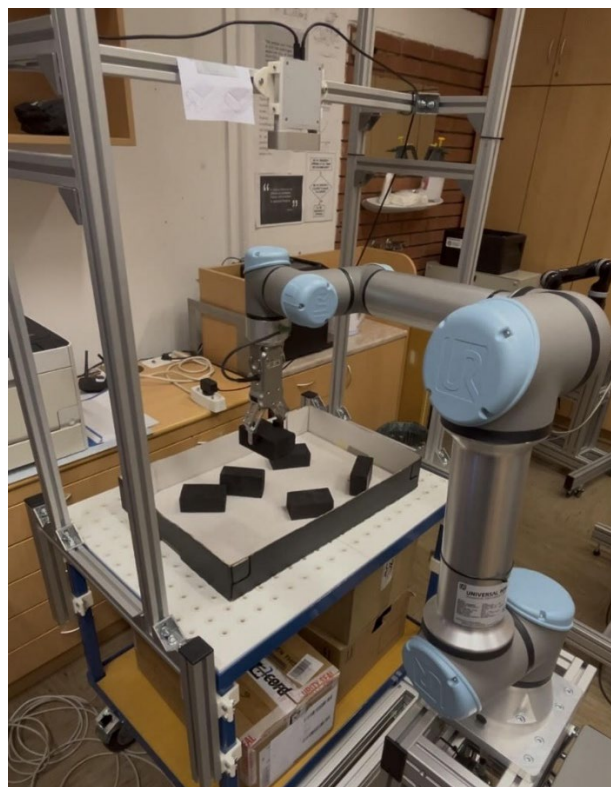
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

Cilj tega projekta je bila optimizacija sistema za inteligentno pobiranje objektov s kolaborativnim robotom. Namen raziskave je bil izboljšati natančnost in hitrost sistema s pomočjo naprednih metod kalibracije ter odpravo nepotrebnih vizualizacij in interakcij, ki upočasnjujejo delovanje. Projekt obravnava avtomatizirano pobiranje neurejeno postavljenih objektov, kar je ključen korak pri pakiranju in prelaganju izdelkov. Sistem temelji na globinski kameri (RGB-D) za določanje pozicije in orientacije objektov ter nevronske mreže YOLO v4 za zaznavo predmetov. Robotska roka nato izvede načrtovano trajektorijo z izogibanjem kolizij, pri čemer se uporablja programski paket Matlab in Robotic Operating System (ROS). Prvi korak je bil razvoj algoritma za kalibracijo kamere glede na robotsko roko. Uporabili smo postopek kalibracije s šahovnico, pri katerem robot zajema slike iz različnih pozicij, pridobi transformacijske matrike ter izračuna optimalno transformacijo med bazo robota in kamero. Kalibracija omogoča natančnejšo določitev položaja objektov v prostoru, kar je ključno za uspešno pobiranje. Naslednja faza je bila optimizacija sistema. Analiza obstoječega delovanja je pokazala, da vizualizacije gibanja robota in uporabniška interakcija (npr. potrjevanje vsakega gibanja) povzročajo nepotrebne zamude. S prilagoditvijo kode smo odstranili nepotrebne prikaze gibanja in

interaktivne elemente, kar je omogočilo hitrejše izvajanje algoritmov. Prav tako sva pri pobiranju ter odlaganju odstranila vmesna odvečna giba ter zakasnitve pri prehajanju med gibi. Na sistemu smo zamenjali tudi robotsko dvoprstno prijemalo. Prehod iz prijemala Robotiq 85-2f na OnRobot RG2 je zahteval spremembo metode krmiljenja. Implementirali smo ROS storitev za nadzor prijemala, kar je izboljšalo odzivnost sistema in zmanjšalo čas pobiranja. Rezultati optimizacije so pokazali občutno izboljšanje hitrosti in učinkovitosti. Odstranitev vizualizacije in potrjevanja je zmanjšala čas enega cikla pobiranja in odlaganja iz 120 s na 40 s, kar predstavlja 3-krat hitrejši cikel. Kalibracija je prav tako povečala natančnost pobiranja, kar zmanjšuje število neuspešnih poskusov prijema.

Zaključimo lahko, da so bile izvedene izboljšave ključne za večjo zmogljivost in robustnost sistema. Nadaljnje delo bo osredotočeno na dodatno optimizacijo zaznavanja objektov ter integracijo naprednih algoritmov načrtovanja gibanja.



Slika 1: Robotska celica

Vir: lasten

Ključne besede: bin picking, kolaborativni robot UR5e, RGB-D kamera, ROS, YOLO v4

