

Primjena industrijskih robota

Priručnik za fakultativnu nastavu iz
robotike za četvrte razrede smjera
tehničar za mehatroniku

Priručnik za nastavnike

Vinkovci, 2023.

Sadržaj

Uvod	4
Modul	5
Ciljevi, ishodi, kompetencije	6
Vođeni proces učenja i poučavanja	7
Upravljački uređaj robota	8
Postupak upisa programa u	9
upravljački uređaj	9
Simulacija rada robota	10
Daroviti učenici	11
Učenici s teškoćama u razvoju	13
Vođeni proces učenja i poučavanja	16
Daroviti učenici	17
Učenici s teškoćama u razvoju	19
Vođeni proces učenja i poučavanja	22
Spajanje opreme na industrijskog robota	23
Pokretanje jednostavnog automatiziranog sustava ...	24
Kreiranje upravljačkog programa za rad industrijskog robota	25
Daroviti učenici	26
Učenici s teškoćama u razvoju	27
Vođeni proces učenja i poučavanja	30
Daroviti učenici	31
Učenici s teškoćama u razvoju	32
Vođeni proces učenja i poučavanja	35
Simuliranje rada industrijskog robota	36
Izrada jednostavne robotske ruke i programa za simulaciju	37

Sadržaj

Daroviti učenici	38
Učenici s teškoćama u razvoju	39
Vođeni proces učenja i poučavanja	42
Pokretanje programa industrijskog robota	43
Rješavanje problema i optimizacija rada robota.....	44
Daroviti učenici	45
Učenici s teškoćama u razvoju.....	47
Vođeni proces učenja i poučavanja	50
Vrednovanje rezultata	51
Oblici učenja temeljenog na radu	53
Ručno definiranje koordinatnog sustava.....	54
Definiranje ulazno-izlaznih signala kod robota	
FANUC	56
Kreiranje i simulacija programa za prijenos tijela s	
jednog mjesta na drugo	59
Simulacija, pronalaženje i otklanjanje grešaka u	
kretanju robota	62
Korištenje unaprijed definiranih pozicijskih registara	
za kretanje robota	65
Vrednovanje programa vježbi s robotom FANUC	68
Daroviti učenici	70
Učenici s teškoćama u razvoju.....	71
Samostalne aktivnosti (projektni zadatak)	74
Izrada jednostavne robotske ruke	75
Vrednovanje projekta.....	78



Dobrodošli u metodički priručnik posvećen primjeni industrijskih robota, koji je namijenjen kao podrška edukatorima, nastavnicima i entuzijastima koji žele istražiti svijet robotike. Ovaj priručnik osmišljen je s ciljem pružanja praktičnih smjernica, metoda i primjera kako biste uspješno planirali, provodili i vrednovali nastavne aktivnosti vezane uz područje robotike.

Glavni cilj ovog priručnika jest pružiti strukturirani pristup koji će potaknuti aktivno učenje, kreativno razmišljanje i primjenu tehnoloških koncepata u stvarnim situacijama. Usredotočujemo se na razvoj metodičkih pristupa koji potiču istraživački duh, timski rad te primjenu raznolikih pedagoških tehnika kako bismo postigli zadane odgojno-obrazovne ishode u području robotike.

Svaki segment priručnika usmjeren je na poticanje generičkih kompetencija poput analize, sinteze, praktične primjene znanja, timskog rada, komunikacijskih vještina te sposobnosti samostalnog rada. Kroz svoja poglavlja, priručnik pruža konkretne metode, savjete i primjere kako bi se olakšalo razumijevanje i uvrštavanje materijala o robotici u nastavni proces.

Naglašavamo da je ovaj priručnik podložan promjenama te se može prilagoditi specifičnim potrebama i kontekstu edukativne prakse. Sadrži upute koje mogu biti korisne u različitim pedagoškim situacijama, potičući kreativnost, prilagodbu i interaktivnost kako bi se postigli najbolji rezultati u učenju o robotici.

Nadamo se da će ovaj priručnik biti korisna podloga i inspiracija za unapređenje nastavnog procesa te potaknuti daljnji razvoj vještina i znanja u području primjene industrijskih robota.



20



34



10

Naziv modula: **Primjena industrijskih robota**

1. Vođeni proces učenja i poučavanja: **20** sati
2. Oblici učenja temeljenog na radu: **34** sata
3. Samostalne aktivnosti (projektni zadatak): **10** sati

1. Vođeni proces učenja i poučavanja		
Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
1. OSNOVE UPRAVLJANJA ROBOTIMA	a. Upravljački uređaj robota	1
	b. Postupak upisa programa u upravljački uređaj	2
	c. Simulacija rada robota	1
2. UTVRĐIVANJE GREŠAKA U PROGRAMU		2
3. SPAJANJE OPREME I POKRETANJE AUTOMATIZIRANOG SUSTAVA	a. Spajanje opreme na industrijskog robota	2
	b. Pokretanje jednostavnog automatiziranog sustava	1
	c. Kreiranje upravljačkog programa za rad industrijskog robota	2
4. POZICIJE I STUPNJEVI SLOBODE GIBANJA		1
5. SIMULACIJA I IZRADA INDUSTRIJSKOG ROBOTA	a. Simuliranje rada industrijskog robota	1
	b. Izrada jednostavne robotske ruke i programa za simulaciju	2
6. POKRETANJE PROGRAMA ZA IZVRŠAVANJE SPECIFIČNIH ZADATAKA	a. Pokretanje programa industrijskog robota	1
	b. Rješavanje problema i optimizacija rada robota	2
Vrednovanje rezultata		2
UKUPNO SATI		20



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće modula

Cilj je modula stjecanje kompetencija potrebnih za pripremu upravljačkog programa za puštanje industrijskih robota u pogon, odabir odgovarajuće robotske ruke prema zahtjevima pojedinih zadataka, parametara programiranja te pronalaženja grešaka u postojećim programima. Učenici će programirati robotske ruke i koristiti alate za prijenos pojedinih objekata s jednog mjesta na drugo. Nakon uspješno završenog modula, učenici će biti osposobljeni za programiranje, otklanjanje pogrešaka i puštanje u pogon robotskih ruku.

Odgojno-obrazovni ishodi:

- Provesti postupak upisa programa u upravljački uređaj robota.
- Provjeriti rad robota simulacijom.
- Utvrditi grešku u programu za rad industrijskog robota.
- Izvesti spajanje opreme i pokrenuti jednostavan automatizirani sustav s robotom.
- Kreirati upravljački program za rad industrijskog robota.
- Objasniti pozicije i stupnjeve slobode gibanja robota.
- Simulirati rad i izraditi jednostavnog industrijskog robota i/ili robotsku ruku.
- Pokrenuti program industrijskog robota i/ili robotske ruke za izvršavanje specifičnog zadatka prema projektnom zadatku.

Generičke kompetencije:

- rješavanje problema
- aktivno učenje
- istraživanje različitih mogućnosti
- kreativno i kritičko promišljanje
- provođenje zamisli i djelovanje
- suradnja
- digitalna pismenost i korištenje tehnologija
- samovrednovanje.



Vođeni proces učenja i poučavanja



20



4

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
1. OSNOVE UPRAVLJANJA ROBOTIMA (4 sata)	a. Upravljački uređaj robota	1
	b. Postupak upisa programa u upravljački uređaj	2
	c. Simulacija rada robota	1

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Provesti postupak upisa programa u upravljački uređaj robota.
- Provjeriti rad robota simulacijom.

Upravljački uređaj robota



Ciljevi i zadaće:

- Razumijevanje rada upravljačkog uređaja robota i osnovnih principa njegovog funkcioniranja.
- Ovladavanje osnovnim operacijama i postavljanjem parametara upravljanja robotom.
- Upotreba tehnologije u razvoju vještina upravljanja robotima.
- Razvijanje kritičkog mišljenja i kreativnosti u rješavanju problema s robotima.

Uvodni dio:

- Učenici će istraživati osnovne dijelove upravljačkog uređaja robota i razgovarati o njihovim funkcijama.
- Demonstracija rada upravljačkog uređaja kroz interaktivne vježbe ili simulacije.

Središnji dio:

- Praktični rad na upravljanju robotom kroz postavljanje parametara za kretanje robota u određenim scenarijima.
- Korištenje tehnologije ili softverskih alata za simulaciju upravljanja robotima.

