

Regionalni centar kompetentnosti u strukovnom obrazovanju u
strojarstvu – Industrija 4.0 UP.03.3.1.04.0001); Srednja strukovna škola
Velika Gorica, Ulica kralja Stjepana Tomaševića 21, Velika Gorica,
www.rck-vg.hr



REGIONALNI CENTAR KOMPETENTNOSTI
U STRUKOVNOM OBRAZOVANJU U STROJARSTVU

Industrija 4.0

Robotika Vježbe



www.esf.hr

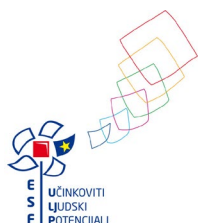


Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.



Sadržaj

1. Ručno pokretanje robota korištenjem upravljačke konzole.....	3
2. Prvi program.....	5
3. Program za kretanje između tri točke.....	7
4. Nadogradnja programa s usporedbom kretanja	9
5. Macro rutine	10
6. Kalibracija alata.....	12
7. Kalibracija korisničkog koordinatnog sustava	15
8. „Pick & place“ program.....	17
9. Primjena pozicijskih registara	21
10. Offset	22
11. Petlje.....	23
12. Paletizacija - petlje	24
13. Paletizacija - funkcija	25
14. Override i skip condition.....	26
15. Zaustavljanje robota	27
Literatura.....	Error! Bookmark not defined.
Kazalo slika	29
Kazalo tablica	Error! Bookmark not defined.
Kazalo grafova.....	Error! Bookmark not defined.
Popis ključnih pojmova	Error! Bookmark not defined.
Impressum.....	30




1. Ručno pokretanje robota korištenjem upravljačke konzole

U ovoj vježbi, dat ćemo brzi pregled osnovnih kontrola i znanja potrebnih za svaki drugi korak i vježbe na robotu. Nakon ove vježbe, trebali biste biti u mogućnosti uključiti i isključiti robota, prebacivati se između različitih načina rada i obavljati neke osnovne funkcije pomicanja.

Prvo, započnimo s osnovnim pokretima robota. Za pomicanje robota, automatski prekidač na kontroleru treba biti na T1 ili T2 (T1 je sigurniji način rada s robotom, stoga preporučujemo da uvijek koristite T1). Zatim morate omogućiti Teach Pendant pomoću prekidača Teach Pendant Enable. Morate držati jedan od Deadman prekidača na teach pendantu u srednjem položaju. Naposljetku, morate pritisnuti tipku za pomak i pritisnuti jednu od tipki za jogiranje.

Slijedeći uvjeti moraju biti zadovoljeni za uspješno izvođenje:

1. Upravljačka konzola upaljena - ON 
2. Deadman switch (DS)
3. Poništenje grešaka – kombinacija tipki SHIFT + Reset
4. Pritisak na tipke za ručno pokretanje robota (JOG KEYS)
5. Tipka COORD (bez SHIFT) definira tip koordinatnog sustava za pokretanje robota
 - JOINT – definiranje kutova zakreta pojedinog zgloba
 - WORLD – kartezijski koordinatni sustav
 - USER – kartezijski koordinatni sustav
 - TOOL – kartezijski koordinatni sustav



Slika 1.1 Deadman switch

Dok ste u koordinatnom sustavu zglobova, možete pomicati svaki zglob zasebno pomoću različitih tipki za pomicanje JOG). Zglobovi su napisani na tipkama za pomicanje. U svakom drugom koordinatnom sustavu možete se kretati po x-, y- i z-osima pritiskom na prve tri tipke, te izvoditi rotacije oko tih osi pomoću sljedeća tri gumba.

Sada pokušajte pomicati robota u različitim koordinatnim sustavima i u različitim smjerovima dok se ne naviknete na pomicanje robota. Obratite pažnju na razlike u pomicanje u različitim koordinatnim sustavima.

2. Prvi program

Prvi program koji ćemo oblikovati je jednostavan koji ispisuje poruku na zaslon i ne sadrži naredbe kretanja. Nakon ove vježbe, trebali biste biti u mogućnosti stvoriti i pokrenuti jednostavne programe na robotu.

Izrada programa

Prvo moramo omogućiti upravljačku konzolu. ON/OFF sklopku u gornjem lijevom kutu mora biti u položaju uključeno. Kada je UKLJUČEN, kreirajmo novi program. Pritisnite tipku SELECT za dolazak na popis programa. Zatim pritisnite funkcijsku tipku F2 CREATE za stvaranje novog programa. Od vas se tada traži da svom programu date ime. Koristite funkcijske tipke F1-F5 za imenovanje program. Proces tipkanja nizova je da pritisnete funkcijsku tipku više puta za dobivanje sljedećeg slova npr. pritisnite F1 jednom za A, dva puta za B, tri puta za C, itd.) Koristite tipke sa strelicama i tipku backspace prema potrebi. Pritisnite ENTER kada završite i prikazat će vam se prazan uređivač s kojim ćete napisati svoj prvi TP program.