NADGRADNJA APLIKACIJE IGRANJA ŠAHA S KOLABORATIVNIM ROBOTOM

ANŽE OSTRUH, KLEMEN VOSTNER

Letnik: 2., Projekt

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

asist. **Mitja Golob**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

izr. prof. dr. **Uroš Župerl**

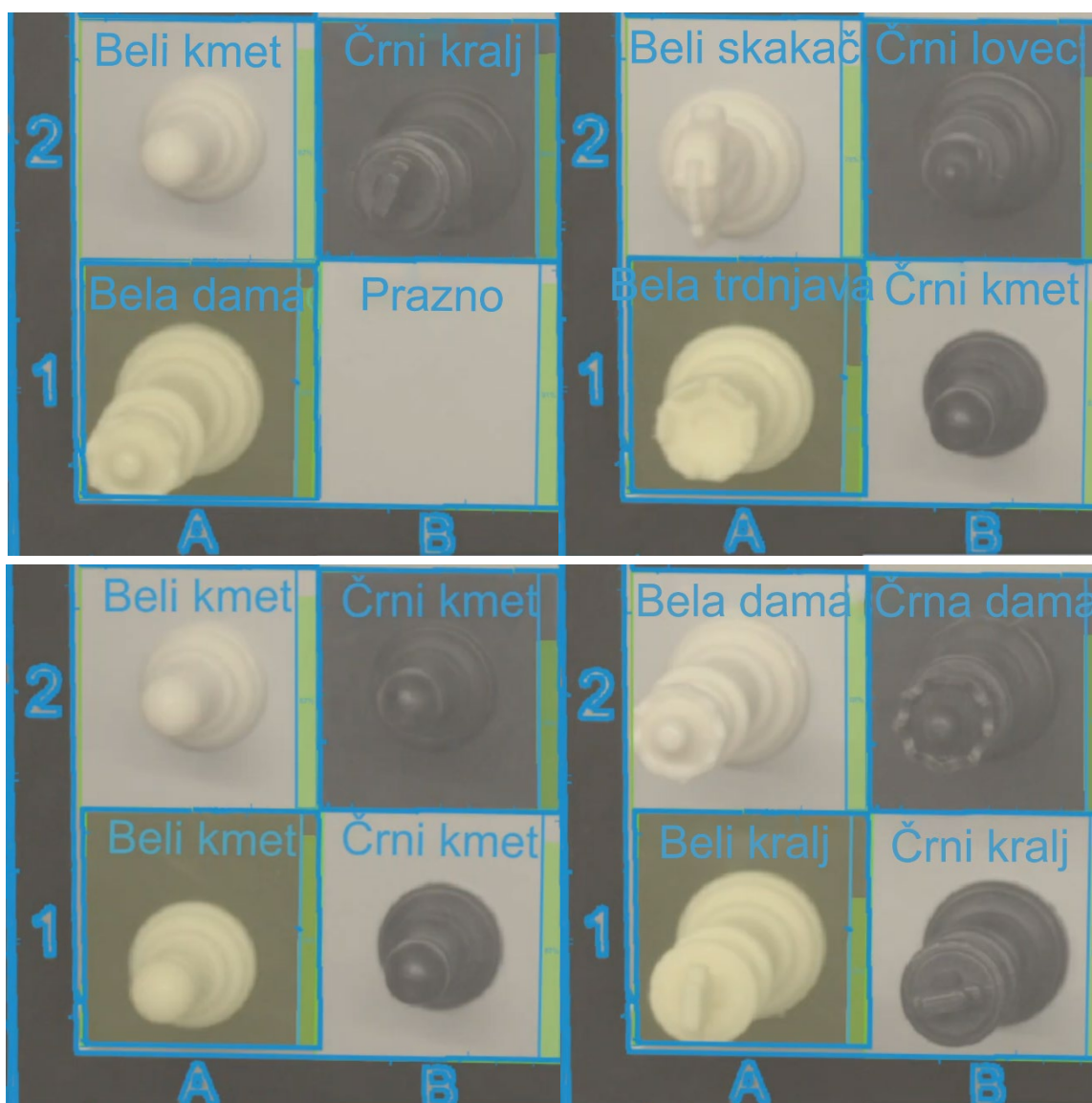
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

V Laboratoriju za industrijsko robotiko je bila razvita robotska aplikacija, v kateri dva kolaborativna robota UR3 igrata šah. Trenutna aplikacija je zasnovana tako, da omogoča človeku igranje šaha le preko aplikacije, ki teče na nadzornem računalniku, pri čemer premike šahovskih figur na realni šahovnici vedno izvajata izključno robota.

V okviru projekta je bila izvedena nadgradnja obstoječe aplikacije igranja šaha, da bi bilo omogočeno igranje tudi na način, kjer lahko človek sam izvaja premike šahovskih figur na realni šahovnici. V ta namen je bil uporabljen sistem strojnega vida, ki omogoča določanje lege šahovnice in posameznih šahovskih figur na njej. Pri nadgradnji smo izhajali iz že obstoječe aplikacije ter dodali sistem strojnega vida. Pri snovanju končne rešitve smo se oprli na obstoječe rešitve iz izbranih virov. Avtorji teh virov so predlagali uporabo strojnega vida in umetne inteligence, zato smo v končni rešitvi izbrali kamero SICK Inspector83x, ki vključuje strojni vid in omogoča prepoznavanje predmetov z umetno inteligenco. Med zaznavanjem figur so se pojavile težave, kot so bleščanje šahovnice in napačna zaznava figur zaradi nizkega kontrasta (črna figura na črnem polju in bela figura na belem polju). Te težave smo odpravili z ustrezno konfiguracijo kamere, pri čemer smo prilagodili nastavitve svetlosti, časa osvetlitve, kontrasta itd. Za ustrezno prepoznavanje figur z uporabo umetne inteligence smo morali za vsako figuro posneti deset slik na posameznem polju šahovnice, saj je sistem ob manjši količini slik figure napačno

prepoznaval. Testni rezultati so pokazali, da sistem pravilno in zanesljivo prepozna tip šahovske figure na določenem polju šahovnice, kar omogoča natančno spremljanje poteka igre in zagotavlja boljšo interakcijo med človekom in robotom. V prihodnje bomo implementirali algoritem za samodejno konfiguracijo kamere, ki bo omogočil prilagajanje nastavitve svetlosti, časa osvetlitve in kontrasta glede na spremembe v osvetlitvi okolice. Za uspešno in zanesljivo pobiranje šahovskih figur s kolaborativnim robotom bo treba v fazi konfiguracije kamere določiti kot izhodni podatek še informacijo o legi posamezne šahovske figure na posameznem šahovskem polju.