Završni dio:

- Analiza rezultata, rasprava o poteškoćama u upravljanju robotom te zajedničko pronalaženje rješenja za poboljšanje upravljanja.
- Zadatak za daljnje istraživanje ili projekte koji potiču kreativnost i kritičko razmišljanje o upravljanju robotima.

Ovaj nastavni sat integrira teorijsko razumijevanje principa upravljanja robotima s praktičnim radom na postavljanju parametara i kontroliranju kretanja robota, potičući istovremeno suradnju i razvoj kritičkog mišljenja u rješavanju problema vezanih uz upravljanje robotima.

Postupak upisa programa u upravljački uređaj



(20)



(4)



(2)

Ciljevi i zadaće dvosata:

- Razumjeti proces upisa programa u upravljački uređaj robota.
- Ovladavanje osnovama programiranja za kontrolu robota.
- Primjena tehnologije za razvoj vještina programiranja u kontekstu upravljanja robotima.
- Razvijanje kreativnosti i rješavanje problema kroz programiranje robota.

Uvodni dio:

- Objašnjenje različitih vrsta programa potrebnih za upravljanje robotima.
- Demonstracija procesa upisa programa u upravljački uređaj.

Središnji dio:

- Praktični rad na stvaranju osnovnih programa za kontrolu kretanja robota.
- Korištenje jednostavnih programskih alata ili platformi za upis koda u upravljački uređaj.

Završni dio:

- Analiza i rješavanje problema u programiranju, rasprava o izazovima i pronalaženje zajedničkih rješenja.
- Zadatak za daljnje istraživanje ili projekte koji potiču kreativnost u programiranju i rješavanju problema s robotima.

Ovaj dvosat integrira teorijsko razumijevanje postupka upisa programa u upravljački uređaj s praktičnim radom na programiranju, potičući učenike na suradnju i rješavanje problema u kontekstu upravljanja robotima kroz programiranje.

Simulacija rada robota



20



4



1

Ciljevi i zadaće sata:

- Razumjeti važnost simulacije rada robota u razvoju i testiranju funkcionalnosti.
- Ovladavanje alatima i metodama simulacije za praćenje ponašanja robota.
- Primjena simulacija za unapređenje radnih karakteristika i rješavanje problema robota.
- Razvijanje kritičkog mišljenja i analitičkih vještina u interpretaciji rezultata simulacija.

Uvodni dio:

- Objašnjenje važnosti simulacije u razvoju i testiranju funkcionalnosti robota.
- Prikaz različitih alata i tehnika za izradu simulacija rada robota.

Središnji dio:

- Praktični rad na izradi simulacija za testiranje različitih funkcionalnosti robota u različitim scenarijima.
- Korištenje alata za analizu rezultata simulacija i interpretaciju dobivenih podataka.

Završni dio:

- Analiza rezultata simulacija, otkrivanje problema i predlaganje mogućih rješenja ili poboljšanja.
- Zadatci za daljnje istraživanje ili projekti koji potiču kreativnost i analitičke vještine u rješavanju problema vezanih uz rad robota.

Ovaj sat integrira teorijsko razumijevanje važnosti simulacije rada robota s praktičnim radom na izradi simulacija, potičući učenike na analizu rezultata i predlaganje rješenja za unapređenje funkcionalnosti robota kroz simulacije.

Daroviti učenici



Darovitim učenicima možete dodatno izazvati znatiželju i kreativnost kroz dublje i složenije zadatke, koji će proširiti njihovo razumijevanje područja robotike i programiranja. Evo nekoliko prijedloga za svaki od prethodnih modula:

Upravljački uređaj robota

- Napredne funkcionalnosti kretanja - potaknite ih na istraživanje naprednih načina kretanja robota, poput rješavanja višedimenzionalnih problema kretanja ili razvoja strategija za grupno kretanje robota.
- Inovativni projekti upravljanja - potaknite ih na razvijanje inovativnih projekata koji integriraju više robota za izvođenje složenih zadataka, poput koordiniranog rada u timu ili autonomnog rada na višestrukim zadacima.

Postupak upisa programa u upravljački uređaj

- Programiranje algoritama umjetne inteligencije - potaknite ih na istraživanje primjene algoritama dubokog učenja ili algoritama pojačanog učenja za optimizaciju i autonomno učenje robota.
- Razvoj složenih funkcionalnosti - potaknite ih na razvijanje dodatnih funkcionalnosti koje proširuju mogućnosti upravljanja robotima, poput adaptivnog učenja ili rada u dinamičkim okruženjima.



Simulacija rada robota

- Istraživanje kompleksnih scenarija - potaknite ih na istraživanje simulacija za složene scenarije rada robota u različitim okruženjima, uz više faktora koji utječu na ponašanje robota.
- Razvoj inovativnih modela simulacija - potaknite ih na istraživanje i razvijanje naprednih modela simulacija, poput evolucijskih algoritama ili simulacija temeljenih na teoriji igara.¹

¹ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitom djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

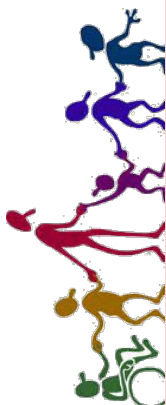
Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.



Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.²

² Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
2. UTVRĐIVANJE GREŠAKA U PROGRAMU		2

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Provjeriti rad robota simulacijom.
- Utvrditi grešku u programu za rad industrijskog robota.

Ciljevi i zadatci dvosata:

- Razumijevanje važnosti pronalaženja grešaka u programiranju.
- Ovladavanje metodama i alatima za pronalaženje i rješavanje pogrešaka u kodu.
- Razvijanje analitičkih vještina za dijagnosticiranje i ispravljanje programa.

Uvodni dio:

- Objašnjenje važnosti pronalaženja i ispravljanja grešaka u programiranju.
- Prikaz različitih vrsta grešaka koje se mogu pojaviti u programskom kodu.

Središnji dio:

- Praktični rad na prepoznavanju i ispravljanju grešaka kroz primjere programa s namjerno ugrađenim pogreškama.
- Korištenje alata za *debugiranje* i praćenje koraka izvođenja programa radi utvrđivanja grešaka.

Završni dio:

- Analiza ispravljenih programa i dijeljenje iskustava u rješavanju grešaka.
- Postavljanje zadataka za samostalno pronalaženje grešaka u manjim programima kao domaća zadaća.

Ovaj dvosat pruža osnove za prepoznavanje i rješavanje grešaka u programskom kodu kroz kombinaciju teorijskih objašnjenja, praktičnog rada te korištenja alata za praćenje i ispravljanje grešaka.

Daroviti učenici



Za darovite učenike možete dodatno proširiti i produbiti razumijevanje i vještine pronalaženja grešaka u programiranju kroz izazovnije zadatke i napredne metode. Evo prijedloga za prilagodbu modula za darovite učenike:

Modul: Pronalaženje grešaka u programu - prošireni pristup za darovite učenike

Dodatni ciljevi za darovite učenike:

- Razvijanje naprednih tehnika *debugiranja* i rješavanja problema u kodu.
- Istraživanje složenijih vrsta grešaka i njihovih posljedica za funkcionalnost programa.
- Korištenje naprednih alata za analizu koda i optimizaciju radnih karakteristika programa.

Prošireni sadržaj i zadatci:

- Istraživanje naprednih alata za *debugiranje* poput *profajlera*, alata za analizu koda i mogućnosti optimizacije radnih karakteristika.
- Analiza složenijih problema i grešaka u programskom kodu kroz projekte većih razmjera.
- Razvoj vještina timskog rada kroz zajedničko rješavanje složenih programskih izazova.



Napredni projekti za darovite učenike

Izazovni projekti za optimizaciju radnih karakteristika aplikacija kroz promišljanje i primjenu novih algoritama.

- Analiza stvarnih softverskih problema ili projekata s naglaskom na pronalaženje i ispravljanje složenih grešaka u stvarnom okruženju.
- Razvoj naprednih vještina u dijagnosticiranju i ispravljanju grešaka putem radionica ili dodatnih edukativnih materijala.