Slika 1: Prepoznavanje figur na šahovnici

Vir: lasten

Ključne besede: šah, kolaborativni industrijski robot UR, strojni vid, umetna inteligenca

KINESTETIČNO UČENJE UR10E ROBOTA S POMOČJO SIEMENS S7-1500

RENE FUREK, TIMOTEJ JURGEČ

Letnik: 2., Projekt

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

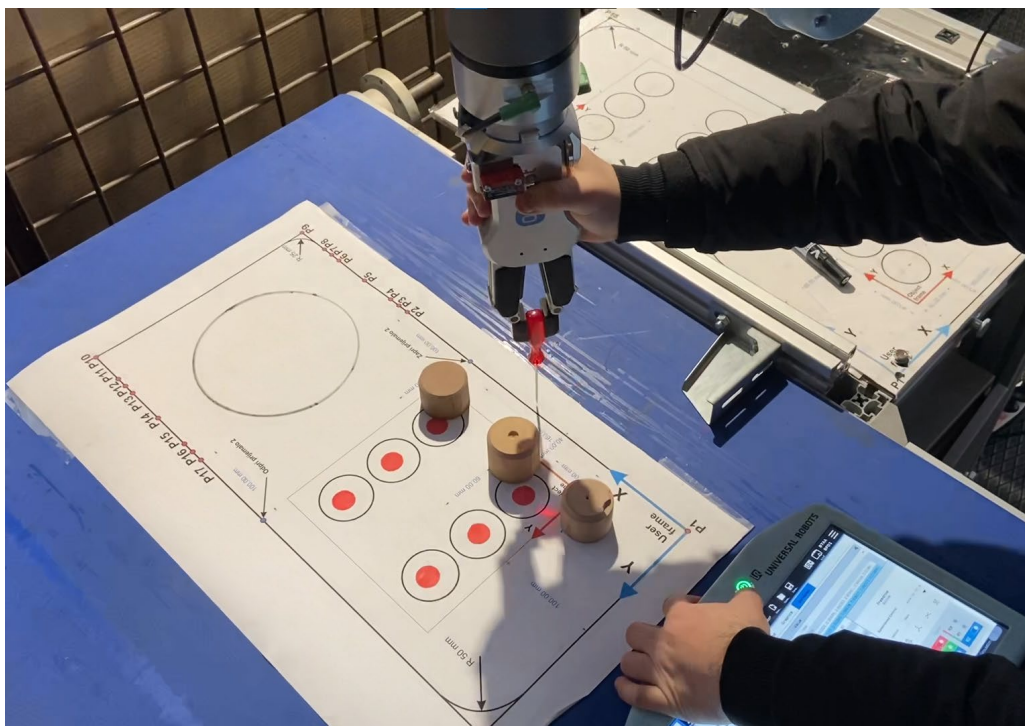
izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

Sodelovalni roboti postajajo vse bolj priljubljeni v industriji zaradi svoje varnosti, prilagodljivosti in enostavne integracije. Eden glavnih izzivov pri njihovem programiranju je hitro in intuitivno učenje novih trajektorij. Kinestetično učenje, kjer operater premika robota po želeni poti, omogoča enostavno določanje trajektorije brez ročnega programiranja koordinat. Čeprav podobne rešitve že obstajajo, so dražje, saj zahtevajo specializirana prijemala in programsko opremo. Prednost naše rešitve je uporaba krmilnika Siemens S7-1500, ki poleg shranjevanja trajektorije omogoča tudi druge avtomatizacijske naloge, kar zmanjšuje stroške in povečuje prilagodljivost sistema.

V programu TIA Portal smo razvili logiko, ki glede na hitrost in položaj TCP-ja shranjuje točke med ročnim vodenjem robota. Shranjeni podatki se po potrebi pošljejo robotu, ko jih robotski program zahteva. Ob zagonu programa se robot nato premika po trajektoriji, ki je bila shranjena v krmilniku.



Slika 1: Učenje trajektorije

Vir: lasten

Ključne besede: kinestetično učenje, Profinet, TCP, TIA Portal

NADGRADNJA FESTO CP-LAB SISTEMA

MAJ MESARIČ, BEN ŠNAJDER

Letnik: 2., Projekt

red. prof. dr. **Darko Lovrec**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Vito Tič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

red. prof. dr. **Riko Šafarič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

V današnjih proizvodnih procesih je pojem Industrija 4.0 zelo aktualen. Industriji 4.0 pogosto rečemo tudi kar četrta industrijska revolucija. Nanaša se na avtomatizacijo proizvodnih procesov s pomočjo štirih področij: kibernetsko-fizikalni sistem, internet stvari, računalništvo v oblaku in kognitivno računalništvo. Z dobro uporabo vseh štirih področij nam koncept Industrija 4.0 omogoča boljšo produktivnost in učinkovitost procesov, boljši nadzor in analitiko procesov ter dobro modularnost in možnost po integraciji novih sistemov v obstoječe procese. Naloga v okviru projekta se nanaša na strojni vid in fizikalni sistem, na katerem je izvedena nadgradnja delovanja procesa.

Projekt je izveden na sklopu učnih postaj Festo CP Lab. Na eni od učnih postaj je potreben ročni poseg upravljalca, ki mora pravilno namestiti varovalke na elektronsko tiskano ploščo in to ploščo vstaviti v ohišje. Tukaj lahko zaradi človeškega faktorja pride do napake. Cilj projekta je nadgraditi delovanje učne postaje s strojnim vidom, ki preverja ali so varovalke, glede na zahteve pravilno vstavljene. Projekt obsega namestitve kamere in Beckhoff krmilnika na učno postajo, povezavo vseh komponent z uporabo Ethernet TCP/IP in Profinet tehnologije ter izdelavo programa za Siemens krmilnik, ki služi za krmiljenje komponent učne postaje in izdelavo programa za Beckhoff krmilnik, ki izvaja proces strojnega vida.