Ovi napredni izazovi pružaju darovitim učenicima priliku za istraživanje i praktičnu primjenu dubljih koncepata utvrđivanja grešaka u programiranju, što će im omogućiti da prošire svoje granice znanja i vještina u području programiranja.³

³ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitom djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

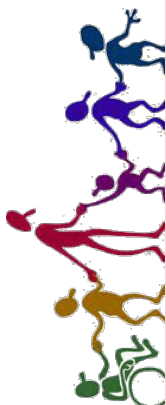
Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja).



S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.

Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).



Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.⁴

⁴ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



(20)



(5)

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
3. SPAJANJE OPREME I POKRETANJE AUTOMATIZIRANOG SUSTAVA (5 sati)	a. Spajanje opreme na industrijskog robota	2
	b. Pokretanje jednostavnog automatiziranog sustava	1
	c. Kreiranje upravljačkog programa za rad industrijskog robota	2

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Izvesti spajanje opreme i pokrenuti jednostavan automatizirani sustav s robotom.
- Kreirati upravljački program za rad industrijskog robota.



Spajanje opreme na industrijskog robota



20



5



2

Ciljevi dvosata:

- Razumijevanje procesa spajanja različite opreme na industrijskog robota.
- Ovladavanje osnovnim tehnikama integracije opreme u rad industrijskog robota.
- Razvijanje sposobnosti analize i rješavanja problema pri spajanju opreme na robota.

Uvodni dio:

- Predstavljanje različite opreme koja se može integrirati s industrijskim robotima i njihove funkcionalnosti.

Središnji dio:

- Demonstracija osnovnih tehnika spajanja opreme na industrijskog robota kroz praktične primjere.
- Radionica u kojoj će učenici korak po korak integrirati određenu vrstu opreme na robota uz vođenje nastavnika.

Završni dio:

- Provjeravanje i testiranje funkcionalnosti integrirane opreme na industrijskom robotu.
- Analiza problema koji su se mogli pojaviti tijekom integracije opreme i traženje rješenja.

Ovaj dvosat omogućuje učenicima da steknu osnovno razumijevanje i praktično iskustvo u spajanju različite opreme na industrijskog robota, što će im omogućiti osnove za daljnje istraživanje i razvoj vještina u području robotike i automatizacije.

Pokretanje jednostavnog automatiziranog sustava



(20)



(5)



(1)

Ciljevi sata:

- Razumijevanje osnovnih koraka za pokretanje automatiziranog sustava.
- Ovladavanje postavljanjem i pokretanjem jednostavnog automatiziranog sustava.
- Razvijanje sposobnosti analize funkcioniranja automatiziranog sustava i rješavanja osnovnih problema.

Uvodni dio:

- Predstavljanje osnovnih komponenti jednostavnog automatiziranog sustava i njihove uloge u automatizaciji.

Središnji dio:

- Praktične vježbe postavljanja i konfiguriranja automatiziranog sustava pod vodstvom nastavnika.
- Demonstracija rada sustava uz vođenje i upute učenika.

Završni dio:

- Analiza funkcioniranja sustava i prepoznavanje mogućih problema koji se mogu pojaviti tijekom rada sustava.
- Razgovor o mogućim rješenjima za osnovne probleme koji se javljaju pri pokretanju automatiziranog sustava.

Ovaj sat omogućuje učenicima da steknu osnovno znanje i vještine za pokretanje jednostavnih automatiziranih sustava te razvijaju sposobnost analize i rješavanja problema koji se mogu pojaviti pri njihovom radu.

Kreiranje upravljačkog programa za rad industrijskog robota



20



5



2

Ciljevi dvosata:

- Razumijevanje osnovnih principa i jezika programiranja industrijskih robota.
- Ovladavanje osnovnim koracima u kreiranju upravljačkog programa za rad industrijskog robota.
- Razvijanje sposobnosti analize, sinteze i vrednovanja programa za upravljanje robotima.

Uvodni dio:

- Predstavljanje osnovnih elemenata upravljačkog programa za industrijskog robota i njihova uloga u automatizaciji.

Središnji dio:

- Demonstracija osnovnih koraka u programiranju industrijskog robota uz praktične primjere.
- Radionica u kojoj učenici korak po korak izrađuju jednostavan upravljački program za industrijskog robota pod vodstvom nastavnika.

Završni dio:

- Testiranje izrađenog programa na industrijskom robotu i analiza rezultata.
- Razgovor o potencijalnim poboljšanjima i optimizaciji programa te rješenjima za eventualne probleme koji su se pojavili tijekom testiranja.

Ovaj dvosat omogućuje učenicima da steknu osnovno znanje i vještine u programiranju industrijskih robota te razvijaju sposobnost analize, sinteze i vrednovanja programa za upravljanje robotima.

Daroviti učenici



Za svaki od prethodno navedenih nastavnih sati, darovitim učenicima možete pružiti dodatne izazove i proširenja kako biste im omogućili naprednije iskustvo i daljnji razvoj njihovih vještina.

Modul: Kreiranje upravljačkog programa za rad industrijskog robota - prilagođeno darovitim učenicima

- Dublje razumijevanje jezičnih elemenata:
 - Istraživanje naprednih koncepata programiranja, kao što su funkcionalno i objektno orijentirano programiranje.
 - Izrada naprednih funkcija i algoritama koji optimiziraju radne karakteristike upravljačkog programa.
- Napredne tehnike optimizacije:
 - Analiza naprednih algoritama i primjena složenijih optimizacijskih strategija.
 - Istraživanje mogućnosti paralelnog programiranja i primjena na kontrolu robota.
- Samostalni projekt:
 - Razvoj složenog sustava za specifične zadatke u robotici ili automatizaciji, uz podršku nastavnika.
 - Istraživanje novih tehnologija i trendova u području robotike te primjena stečenog znanja u stvarnom projektu.

Ovakvi prilagođeni zadatci omogućuju darovitim učenicima da prošire svoje znanje, istraže napredne koncepte u području robotike i programiranja te steknu praktično iskustvo kroz razvoj složenih sustava.⁵

⁵ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitim djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

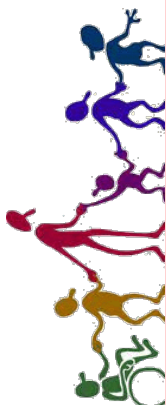
Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.



Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis).

Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.⁶

⁶ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



(20)



(1)



(1)

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
4. POZICIJE I STUPNJEVI SLOBODE GIBANJA		1

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Objasniti pozicije i stupnjeve slobode gibanja robota.

Ciljevi modula:

- Razumijevanje koncepta pozicija u kontekstu robotske kinematike.
- Proučavanje i utvrđivanje stupnjeva slobode gibanja robota.
- Ovladavanje osnovnim metodama određivanja i kontrole pozicija i stupnjeva slobode.

Uvodni dio:

- Objašnjenje osnovnih pojmova i definicija pozicija u kontekstu robotske kinematike.
- Prikaz različitih načina određivanja pozicija robota te njihova praktična primjena.

Središnji dio:

- Analiza stupnjeva slobode u robotskoj kinematici i demonstracija različitih vrsta pokreta koje robot može izvesti.
- Proučavanje i praktična primjena algoritama za određivanje i kontrolu pozicija te različitih načina programiranja robota za specifične zadatke.

Završni dio:

- Praktična vježba određivanja pozicija i demonstracija različitih načina kontrole stupnjeva slobode kroz rad s robotskim rukama ili manipulatorima.
- Rasprava o primjeni stečenih znanja u industriji i budućim perspektivama u području robotike.

Ovaj sat omogućuje učenicima stjecanje osnovnog znanja o pozicijama i stupnjevima slobode u robotskoj kinematici te razvijanje sposobnosti primjene tih koncepta kroz praktične primjere i vježbe.

Daroviti učenici



Za darovite učenike u području robotske kinematike možete proširiti lekciju dodatnim izazovima i složenijim zadacima kako biste potaknuli njihov napredniji razvoj vještina i dublje razumijevanje koncepta pozicija i stupnjeva slobode gibanja:

Prilagođeni pristup za darovite učenike

- Napredna kinematika:
 - Proučavanje naprednih algoritama za određivanje pozicija i proračun složenijih putanja kretanja robota.
 - Istraživanje različitih načina rješavanja kinematičkih problema s naglaskom na manipulaciji i preciznosti.
- Robotika visoke preciznosti:
 - Analiza tehnika i metoda za visoko precizno pozicioniranje i upravljanje robotima.
 - Razvijanje strategija za optimizaciju pokreta i preciznosti u kontekstu industrijske proizvodnje ili medicinske robotike.
- Projektiranje i simulacija:
 - Izrada simulacija složenih robotskih sustava za složene scenarije primjene.
 - Samostalni projekti koji uključuju simuliranje i optimizaciju robotskih manipulacija za specifične industrijske ili istraživačke potrebe.

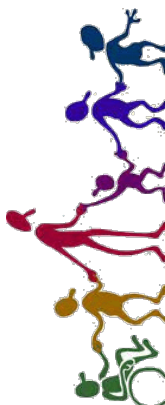
Ovi izazovniji zadatci pružaju darovitim učenicima priliku da prošire svoje znanje i vještine u području robotske kinematike kroz dublje razumijevanje algoritama, tehnika preciznosti i samostalnog rada na projektima visoke složenosti.⁷



⁷ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitim djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)



Učenici s teškoćama u razvoju

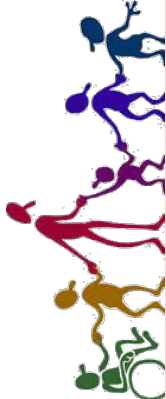


Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.

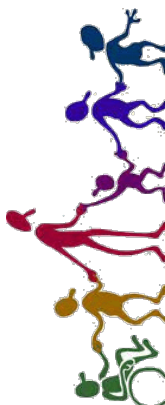


Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.



Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis).

Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.⁸

⁸ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



20



3

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
5. SIMULACIJA I IZRADA INDUSTRIJSKOG ROBOTA (3 sata)	a. Simuliranje rada industrijskog robota	1
	b. Izrada jednostavne robotske ruke i programa za simulaciju	2

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Kreirati upravljački program za rad industrijskog robota.
- Objasniti pozicije i stupnjeve slobode gibanja robota.
- Simulirati rad i izraditi jednostavnog industrijskog robota i/ili robotsku ruku.

Simuliranje rada industrijskog robota



20



3



1

Ciljevi sata:

- Razumijevanje simulacija u kontekstu rada industrijskih robota.
- Ovladavanje osnovama simulacijskih alata za testiranje funkcionalnosti i radnih karakteristika industrijskih robota.
- Primjena simulacija za analizu i optimizaciju radnih procesa robota.

Uvodni dio:

- Pojašnjenje svrhe i važnosti simulacija u radu industrijskih robota.
- Predstavljanje osnovnih koncepata simulacijskih alata za industrijske robote.

Središnji dio:

- Demonstracija rada s odabranim simulacijskim alatom za industrijske robote.
- Praktične vježbe simuliranja različitih radnih scenarija robota pod vodstvom nastavnika.

Završni dio:

- Analiza rezultata simulacija i rasprava o mogućnostima optimizacije radnih procesa.
- Otkrivanje i rješavanje potencijalnih problema kroz simulacije industrijskih robota.

Ovaj sat pruža učenicima osnovno znanje o simulacijama u kontekstu industrijskih robota te ih potiče na primjenu simulacijskih alata za testiranje, analizu i optimizaciju radnih procesa.

Izrada jednostavne robotske ruke i programa za simulaciju



20



3



2

Ciljevi dvosata:

- Razumijevanje osnovnih principa konstrukcije robotske ruke.
- Ovladavanje osnovama programiranja jednostavne robotske ruke.
- Primjena simulacija za testiranje funkcionalnosti i radnih karakteristika robotske ruke.

Uvodni dio:

- Predstavljanje osnovnih komponenti robotske ruke i njihove uloge u automatizaciji.
- Pojašnjenje važnosti programa za simulaciju u procesu izrade robotske ruke.

Središnji dio:

- Demonstracija koraka izrade jednostavne robotske ruke uz korištenje osnovnih komponenti.
- Praktične vježbe programiranja robotske ruke kroz jednostavne zadatke i simulacije.

Završni dio:

- Testiranje izrađenog programa na simulacijama robotske ruke i analiza rezultata.
- Diskusija o mogućnostima poboljšanja dizajna i funkcionalnosti robotske ruke kroz simulacije.

Ovaj dvosat omogućuje učenicima stjecanje osnovnog znanje o izradi robotske ruke te razvijanje vještine programiranja i simuliranja, koristeći simulacije za testiranje i poboljšanje funkcionalnosti robotske ruke.

Daroviti učenici



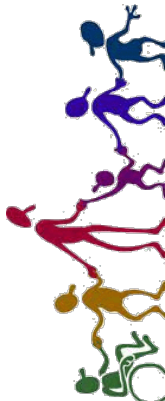
Simuliranje rada industrijskog robota:

- Napredne simulacijske tehnike - uvod u napredne metode simulacija, poput *Monte Carlo* simulacija ili optimizacijskih algoritama, za poboljšanje radnih karakteristika industrijskih robota.
- Robotika i umjetna inteligencija - diskusija o spoju robotike i AI tehnologija, upotreba dubokog učenja i neuronskih mreža za unapređenje ponašanja i reakcija industrijskih robota.
- Praktične primjene - razmatranje stvarnih primjena simulacija u različitim industrijama poput proizvodnje, medicine ili svemirske tehnologije te kako napredne simulacije unapređuju procese.

Izrada jednostavne robotske ruke i programa za simulaciju:

- Napredno inženjerstvo - upoznavanje s naprednijim konceptima u inženjerskom dizajnu robotskih struktura, primjena naprednih materijala i tehnologija izrade.
- Programiranje naprednih funkcionalnosti - dublje razumijevanje programiranja umjetne inteligencije i autonomnih funkcija u radu robotske ruke, primjena algoritama strojnog učenja.
- Istraživački projekti - poticanje na istraživačke projekte u području robotike, npr. razvoj novih vrsta senzora, novih materijala za robotiku ili optimizacija radnih karakteristika robotskih sustava.⁹

Učenici s teškoćama u razvoju

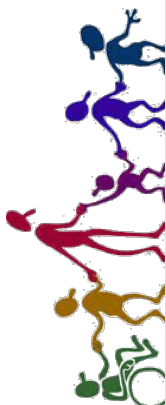


Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.



Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.¹⁰

¹⁰ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



20



3

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
6. POKRETANJE PROGRAMA ZA IZVRŠAVANJE SPECIFIČNIH ZADATAKA (3 sata)	a. Pokretanje programa industrijskog robota	1
	b. Rješavanje problema i optimizacija rada robota	2

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Simulirati rad i izraditi jednostavnog industrijskog robota i/ili robotsku ruku.
- Pokrenuti program industrijskog robota i/ili robotske ruke za izvršavanje specifičnog zadatka prema projektnom zadatku.

Pokretanje programa industrijskog robota



20



3



1

Ciljevi sata:

- Razumjeti proces pokretanja programa na industrijskom robotu.
- Ovladati osnovnim koracima za uspješno pokretanje programa na robotu.
- Demonstrirati sposobnost testiranja programa i analiziranja rezultata.

Uvodni dio:

- Objasniti važnost procesa pokretanja programa na industrijskom robotu.
- Prikazati osnovne elemente potrebne za uspješno pokretanje programa.

Središnji dio:

- Demonstracija koraka za pokretanje programa na industrijskom robotu uz praktične primjere.
- Radionica za učenike u kojoj korak po korak izrađuju jednostavan program za industrijskog robota uz vodstvo nastavnika.

Završni dio:

- Testiranje izrađenog programa na industrijskom robotu.
- Rasprava o rezultatima testiranja, identificiranje potencijalnih poboljšanja te optimizacija programa za bolje radne karakteristike.

Nakon ovog sata, učenici će imati osnovno znanje i vještine potrebne za pokretanje programa na industrijskom robotu. Kroz praktične primjere i radionice, stjecat će razumijevanje koraka u procesu pokretanja programa te će biti sposobni testirati, analizirati i optimizirati programe za bolje radne karakteristike robota. Ovaj sat omogućuje im da se upoznaju s osnovama pokretanja programa na robotima, što može biti ključno u njihovom daljnjem napredovanju u području robotike ili automatizacije.