Ključne besede: Industrija 4.0, Strojni vid, Siemens, Beckhoff, Tia Portal, TwinCAT, FESTO, Profinet, Template Matching algoritem, avtomatizacija

UPORABNIŠKI VMESNIK ZA ROBOTSKE SISTEM POBIRANJA KOSOV V RAZSUTEM STANJU IZ ZABOJNIKA

URBAN KOLMAN

Letnik: 2., Projekt

izr. prof. dr. Aleš Hace

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

izr. prof. dr. Uroš Župerl

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

dr. Rok Pahič

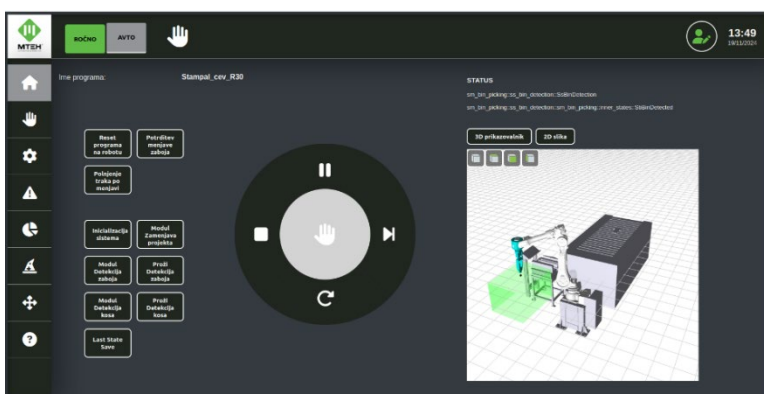
Marovt d.o.o.

mentorji

Projektno delo obravnava razvoj in implementacijo univerzalnega spletnega grafičnega vmesnika za upravljanje in nadzor robotskega sistema za pobiranje kosov v razsutem stanju iz zabojnika. Ta tehnologija omogoča prepoznavanje in pobiranje neurejenih kosov z robotom, kar je ključno za avtomatizacijo kompleksnih proizvodnih procesov. Učinkovit uporabniški vmesnik je bistvenega pomena za izboljšanje interakcije med operaterjem in robotskim sistemom. Cilj projekta je ustvariti intuitiven, prilagodljiv in vizualno pregleden vmesnik, ki bo omogočal enostavno upravljanje sistema, s čimer bo povečana produktivnost, zmanjšani stroški in izboljšana fleksibilnost proizvodnje. Vmesnik, razvit v programskem jeziku JavaScript, temelji na komunikaciji med spletno stranjo in robotskim operacijskim sistemom ROS2 Humble, pri čemer uporablja knjižnico roslibjs in komunikacijski protokol Rosbridge. Ključne funkcionalnosti vključujejo izvajanje storitvenih klicev, objavljanje in naročanje podatkov v realnem času ter vizualizacijo 3D modela robota med delovanjem in oblaka točk zaznanih objektov. Poleg tega omogoča nadzor parametrov robotskega sistema, vnos in shranjevanje projektov v podatkovno bazo MongoDB ter intuitivno prilagajanje strategij pobiranja.

Grafični vmesnik vključuje napredne funkcionalnosti, kot so interaktivna vizualizacija gibanja robota v realnem času, dinamična konfiguracija prijemala in simulacija pobiranja kosov. Integracija s sistemom noVNC omogoča neposreden dostop do PyQt aplikacije za parametrično modeliranje CAD modelov, pri čemer knjižnica pyOCC zagotavlja natančno definicijo pobiralnih točk. Poleg tega omogoča spremljanje diagnostičnih podatkov sistema, zaznavanje napak in hitro prilagajanje ključnih parametrov robotske celice.

Razviti sistem, ki združuje spletni grafični vmesnik z robotsko celico, je bil uspešno implementiran v avtomobilski industriji, kjer je demonstriral izboljšano učinkovitost in fleksibilnost v delovnem procesu. S svojo modularno zasnovo omogoča enostavno prilagoditev različnim industrijskim aplikacijam.



Slika 1: Uporabniški grafični vmesnik vmesnik

Vir: lasten



Slika 2: Robotski sistem za pobiranje kosov iz zabojnika

Vir: lasten

Ključne besede: spletni grafični vmesnik, bin-picking, programiranje, ROS2

IMPLEMENTACIJA IR IN TLAČNIH SENZORJEV NA DIRKALNIKU FORMULA STUDENT

GABRIJEL ŠKRABA, ŽAN HABJANIČ

Letnik: 2., Projekt

red. prof. dr. **Darko Lovrec**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Vito Tič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

doc. dr. **Mitja Truntič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorji

Cilj projekta je bila raziskava možnosti uporabe IR in tlačnih senzorjev ter izdelava prototipa za formulo Student. Prototip deluje na principu IR senzorja proizvajalca Omron, ki meritve temperature shranjuje v vektor iz osmih polj in s pomočjo brezžičnega prenosa podatkov preko WiFi omrežja pošilja podatke na spletno platformo. Tam se v realnem času vizualizirajo meritve temperature s pomočjo grafičnega prikaza, hkrati pa je omogočen izvoz zbranih podatkov v Excel datoteko. Testne meritve so bile opravljene, a niso bile izvedene na dirkalnem vozilu (Formula), temveč v kontroliranem okolju.

Ključne besede: temperaturni senzor, tlačni senzor, Formula Student

FLY-BY-WIRE SISTEM RADIJSKO-VODENEGA LETALA ZA ELEKTRONSKI NADZOR STABILNOSTI ALI AVTONOMNI LET

MATIC DREU, MATJAŽ PERNEK

Letnik: 2., Projekt

red. prof. dr. **Riko Šafarič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

izr. prof. dr. **Simon Klančnik**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

Projekt je nastal z namenom udeležbe na tekmovanju Design/Build/Fly v Arizoni, ZDA. Ena od misij tekmovanja je bila izdelava avtonomnega letala, ki po letu glavnega letala samostojno pristane na določenem območju.