Rješavanje problema i optimizacija rada robota

Ciljevi dvosata:

- Razvijanje sposobnosti analize problema u radu robota.
- Ovladavanje strategijama za rješavanje problema u radu robota.
- Razumijevanje metoda za optimizaciju radnih karakteristika i učinkovitosti rada robota.

Uvodni dio:

- Pojašnjenje važnosti rješavanja problema u radu robota.
- Predstavljanje osnovnih tehnika i alata za dijagnostiku problema u radu robota.

Središnji dio:

- Demonstracija postupaka otkrivanja i analize problema na primjerima robotskih zadataka.
- Prikaz različitih strategija za rješavanje problema u radu robota: reakcija na prepreke, prilagodba programskih algoritama itd.
- Učenje metoda za optimizaciju rada robota kroz prilagodbu brzine, točnosti ili učinkovitosti.

Završni dio:

- Praktične vježbe rješavanja problema u radu s robotima kroz simulacije ili stvarne scenarije.
- Diskusija o rezultatima i prednostima primijenjenih strategija.
- Rasprava o mogućnostima daljnje optimizacije i poboljšanja rada robota.

Ovaj dvosat omogućuje učenicima stjecanje vještina za otkrivanje, analizu i rješavanje problema koji se javljaju tijekom rada s robotima te razumijevanje metoda za njihovu optimizaciju. Time se potiče njihovo razmišljanje o učinkovitijem radu robota i primjeni boljih rješenja za izazove koji se mogu pojaviti.

Daroviti učenici



Za nastavnu jedinicu *Rješavanje problema i optimizacija rada robota s darovitim učenicima*:

- Napredniji izazovi - ponudite dodatne probleme koji zahtijevaju složenije algoritamske pristupe ili integraciju više strategija za rješavanje problema. To će potaknuti dublje razumijevanje i istraživački pristup.
- Projektni rad - potaknite ih na izradu projekta koji će se usredotočiti na optimizaciju specifičnog robotskog zadatka. To može uključivati analizu radnih karakteristika, primjenu novih algoritama ili prilagodbu hardverskih komponenti.
- Natjecanja i timski rad - potaknite ih na sudjelovanje u natjecanjima ili izazovima povezanim s rješavanjem problema u robotici. Timski rad na takvim projektima može potaknuti kreativnost i suradnju među darovitim učenicima.

Za dvosat *Izrada jednostavne robotske ruke i programa za simulaciju s darovitim učenicima*:

- Naprednije konstrukcije - pružite im priliku za izradu robotske ruke s naprednijim tehničkim karakteristikama ili funkcijama. To može uključivati dodatne senzore, više stupnjeva slobode ili integraciju složenijih komponenti.
- Programiranje više razine - potaknite ih na programiranje robotske ruke za izvođenje složenijih zadataka kroz simulacije ili stvarne scenarije. To može uključivati upotrebu više programskih jezika ili razvoj algoritama za autonomno donošenje odluka.



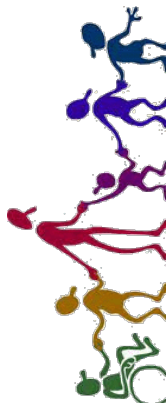


- Istraživanje novih tehnologija: potaknite ih na istraživanje najnovijih tehnoloških inovacija u području robotike. To može uključivati upotrebu naprednih materijala ili novih načina upravljanja robotima.

Ove preporuke mogu potaknuti darovite učenike na istraživanje dubljih slojeva robotike, potaknuti njihovu kreativnost, istraživački duh i sposobnost rješavanja složenih problema.¹¹

¹¹ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitom djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

Učenici s teškoćama u razvoju

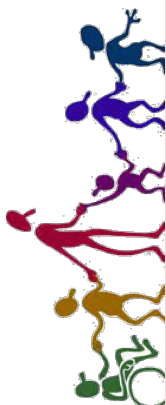


Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.



Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.¹²

¹² Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

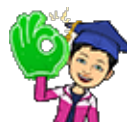
Vođeni proces učenja i poučavanja



Modul	Primjena industrijskih robota	Broj sati
7.	Vrednovanje rezultata	2

Nastavna cjelina
OSNOVE UPRAVLJANJA ROBOTIMA
UTVRĐIVANJE GREŠAKA U PROGRAMU Kriteriji vrednovanja: Analiza grešaka - učenik može pronaći, opisati i analizirati greške u robotskom programu. Rješavanje problema - mogućnost učenika da ispravi greške u programu i pokaže razumijevanje principa rada robota. Samostalnost - kako učenik pristupa problemima u programu i primjenjuje rješenja na temelju vlastitih znanja.
SPAJANJE OPREME I POKRETANJE AUTOMATIZIRANOG SUSTAVA Kriteriji vrednovanja: Ispravno spajanje opreme - procjena sposobnosti učenika da pravilno spoji potrebnu opremu za rad s robotom. Pokretanje sustava - mogućnost pokretanja automatiziranog sustava, provjera radne usklađenosti i sigurnosti. Upravljanje postupkom - koliko učenik može učinkovito upravljati postupkom pokretanja i zaustavljanja sustava.
POZICIJE I STUPNJEVI SLOBODE GIBANJA
SIMULACIJA I IZRADA INDUSTRIJSKOG ROBOTA
POKRETANJE PROGRAMA ZA IZVRŠAVANJE SPECIFIČNIH ZADATAKA

Vrednovanje rezultata



Nastavna cjelina

POZICIJE I STUPNJEVI SLOBODE GIBANJA

Kriteriji vrednovanja:

- **Razumijevanje pozicija i stupnjeva slobode** - procjena razumijevanja koncepta pozicija i stupnjeva slobode gibanja u kontekstu industrijskih robota.
- **Simulacija i izrada robota** - kvaliteta izrade i simulacije industrijskog robota, uključujući preciznost pokreta, stabilnost i pouzdanost.

SIMULACIJA I IZRADA INDUSTRIJSKOG ROBOTA

Kriteriji vrednovanja:

- **Razumijevanje pozicija i stupnjeva slobode** - procjena razumijevanja koncepta pozicija i stupnjeva slobode gibanja u kontekstu industrijskih robota.
- **Simulacija i izrada robota** - kvaliteta izrade i simulacije industrijskog robota, uključujući preciznost pokreta, stabilnost i pouzdanost.

POKRETANJE PROGRAMA ZA IZVRŠAVANJE SPECIFIČNIH ZADATAKA

Kriteriji vrednovanja:

- **Izvršavanje zadataka** - mogućnost učenika da pokrene program za izvođenje specifičnih zadataka koje je postavio.
- **Učinkovitost izvođenja** - kvaliteta izvođenja zadataka, uključujući točnost i brzinu izvršavanja.
- **Prilagodljivost** - sposobnost učenika da prilagodi program prema potrebama i zahtjevima specifičnih zadataka.



Metode vrednovanja:

- **Praktične vježbe** - provjera učenikovih vještina kroz praktične zadatke i testiranje sposobnosti rada s opremom.
- **Vrednovanje rada** - praćenje rada tijekom izvođenja vježbi i analiza postignutog rezultata.
- **Prezentacija i razgovor** - prezentacija postupaka rada, pronalaženje grešaka i ispravljanja uz raspravu o pristupima rješavanju problema.

Oblici učenja temeljenog na radu



Napomena: učenje temeljeno na radu izvodit će se kroz praktične vježbe na robotu *FANUC*.

Naziv vježbe	Broj sati
1. Ručno definiranje koordinatnog sustava (<i>metoda tri točke</i> i <i>metoda šest točaka</i>)	6
2. Definiranje ulazno–izlaznih signala	6
3. Kreiranje i simulacija programa za prebacivanje tijela s jednog mjesta na drugo	6
4. Simulacija, pronalaženje i otklanjanje grešaka u kretanju robota	6
5. Korištenje unaprijed definiranih pozicijskih registara za kretanje robota	6
Vrednovanje rezultata	4

Pri izvođenju vježbi, vrednuju se sljedeći odgojno–obrazovni ishodi:

- Provesti postupak upisa programa u upravljački uređaj robota.
- Provjeriti rad robota simulacijom.
- Utvrditi grešku u programu za rad industrijskog robota.
- Izvesti spajanje opreme i pokrenuti jednostavan automatizirani sustav s robotom.
- Kreirati upravljački program za rad industrijskog robota.
- Objasniti pozicije i stupnjeve slobode gibanja robota.

Ručno definiranje koordinatnog sustava



3 4



6

Ciljevi vježbe:

- Razumjeti koncept definiranja koordinatnog sustava na industrijskom robotu.
- Primijeniti *metodu tri točke* i *metodu šest točaka* za ručno definiranje koordinatnog sustava na robotu *FANUC*.
- Razviti vještine preciznog i točnog postavljanja koordinatnog sustava.
- Osigurati sigurno okruženje za rad s robotom tijekom postavljanja koordinatnog sustava.

Materijali potrebni za vježbu:

- industrijski robot *FANUC*
- sustav za upravljanje robota
- referentni objekti (tri ili šest marker točaka)
- alati za postavljanje i manipulaciju referentnih objekata
- sigurnosna oprema (zaštita za oči, rukavice itd.).

Plan vježbe:

- Teorijsko uvodno objašnjenje
 - Predstavljanje koncepta koordinatnog sustava na industrijskom robotu.
 - Detaljno objašnjenje *metode tri točke* i *metode šest točaka* za ručno definiranje koordinatnog sustava.
 - Sigurnosni protokoli i pravila ponašanja tijekom rada s robotom.
- Priprema radnog okruženja
 - Postavljanje sigurnosne opreme za rad s robotom.
- Provjera ispravnosti sustava za upravljanje robotom i potrebnih alata.





- Demonstracija postupka
 - Demonstracija postavljanja koordinatnog sustava na robotu *FANUC* korištenjem *metode tri točke*.
 - Demonstracija postavljanja koordinatnog sustava na robotu *FANUC* korištenjem *metode šest točaka*.
- Praktični rad u grupama
 - Podjela sudionika u manje grupe.
 - Svaka grupa izvodi postavljanje koordinatnog sustava na robotu *FANUC* koristeći obje metode.
 - Nastavnik pruža podršku i pomoć pri provedbi vježbe.
- Vrednovanje rezultata i rasprava
 - Analiza postavljenih koordinatnih sustava u grupama.
 - Rasprava o razlikama, prednostima i nedostacima metoda *tri točke* i *šest točaka*.
 - Procjena točnosti postavljenih koordinatnih sustava i pronalaženje mogućih grešaka.
- Zaključak i refleksija
 - Zaključna razmišljanja o važnosti preciznosti definiranja koordinatnog sustava.
 - Refleksija o stečenom znanju i vještinama tijekom vježbe.

Napomene:

- Nastavnik treba osigurati da svi sudionici vježbe pravilno primjenjuju sigurnosne mjere tijekom rada s robotom.
- Važno je naglasiti razlike između metoda i potencijalne izazove koji se mogu pojaviti prilikom ručnog definiranja koordinatnog sustava.

Ovaj metodički sat integrira teorijsko objašnjenje s praktičnom primjenom kako bi učenici stekli razumijevanje i vještine u definiranju koordinatnog sustava na industrijskom robotu *FANUC*. Uz to, naglasak je stavljen na sigurnost i kvalitetu postavljanja koordinatnog sustava radi preciznosti u radu s robotom.

Definiranje ulazno-izlaznih signala kod robota FANUC



Ciljevi vježbe:

- Razumjeti koncepte ulazno-izlaznih signala na industrijskom robotu.
- Primijeniti postupak definiranja i konfiguriranja ulazno-izlaznih signala na robotu *FANUC*.
- Razviti vještine u konfiguriranju i testiranju rada ulazno-izlaznih signala.
- Osigurati sigurno okruženje za rad s robotom tijekom konfiguriranja signala.

Materijali potrebni za vježbu:

- industrijski robot *FANUC*
- sustav za upravljanje robota
- ulazno-izlazni moduli
- simulator senzora i aktuatora
- sigurnosna oprema (zaštita za oči, rukavice itd.).

Plan vježbe:

- Teorijsko uvodno objašnjenje
 - Predstavljanje koncepta ulazno-izlaznih signala i njihova uloga u upravljanju robotima.
 - Detaljno objašnjenje postupka definiranja ulazno-izlaznih signala kod robota *FANUC*.

Sigurnosni protokoli i pravila ponašanja tijekom konfiguriranja signala.





③ ④



⑥

- Priprema radnog okruženja
 - Postavljanje sigurnosne opreme za rad s robotom.
 - Provjera ispravnosti sustava za upravljanje robotom i potrebnih alata.
- Demonstracija postupka
 - Demonstracija postupka definiranja ulazno-izlaznih signala na robotu *FANUC*.
 - Pokazivanje procesa konfiguriranja i testiranja rada signala.
- Praktični rad u grupama
 - Podjela sudionika u manje grupe.
 - Svaka grupa provodi postupak definiranja i konfiguriranja ulazno-izlaznih signala na robotu.
 - Nastavnik pruža podršku i pomoć pri provedbi vježbe.
- Vrednovanje rezultata i rasprava
 - Analiza konfiguriranih ulazno-izlaznih signala u grupama.
 - Rasprava o ispravnosti, funkcionalnosti i potencijalnim izazovima kod definiranja signala.
 - Pronalaženje mogućih grešaka i načina za njihovo otklanjanje.
- Zaključak i refleksija
 - Zaključna razmišljanja o važnosti ispravnog definiranja ulazno-izlaznih signala.
 - Refleksija o stečenom znanju i vještinama tijekom vježbe.

Napomene:

- Nastavnik treba osigurati da svi sudionici vježbe pravilno primjenjuju sigurnosne mjere tijekom rada s robotom.
- Važno je naglasiti važnost ispravnog definiranja ulazno-izlaznih signala za pravilno funkcioniranje robota i sigurnost radnog okruženja.





Ova vježba integrira teorijsko objašnjenje s praktičnom primjenom kako bi sudionici stekli razumijevanje i vještine u definiranju ulazno-izlaznih signala na industrijskom robotu *FANUC*. Uz to, naglasak je stavljen na sigurnost i točnost u konfiguriranju signala radi pravilnog funkcioniranja robota u stvarnom okruženju.

Kreiranje i simulacija programa za prijenos tijela s jednog mjesta na drugo



Ciljevi vježbe:

- Razumjeti koncepte programiranja kretanja robota s jednog mjesta na drugo.
- Primijeniti principe kreiranja programa za prebacivanje tijela (*end effectora*) s jedne lokacije na drugu.
- Razviti vještine u simuliranju programa kretanja robota radi optimizacije rada.
- Osigurati sigurno okruženje za rad s robotom tijekom kreiranja i simulacije programa.

Materijali potrebni za vježbu:

- industrijski robot *FANUC*
- sustav za programiranje robota
- simulacijski softver
- referentni objekti za simulaciju kretanja (markeri, ciljevi)
- sigurnosna oprema (zaštita za oči, rukavice itd.).

Plan vježbe:

- Teorijsko uvodno objašnjenje
 - Predstavljanje osnovnih koncepata kretanja robota s naglaskom na prebacivanje tijela s jednog mjesta na drugo.
 - Detaljno objašnjenje postupka kreiranja programa za prebacivanje tijela kod robota *FANUC*.
 - Sigurnosni protokoli i pravila ponašanja tijekom rada s robotom.



- Priprema radnog okruženja
 - Postavljanje sigurnosne opreme za rad s robotom.
 - Provjera ispravnosti sustava za programiranje robota i simulacijskog softvera.
- Demonstracija postupka
 - Demonstracija kreiranja programa za prebacivanje tijela s jednog mjesta na drugo na robotu *FANUC*.
 - Pokazivanje procesa simulacije kretanja programa.
- Praktični rad u grupama
 - Podjela sudionika u manje grupe.
 - Svaka grupa izrađuje program za prebacivanje tijela na robotu *FANUC*.
 - Koristeći simulacijski softver, svaka grupa provjerava i optimizira program.
- Vrednovanje rezultata i rasprava
 - Analiza programa za prebacivanje tijela u grupama.
 - Rasprava o ispravnosti, učinkovitosti i potencijalnim poboljšanjima programa.
 - Pronalaženje mogućih grešaka i načina za njihovo otklanjanje.
- Zaključak i refleksija
 - Zaključna razmišljanja o važnosti preciznosti i simulacije pri kreiranju programa kretanja robota.
 - Refleksija o stečenom znanju i vještinama tijekom vježbe.