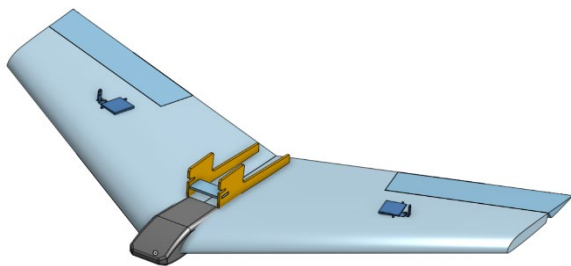
Projekt se je začel s spoznavanjem aerodinamike in modeliranjem letal. Ker je bila ena od omejitev teža letala, smo z namenom testiranja različnih tipov letal izvedli analizo klasičnega jadralnega letala in letečega krila. Ker se bo letalo gibalo pri manjših hitrostih oziroma pri Reynoldsovem številu pod 120.000, smo morali najprej poiskati ustrezen aeroprofil krila – takšen, ki bo pri teh hitrostih zagotavljal največ vzgona.

Posebnost letečega krila je, da nima repa, kar pomeni, da za doseganje statične in dinamične stabilnosti potrebujemo profile krila posebne S-oblike. Po testiranju različnih aeroprofilov v programskem okolju XFLR5 smo pričeli z izračunavanjem optimalne geometrije kril letala. Pred začetkom računanja smo si zadali nekaj robnih pogojev, kot so maksimalna teža, povprečna hitrost leta, koeficient vzgona ter razmerje stranic krila (AR). Po pridobitvi teh podatkov in izbiri dimenzij kril smo pričeli z izdelavo CAD-modelov obeh letal.

Razvili smo tudi tri različna integrirana vezja za obdelavo podatkov. Prvo PCB vezje je vsebovalo barometer in žiroskop s komunikacijo preko I2C, drugo vezje je imelo enake komponente, vendar je komunikacija potekala preko SPI, tretje vezje pa je vključevalo še mikrokontroler ESP32.

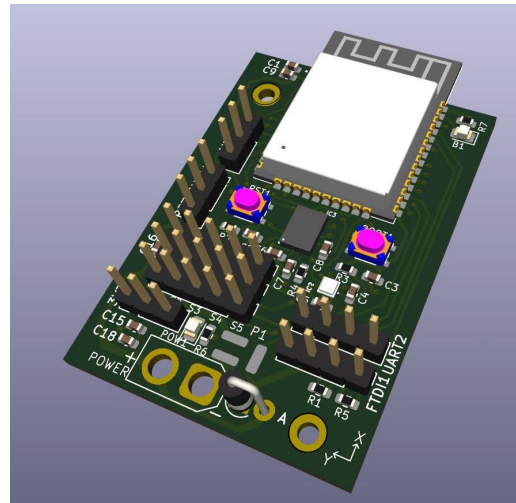
Zaradi manjše mase in boljše ergonomije smo se na koncu odločili za leteče krilo. Krila smo izdelali s pomočjo CNC-stroja, ki je izrezal njihovo obliko iz materiala XPS z vročo žico. Ostali sestavni deli letala so GPS sprejemnik, 1S LiPo baterija, integrirano vezje ter dva servomotorja za nadzor krilc.

Med testiranjem smo izvedli nekaj sprememb v dizajnu, kar je izboljšalo stabilnost leta. Leteče krilo smo v zrak dvignili s pomočjo vlečnega letala, ki ga je na določeni višini izpustilo. Med letom smo zbirali podatke, ki smo jih kasneje uporabili za analizo leta.



Slika 1: Leteče krilo

Vir: lasten



Slika 2: PCB

Vir: lasten

Ključne besede: aerodinamika, Leteče krilo, izdelava PCB, CAD, CNC

AVTONOMNI ROBOTSKI SISTEM ZA POBIRANJE ŠPARGLJEV (SPARBOT)

DOMINIK HRASTNIK, MATIC LEVAČIČ

Letnik: 2., Projekt

doc. dr. **Mitja Truntič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

izr. prof. dr. **Simon Klančnik**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

doc dr. **Jurij Rakun**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
mentorji

Projekt se osredotoča na razvoj avtomatiziranega sistema za pobiranje špargljev z uporabo robotske roke Magician E6 in algoritma YOLO za prepoznavo objektov. Cilj projekta je bil zasnovati rešitev, ki omogoča natančno identifikacijo in pobiranje špargljev s pomočjo strojnega vida, umetne inteligence in robotike.

V prvi fazi smo razvili mehansko prijemalo, prilagojeno za nežno pobiranje in odrez špargljev. Za zaznavanje primernih špargljev smo uporabili strojni vid in izvedli anotacijo slik v platformi Roboflow, s čimer smo omogočili učenje modela YOLO. Model smo nato izučili v okolju Python ter razvili algoritem za prepoznavanje špargljev in oceno njihove primernosti za pobiranje. Pri tem smo upoštevali različne dejavnike, kot so oblika in barva špargljev ter svetlobni pogoji, s ciljem izboljšanja robustnosti sistema.

Eden ključnih izzivov projekta je bila integracija sistema v okolje ROS2, ki bi omogočila avtomatsko določanje koordinat špargljev in njihovo pobiranje z robotsko roko. Zaradi tehničnih omejitev povezave v ROS2 smo izvedli prilagojeno simulacijo pobiranja, pri čemer smo robotsko roko programirali po točkah. Implementiran program je omogočil natančno pobiranje, odlaganje špargljev in premik na naslednjo tarčo, ob upoštevanju optimalnih gibalnih poti za preprečevanje kolizij.

Projekt je prispeval k razvoju kompetenc na področjih strojnega vida, umetne inteligence, robotike in avtomatizacije kmetijskih procesov. Pridobljeno znanje bo služilo kot osnova za nadaljnji razvoj naprednih avtomatiziranih sistemov v preciznem kmetijstvu.



Slika 1: Robotska roka Magician E6 na delovni postaji z nameščenimi šparglji

Vir: lasten

Ključne besede: avtomatizirano pobiranje špargljev, strojni vid, umetna inteligenca, robotska roka Magician E6

NAPREDNA AVTOMATIZACIJA SISTEMA ZA PREMIKANJE KRHKEGA PREDMETA S SERVOPNEVMATSKIM REGULATORJEM

MAJA RADOVANOVIĆ, PETAR VINCEKOVIĆ

Letnik: 2., Projekt

izr. prof. dr. **Uroš Župerl**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Goran Mundar**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. **Aleš Hace**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

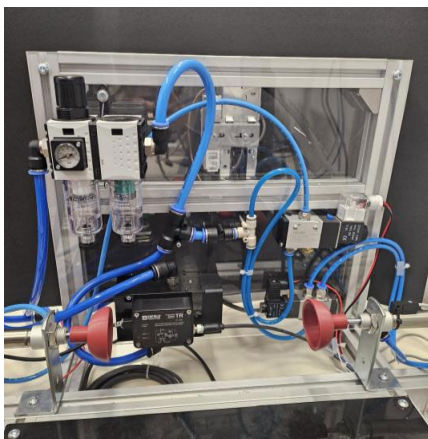
mentorja

Projekt je osredotočen na avtomatizacijo in nadgradnjo obstoječega servosistema za sinhrono premikanje krhkega predmeta, kot je jajce, z uporabo servopnevmatskega ventila Enfield TR-010-g10s ter Siemensovega PLK krmilnika S7-1200. Cilj projekta je izboljšati natančnost, varnost in nadzor nad gibanjem s integracijo dodatnih senzorjev ter s uporabo napredne vizualizacije sistema. V prvi fazi je bilo potrebno dodati dva Reed senzorja ter preveriti povezljivost vseh komponent sistema na DB25 konektor. Potem je bila izdelana električna shema v programskem okolju Visual Paradigm Online. Po priključitvi vseh vhodov in izhodov iz obstoječega sistema na PLK krmilnik je sledilo programiranje samega servosistema s pomočjo programskega okolja TIA Portal 18. V drugi fazi projekta je bilo potrebno implementirati vizualizacijo sistema v realnem času, ki bo uporabnikom omogočila spremljanje delovanja, prilagajanje nastavitev in optimizacijo samega procesa. Na ta način je delovni tlak v sistemu mogoče nastavljati na tri načine. Potem smo zmodelirali prijemalo za jajce v programskem okolju SolidWorks ter model prijemala natisnili s pomočjo 3D tiskalnika.

Projekt zajema razvoj krmilnega sistema, ki uporablja tri različne metode krmiljenja:

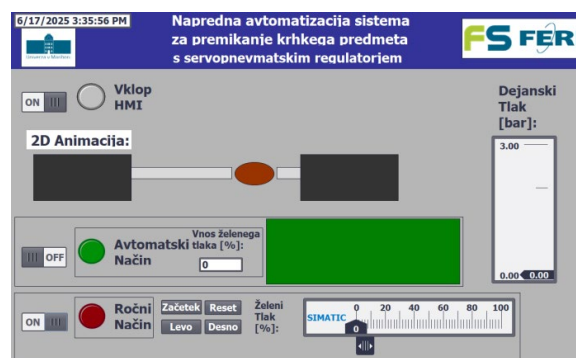
- Ročno krmiljenje – neposreden nadzor uporabnika.
- Krmiljenje preko proizvajalčevega vmesnika za Enfield TR ventil – omogoča enostavno upravljanje preko obstoječega vmesnika.
- Krmiljenje z uporabo PLC krmilnika Siemens S7-1200 – omogoča avtomatizirano in kompleksno upravljanje.

Projekt predstavlja pomemben tehnični izziv, saj vključuje integracijo različnih krmilnih metod, senzorjev in napredne vizualizacije. Prav tako nudi študentom priložnost za pridobivanje praktičnih izkušenj pri razvoju industrijskih avtomatiziranih sistemov.



Slika 1: Servosistem za sinhrono premikanje krhkega predmeta in nadzorna plošča z vsemi tipkami in lučkami

Vir: lasten



Slika 2: HMI vizualizacija

Vir: lasten

Ključne besede: avtomatizacija servosistem, sinhrono premikanje krhkega predmeta, servopnevmatski ventil TR-010-g10-s, PLC krmilnik S7-1200, vizualizacija

UPORABA ANALIZE SLIK ISKER IN UMETNE INTELIGENCE ZA NAPOVEDOVANJE LASTNOSTI JEKEL

MIHA KAVČIČ, ROK KNUPLEŠ

Letnik: 2., Projekt

izr. prof. dr. Uroš Župerl

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. Goran Mundar

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

izr. prof. dr. Aleš Hace

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mentorja

V projektu smo razvili metodo za napovedovanje lastnosti jekel na podlagi analize isker, ki nastanejo med brušenjem. Iskre vsebujejo pomembne informacije o kemični sestavi in mehanskih lastnostih materiala, zato smo jih podrobno analizirali s pomočjo strojnega vida in umetne inteligence. Cilj raziskave je bil ugotoviti, ali lahko na podlagi značilnosti isker, kot so barva, svetlost, dolžina in širina isker, zanesljivo napovemo kemično sestavo jekel (vsebnost ogljika) ter njihovo trdnost (HBW).