Napomene:

- Nastavnik treba osigurati da svi sudionici vježbe pravilno primjenjuju sigurnosne mjere tijekom rada s robotom.
- Važno je naglasiti važnost simulacije programa za prebacivanje tijela radi optimizacije i smanjenja potencijalnih grešaka pri izvođenju programa na stvarnom robotu.

Ova vježba omogućuje sudionicima da steknu razumijevanje i praktično iskustvo u kreiranju programa za prebacivanje tijela na industrijskom robotu *FANUC* te istovremeno naglašava važnost simulacije u optimizaciji rada prije izvođenja programa na stvarnom robotu. Sigurnosni elementi također su istaknuti kako bi se osiguralo sigurno okruženje za rad s robotom tijekom izvođenja vježbe.

Simulacija, pronalaženje i otklanjanje grešaka u kretanju robota



③④



⑥

Ciljevi vježbe:

- Razumjeti proces simulacije kretanja robota te pronalaženja i otklanjanja grešaka.
- Primijeniti metode simulacije za analizu i utvrđivanje mogućih grešaka u kretanju robota.
- Razviti vještine u dijagnosticiranju i rješavanju problema u kretanju robota.
- Osigurati sigurno okruženje za rad tijekom simulacije i ispravljanja grešaka.

Materijali potrebni za vježbu:

- industrijski robot FANUC
- sustav za upravljanje robota
- simulacijski softver za analizu pokreta
- sigurnosna oprema (zaštita za oči, rukavice itd.).

Plan vježbe:

- Teorijsko uvodno objašnjenje
 - Predstavljanje koncepta simulacije i njezine uloge u pronalaženju grešaka u kretanju robota.
 - Detaljno objašnjenje postupaka pronalaženja i otklanjanja grešaka u kretanju.
 - Sigurnosni protokoli i pravila ponašanja tijekom rada s robotom.
- Priprema radnog okruženja
 - Postavljanje sigurnosne opreme za rad s robotom.
 - Provjera ispravnosti sustava za upravljanje robotom i simulacijskog softvera.



- Demonstracija postupka:
 - Demonstracija procesa simulacije kretanja robota te pronalaženje grešaka u kretanju.
 - Pokazivanje metoda za pronalaženje i otklanjanje grešaka u simulaciji.
- Praktični rad u grupama:
 - Podjela sudionika u manje grupe.
 - Svaka grupa provodi simulaciju kretanja robota te pronalazi i otklanja otkrivene greške.
 - Nastavnik pruža podršku i pomoć pri ispravljanju grešaka.
- Vrednovanje rezultata i rasprava
 - Analiza otkrivenih grešaka i njihovih uzroka u grupama.
 - Rasprava o metodama i strategijama za otklanjanje grešaka u kretanju.
 - Utvrđivanje potencijalnih izazova pri dijagnosticiranju i ispravljanju grešaka.
- Zaključak i refleksija
 - Zaključna razmišljanja o važnosti simulacije u pronalaženju i ispravljanju grešaka u kretanju.
 - Refleksija o stečenom znanju i vještinama tijekom vježbe.





3 4



6

Napomene:

- Nastavnik treba osigurati da svi sudionici vježbe pravilno primjenjuju sigurnosne mjere tijekom rada s robotom.
- Važno je naglasiti važnost temeljitog ispitivanja i rješavanja grešaka u kretanju radi poboljšanja radnih karakteristika robota i sigurnosti radnog okruženja.

Ova vježba omogućuje sudionicima da steknu iskustvo u simulaciji kretanja robota te razviju vještine u pronalaženju i rješavanju grešaka koje se mogu pojaviti. Naglasak je na sigurnosti, preciznosti u pronalaženju grešaka i njihovom otklanjanju kako bi se osiguralo ispravno funkcioniranje robota u stvarnom okruženju.

Korištenje unaprijed definiranih pozicijskih registara za kretanje robota



Ciljevi vježbe:

- Razumjeti koncept i funkciju unaprijed definiranih pozicijskih registara na industrijskom robotu.
- Primijeniti unaprijed definirane pozicijske registre za programiranje i izvođenje pokreta robota.
- Razviti vještine u upravljanju i optimizaciji kretanja robota korištenjem registara.
- Osigurati sigurno okruženje za rad tijekom korištenja registara za kretanje robota.

Materijali potrebni za vježbu:

- industrijski robot *FANUC*
- sustav za upravljanje robota
- unaprijed definirani pozicijski registri
- sigurnosna oprema (zaštita za oči, rukavice itd.).

Plan vježbe:

- Teorijsko uvodno objašnjenje
 - Predstavljanje koncepta unaprijed definiranih pozicijskih registara na robotima te njihova uloga u programiranju pokreta.
 - Detaljno objašnjenje postupka definiranja i korištenja registara za kretanje robota.
 - Sigurnosni protokoli i pravila ponašanja tijekom rada s robotom.
- Priprema radnog okruženja:
 - Postavljanje sigurnosne opreme za rad s robotom.
 - Provjera ispravnosti sustava za upravljanje robotom i pozicijskih registara.





- Demonstracija postupka
 - Demonstracija korištenja unaprijed definiranih pozicijskih registara za programiranje kretanja robota.
 - Pokazivanje postupka definiranja i pozivanja registara za izvođenje željenih pokreta.
- Praktični rad u grupama
 - Podjela sudionika u manje grupe.
 - Svaka grupa izrađuje vlastiti program kretanja robota koristeći unaprijed definirane pozicijske registre.
 - Nastavnik pruža podršku i pomoć pri programiranju i izvođenju pokreta.
- Vrednovanje rezultata i rasprava
 - Analiza i usporedba programa kretanja u grupama.
 - Rasprava o prednostima korištenja registara za kretanje i mogućim poboljšanjima programa.
 - Utvrđivanje potencijalnih izazova i načina za njihovo prevladavanje.
- Zaključak i refleksija
 - Zaključna razmišljanja o važnosti unaprijed definiranih pozicijskih registara u programiranju kretanja robota.
 - Refleksija o stečenom znanju i vještinama tijekom vježbe.



Napomene:

- Nastavnik treba osigurati da svi sudionici vježbe pravilno primjenjuju sigurnosne mjere tijekom rada s robotom.
- Važno je naglasiti važnost preciznosti u definiranju i pozivanju registara za kretanje radi postizanja točnih i sigurnih pokreta robota.
- Ova vježba omogućuje sudionicima da se upoznaju s korištenjem unaprijed definiranih pozicijskih registara za programiranje kretanja robota te razviju vještine u učinkovitom upravljanju robotom radi postizanja željenih pokreta. Naglasak je na sigurnosti, preciznosti i optimizaciji kretanja robota kroz upotrebu registara.

Vrednovanje programa vježbi s robotom FANUC



Cilj vrednovanja:

- Procjena usvojenosti znanja i vještina učenika u području programiranja, simulacija i rada s robotima *FANUC* nakon provedenih vježbi.

METODE VREDNOVANJA: Nastavni sat:

1. Teorijski test i analiza:

- Provjera teorijskog razumijevanja koncepta robotike i osnovnih principa vježbi.
- Testiranje znanja o konceptima simulacije, programiranja kretanja robota te upravljanja pozicijskim registrima.
- Diskusija o teorijskim konceptima i primjeni u vježbama.

2. Praktična primjena:

- Praktični test izvedbe vježbi - učenici će imati zadatak izvršiti zadane vježbe.
- Procjena njihove sposobnosti u korištenju unaprijed definiranih pozicijskih registara, simulaciji kretanja robota te pronalaženju i rješavanju grešaka u kretanju.

3. Vrednovanje rezultata i rasprava:

- Analiza rezultata praktične primjene vježbi.
- Rasprava o otkrivenim greškama, poboljšanjima i strategijama za otklanjanje problema.
- Vrednovanje individualnog i grupnog rada.

4. Presentacija i zaključak:

- Presentacija zapažanja i zaključaka koje su učenici stekli kroz provedene vježbe.
- Zaključna rasprava o važnosti stečenog znanja i vještina te njihove primjenjivosti u stvarnim situacijama.
- Vrednovanje dobivenih rezultata.