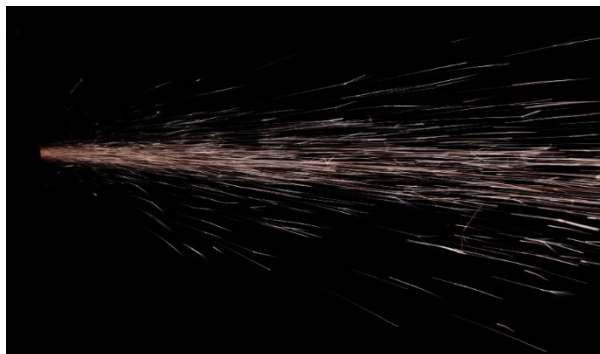
Eksperimentalni del je zajemal brušenje 70 vzorcev različnih vrst jekel, pri čemer smo zajemali slike isker z visokohitrostno kamero. Te slike smo nato obdelali s programskimi orodji in pridobili ključne značilnosti isker, ki smo jih uporabili kot vhodne podatke za razvoj napovednih modelov. Uporabili smo različne metode umetne inteligence, vključno z nevronske mrežami (ANN) in adaptivnimi nevronske-fuzzy sistemi (ANFIS). Rezultati analize so pokazali, da je mogoče s pomočjo nevronske mreže relativno natančno napovedati kemično sestavo jekel, še posebej pri uporabi modelov s 30 nevroni v skriti plasti. Najbolj natančne napovedi so bile dosežene pri določitvi vsebnosti ogljika, medtem ko so bile napovedi trdnosti nekoliko manj natančne. ANFIS model je dal še boljše rezultate napram navadnim nevronske mrežam pri kemični sestavi ter pri trdnosti.

Uporaba analize isker kot diagnostične metode ponuja pomembne prednosti za industrijo. Omogoča hitro in nekontaktno določanje lastnosti jekel, kar lahko izboljša nadzor nad proizvodnimi procesi in zmanjša potrebo po dragih laboratorijskih analizah. Ta pristop bi lahko bil posebej koristen v avtomobilski in kovinskopredelovalni industriji, kjer je natančno poznavanje materialov ključno za zagotavljanje kakovosti končnih izdelkov.



Slika 1: Vzorci jekel

Vir: lasten



Slika 2: Slika isker

Vir: lasten

Ključne besede: analiza isker, umetna inteligenca, nevronske mreže, ANFIS, lastnosti jekel, brušenje, napovedni modeli

UPRAVLJANJE MIKROMOTORJA NANOROBOTA S HAPTIČNO NAPRAVO PHANTOM OMNI

MATIC BRUNEC, JAKOB HORVAT

Letnik: 2., Projekt

doc. dr. **Božidar Bratina**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Suzana Uran**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Timi Karner**

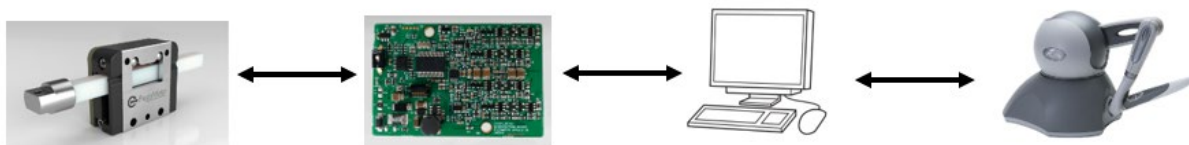
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorja

Pri tem projektu smo obravnavali upravljanje mikromotorja nanorobota s haptično napravo Phantom Omni. Cilj je bil razviti sistem, ki omogoča natančno in intuitivno krmiljenje piezo motorja LL06 s pomočjo haptičnega vmesnika. Uporabnik lahko preko povratnih sil občuti odziv motorja in tako izboljša nadzor nad njegovim gibanjem. Sistem temelji na povezavi haptične naprave in motorja preko krmilnikov PMD301 in PMD401, pri čemer smo implementirali ustrezno programsko rešitev za učinkovito komunikacijo med komponentami.

Predlagan pristop vključuje napredno interakcijo med uporabnikom in mikromehanskim sistemom, kar odpira nove možnosti na področju natančne robotike, medicinskih aplikacij in industrijske avtomatizacije. Rezultati testiranja potrjujejo, da haptično upravljanje piezo motorjev omogoča visoko stopnjo natančnosti in odzivnosti, kar je ključno pri aplikacijah, kjer je potreben precizen nadzor gibanja.

Sistem tako ponuja širok potencial za nadaljnji razvoj, zlasti pri daljinskem upravljanju robotov in preciznih manipulacijah. V prihodnosti bi bilo smiselno izboljšati povratne informacije iz motorja, optimizirati regulacijo gibanja ter raziskati uporabo naprednejših haptičnih naprav za še bolj realistično uporabniško izkušnjo.



Slika 1: Povezava komponent

Vir: lasten

Ključne besede: haptična naprava, piezo motor, DriveLab, Matlab, Simulink

RAZVOJ SISTEMA ZA LINEARNO MANIPULACIJO

DAVID PERŠAK, NIKO HOJNIK

Letnik: 2., Projekt

doc. dr. **Mitja Truntič**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Darko Hercog**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

doc. dr. **Timi Karner**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

asist. **Rok Belšak**

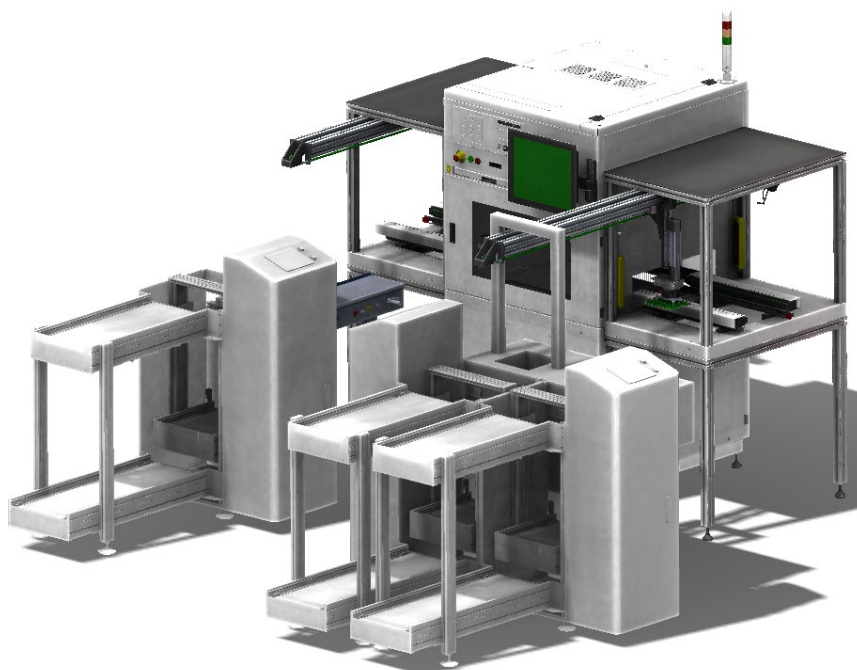
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

mentorji

V sklopu projekta je bil zasnovan sistem za linearno manipulacijo lažjih objektov. S programskim orodjem SolidWorks smo skonstruirali manipulator tako, da ga je mogoče integrirati v obstoječo obdelovalno celico. S programskim orodjem EasyEDA smo izdelali električni načrt, iz katerega je razvidna priključitev uporabljene strojne opreme (napajalnik, senzorji, aktuatorji, krmilnik itd.).

Vodenje posameznih osi manipulatorja je izvedeno s krmilnikom Siemens S7-1200 in koračnimi motorji ter pripadajočimi krmilniki motorjev, algoritem vodenja pa je bil izdelan v razvojnem okolju TIA Portal.

S programskim jezikom Python smo izdelali tudi uporabniški vmesnik in ga s knjižnico Snap7 povezali z uporabljenim krmilnikom.



Slika 1: Sistem za linearno manipulacijo

Vir: lasten

Ključne besede: Solidworks, Python, Siemens, TIA Portal, EasyEDA, linearna manipulacija

14. LETNA KONFERENCA MEHATRONIKE 2025: ZBORNİK POVZETKOV ŠTUDENTSKIH PROJEKTOV

UROŠ ŽUPERL,¹ ALEŠ HACE² (UR.)

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenija
uros.zuperl@um.si

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Slovenija
ales.hace@um.si

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) in Fakulteta za strojništvo (FS) Univerze v Mariboru (UM) sta edini v Sloveniji, ki izvajata kakovostne samostojne študijske programe Mehatronike na dodiplomski univerzitetni in visokošolski strokovni 1. stopnji ter na podiplomski magistrski 2. stopnji študija. Diplomirani inženir Mehatronike je v domači industriji, še bolj pa v naši soseščini, izredno in vedno bolj iskan profil, strokovnjaki na tem področju pa sodelujejo v proizvodnji in razvoju najsodobnejših mehatronskih izdelkov. Študijski programi Mehatronike na Univerzi v Mariboru se odlikujejo s projektno orientiranim načinom izobraževanja, kjer študenti delajo v skupinah na različnih praktičnih mehatronskih problemih. Rezultate svojega projektne dela predstavijo študenti javno konec zimskega semestra in konec študijskega leta na Letni konferenci Mehatronike. Tako so letos na konferenci predstavili (organizirani v dveh delih 20. 2. 2025 in 26. 6. 2025) 46 projektov, od tega 16 projektov študenti visokošolskega strokovnega programa, 18 projektov študenti univerzitetnega dodiplomskega študijskega programa in 12 projektov študenti podiplomskega magistrskega študijskega programa. Povzetke teh projektov smo zbrali v pričujoči zbornik, kjer so predstavljene osnovne informacije, več podrobnosti pa so ekipe študentov predstavile na javni konferenci. Vsi projekti so zanimivi, zato vas v imenu organizatorjev FERI in FS vabimo, da se udeležite tudi naslednje Letne konference Mehatronike!

DOI

[https://doi.org/
10.18690/um.feri.6.2025](https://doi.org/10.18690/um.feri.6.2025)

ISBN

978-961-299-031-2

Ključne besede:

mehatronika,
robotika,
avtomatika,
industrija,
študentski projekti

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.feri.6.2025](https://doi.org/10.18690/um.feri.6.2025)

ISBN
978-961-299-031-2

Keywords:
mechatronics,
robotics,
automatization,
industry,
student projects

14TH ANNUAL CONFERENCE OF MECHATRONICS 2025: BOOK OF ABSTRACTS, STUDENT PROJECTS

UROŠ ŽUPERL,¹ ALEŠ HACE² (EDS.)

¹ University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, Maribor, Slovenia
uros.zuperl@um.si

² University of Maribor, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Maribor, Slovenia
ales.hace@um.si

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science (FERI) and Faculty of Mechanical Engineering (FS) of University of Maribor (UM) are the only ones in Slovenia to conduct quality independent study programmes of Mechatronics at the undergraduate academic, higher professional and at the postgraduate master level. The study programs of Mechatronics at the University of Maribor are distinguished by the project-oriented method of education, where students work in groups on various practical mechatronic problems. The results of their project work are presented at the end of the study semesters at the Mechatronics Annual Conference. Thus, this year, our students at the conference organized (in two parts on February 20 and on June 26, 2025) represent a total of 46 projects. 16 projects were represented by students of a professional study programme, 18 projects by students of an academic undergraduate study program, and 12 projects by students of the postgraduate master study programme. Summaries of these projects have been gathered in the present Proceedings where basic information is shown. More details you can find out at the conference. All the projects are interesting and therefore we invite you on behalf of the FERI and FS organizers to take part in next year's Annual Mechatronic Conference!