④

Kriteriji vrednovanja:

- Razumijevanje teorijskih koncepata robotike i primjene istih u praktičnim situacijama.
- Preciznost i učinkovitost u izvršavanju zadataka vježbi.
- Sposobnost pronalaženja i rješavanja problema koji se javljaju pri radu s robotima.
- Suradnja unutar grupa i individualni doprinos.

Napomena:

- Vrednovanje će se provesti kroz integraciju testiranja, praktičnih testova, rasprava i prezentacija kako bi se obuhvatio širi spektar usvojenosti znanja i vještina.
- Individualna vrednovanja bit će usmjerena na rad svakog polaznika, dok će grupno vrednovanje procjenjivati suradnju i kolektivni doprinos.



Daroviti učenici



Za darovite učenike, vježbe s robotima mogu se proširiti kako bi dodatno potaknule njihovu radoznalost, kreativnost i dublje razumijevanje. Evo nekoliko načina proširenja vježbi:

Složeniji zadatci: daroviti učenici mogu imati dodatne izazove u kreiranju ili optimizaciji programa. Mogu im se dodijeliti složeniji zadatci koji zahtijevaju više segmentiranog razmišljanja.

Proširenje vježbi za darovite učenike omogućuje im da dalje razvijaju svoje vještine, istražuju napredne koncepte i potiču svoju strast prema robotici. To također može potaknuti njihovu kreativnost i inovativnost u radu s robotima.¹³

¹³ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitom djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

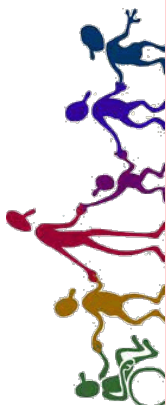
Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.



Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.¹⁴

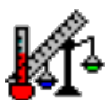
¹⁴ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Samostalne aktivnosti (projektni zadatak)

Sastavnice projekta:

- Naziv projekta: **Izrada jednostavne robotske ruke**
 - Izrada jednostavne robotske ruke (6 sati)
 - Vrednovanje projekta (4 sata)

10



6



4



Izrada jednostavne robotske ruke

Cilj projekta:

- Izgraditi funkcionalnu robotsku ruku s mogućnošću osnovnih pokreta.

Vrednuju se sljedeći odgojno–obrazovni ishodi:

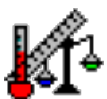
- Provesti postupak upisa programa u upravljački uređaj robota.
- Provjeriti rad robota simulacijom.
- Utvrditi grešku u programu za rad industrijskog robota.
- Izvesti spajanje opreme i pokrenuti jednostavan automatizirani sustav s robotom.
- Kreirati upravljački program za rad industrijskog robota.
- Objasniti pozicije i stupnjeve slobode gibanja robota.
- Simulirati rad i izraditi jednostavnog industrijskog robota i/ili robotsku ruku.
- Pokrenuti program industrijskog robota i/ili robotske ruke za izvršavanje specifičnog zadatka prema projektnom zadatku

Materijali potrebni za projekt:

- servomotori (3 do 5 ovisno o dizajnu ruke)
- vodiči
- ploča od drveta ili plastike za osnovu
- vijci i spojnice
- mikrokontroler (npr. *Arduino*)
- senzori (opcionalno, za dodatne funkcionalnosti)
- alat (vijci, odvijači, lemilica, lemljenje, pinceta).



10



6

Faze projekta

Faza 1: Planiranje i dizajn

- **Razumijevanje koncepta** - upoznavanje s osnovnim principima rada robota i robotskih ruku. Razmatranje vrsta pokreta ruke.
- **Dizajn ruke** - crtež i planiranje dizajna ruke, određivanje broja zglobova i tipova pokreta koji će se uvrstiti.
- **Lista materijala** - izrada detaljne liste potrebnih materijala i alata.

Faza 2: Konstrukcija mehaničkog dijela

- **Izrada osnove ruke** - priprema ploče kao osnove za pričvršćivanje zglobova i motora.
- **Montaža zglobova** - pričvršćivanje servomotora na odgovarajuće pozicije kako bi simulirali zglobove ruke.
- **Povezivanje zglobova** - povezivanje motora s osnovom pomoću spojnice i žica.

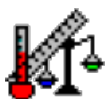
Faza 3: Elektronička integracija

- **Priprema mikrokontrolera** - povezivanje servomotora s mikrokontrolerom (Arduino). Programiranje inicijalnih pokreta i testiranje.
- **Dodatne funkcionalnosti (opcionalno)** - integracija senzora za dodatne funkcionalnosti poput detekcije pokreta ili osjetljivosti ruke.

Faza 4: Programiranje pokreta

- **Programiranje osnovnih pokreta** - korištenje *Arduino IDE*-a za programiranje osnovnih pokreta ruke (npr. savijanje/pružanje prstiju, rotacija zglobova).
- **Testiranje i kalibracija** - testiranje pokreta ruke i kalibracija servoa za preciznost pokreta.





Faza 5: Završna montaža i vrednovanje

- **Završna montaža** - povezivanje elektroničkih dijelova s mehaničkim dijelovima ruke.
- **Evalvacija rada** - testiranje krajnjih pokreta ruke, provjera funkcionalnosti i vrednovanje učinkovitosti.

Napomene:

- **Sigurnost** - naglasiti sigurnost prilikom rada s alatom i elektroničkim komponentama.
- **Kreativnost** - potaknuti učenike na eksperimentiranje s dizajnom i funkcionalnostima kako bi dodali vlastiti pečat projektu.
- **Suradnja** - poticanje suradnje među učenicima za rješavanje tehničkih problema ili ideja za poboljšanja.
- **Dokumentacija** - potaknuti učenike da vode bilješke i dokumentiraju postupke i promjene tijekom izrade kako bi stvorili projektne dnevnike.

Ovaj projekt omogućuje učenicima da stvore funkcionalnu robotsku ruku koristeći osnovne komponente i principe robotike, istovremeno potičući kreativnost, inovacije i suradnju.



Vrednovanje projekta



Kriteriji vrednovanja:

- Funkcionalnost ruke
 - Procjena pokreta - ocjenjivanje sposobnosti ruke da izvršava zadane pokrete precizno i glatko.
 - Raznolikost pokreta - vrednovanje broja i raznolikosti pokreta koje ruka može izvesti.
 - Stabilnost pokreta - utvrđivanje stabilnosti i pouzdanosti izvedenih pokreta.
- Kvaliteta konstrukcije
 - Tehnička izvedba - procjena kvalitete izrade mehaničkog dijela ruke, uključujući stabilnost zglobova i pouzdanost montaže.
 - Estetski dizajn - vrednovanje estetskog izgleda ruke i sposobnosti integracije elektroničkih dijelova.
- Funkcionalnost elektronike
 - Integracija elektronike - procjena integracije mikrokontrolera i servomotora, provjera kompatibilnosti i funkcionalnosti elektroničkih dijelova.
 - Preciznost programiranja - vrednovanje preciznosti i pravilnosti izvedbe pokreta putem programiranja.
- Kreativnost i inovacija
 - Kreativnost dizajna - vrednovanje kreativnosti i inovacija u dizajnu ruke i njezinih pokreta.
 - Dodatne funkcionalnosti - procjena dodatnih funkcionalnosti poput senzora ili dodatnih pokreta koji nadilaze osnovni zahtjev.





Metode vrednovanja:

- Demonstracija rada ruke
 - Učenici će demonstrirati pokrete koje je ruka sposobna izvesti, što će biti procijenjeno po zadanim kriterijima.
- Vrednovanje konstrukcije
 - Mentor će provesti pregled konstrukcije ruke, ocjenjujući kvalitetu izrade i stabilnost.
- Testiranje elektronike
 - Provjera integracije elektronike i preciznost pokreta putem testiranja u stvarnom vremenu.
- Prezentacija i rasprava
 - Učenici će prezentirati svoj rad i izložiti svoje zaključke, uključujući tehnološke izazove, rješenja i poboljšanja.

Ovaj sustav vrednovanja omogućuje procjenu različitih elemenata projekta izrade robotske ruke, uključujući funkcionalnost, konstrukciju i elektroniku, te potiče kreativnost i inovacije učenika. Vrednovanje će biti temeljeno na kriterijima, a svaka od faza pružit će vrijedan uvid u rad i napredak učenika tijekom izrade projekta.