Dodavanje instrukcije

Primijetite da su se vaše programske tipke promijenile. Sada smo u kontekstu urednika, dakle njihove funkcije sada su relevantni za uređivanje programa. Pritišćite NEXT dok ne vidite funkcijsku tipku INST iznad F1. Pojavljuje se izbornik iz kojeg moći ćete se kretati i birati koje ćete upute dodati u svoj program i urediti. Pritisnite 0 ili koristite tipke sa strelicama) za kretanje kroz izbornike dok ne vidite „Miscellaneous“ opciju. Odaberite taj pritiskom na ENTER ili pridruženi broj s tom opcijom), a zatim idite na upute o poruci. Odaberite tu uputu opet, s ENTER ili brojem koji je povezan s njim) i trebali biste vidjeti prazno MESSAGE[] u prvom redu vašeg programa.

Koristite tipke sa strelicama za pomicanje kursora po programu. Pomičite ga dok ne bude između dvije zagrade instrukcije MESSAGE i zatim pritisnite ENTER. Sada, samo poput imenovanja vašeg programa, upišite poruku "Prvi program" i pritisnite ENTER ponovno za završetak uređivanja.

Pokretanje TP programa

Prekidač s ključem na kontroleru vašeg robota određuje je li robot u način rada za učenje ili AUTO. Kada se robot okrene na T1, mehanička jedinica će samo pomaknuti na naredbu omogućene upravljačke konzole i središnja točka alata robota TCP) ograničena je na najveću brzinu od 250 mm/s. Kada je u AUTO, robotom obično upravlja neki vanjski uređaj poput PLC-a.

Za pokretanje potrebno je ispuniti nekoliko uvjeta:

- ON/OFF sklopka upravljačke konzole je u položaju ON
- Prekidač za odabir režima rada kontrolera T1/AUTO mora biti na T1 ili T2 ako ga imate)
- Sigurnosna sklopka (Deadman switch) mora biti pritisnuta do pola
- Nema grešaka (pritisnite RESET za brisanje grešaka)

Ako je sve gore navedeno točno i vaš zaslon još uvijek prikazuje vaš program aktivan, pritisnite Tipke SHIFT i FWD istovremeno i program će se pokrenuti.

Gdje je nestao moj program?

Uputa MESSAGE otvara zaslon USER. Tamo stižu te poruke. Ovaj zaslon možete prikazati kad god želite pritiskom na MENU i odabirom opciju USER. Ovisno o tome koliko puta ste pokrenuli svoj program, trebali biste vidjeti "Prvi program" napisano jednom za svaki put.

3. Program za kretanje između tri točke

U ovoj vježbi trebali biste naučiti osnove o programiranju robota i različite mogućnosti dostupne za programiranje robota. Nakon ove vježbe, trebali biste biti sposobni programirati jednostavno kretanje.

U industrijskom okruženju, želimo da naš robot izvodi određeni rad iznova i iznova. Da bismo to postigli, jednom programiramo robota kako bi znao što treba raditi, a nakon toga robot samo nastavlja raditi isti posao. To čini radni proces izrazito predvidljivim i stoga vrlo učinkovitim.

Zatim započinjemo s kreiranjem novog programa. Tu ponavljamo isti redoslijed kao u prethodnom zadatku.

Nakon što ste napravili program sada pomaknite robota do nasumične pozicije. Za snimanje ove pozicije imate dvije mogućnosti:

Pritisnite shift+Point

Prilikom ovog postupka, pokret zglobovima bit će postavljen kao zadani način kretanja.

Sada pomaknite robota do druge točke. Ponovite isti postupak koristeći shift+point. Ovo je sada vrlo jednostavan i osnovni program, koji se već može izvesti.

Ponovite postupak još jednom za treću točku.

Sintaksa programa koji ste stvorili je sljedeća:

```
1: J P[1] 100% FINE  
2: J P[2] 100% FINE  
3: J @P[3] 100% FINE
```

Oznaka „@“ uz P[3] označava da se robot trenutno nalazi u toj točki.

Uvijek pomičite robota i izvodite programe s niskim postavkama brzine override speed). Može se dogoditi da ste programirali krivu točku ili niste potpuno svjesni kretanja robota, stoga postavljanje na nisku brzinu znači da postoji dovoljno vremena za zaustavljanje robota prije nego što dođe do neželjenih situacija.

Da biste izveli program, morate držati pritisnut Deadman prekidač, kao i tipku shift i pritisnuti gumb „FWD“ naprijed). Program sada izvodi liniju koja je trenutno odabrana. Nakon što vaš program uspješno završi, možete postupno povećavati brzinu, ako ste sigurni da sve funkcionira.

STEP mod

Ponekad je korisno proći kursorom kroz program i izvršiti samo jedan redak. Pritisnite tipku STEP i vidjet ćete da se indikator STEP moda uključuje na vrhu zaslona. Pritiskom na SHIFT+FWD sada se izvršava samo jedna instrukcija, pauzirajući zadatak nakon što je obavljena.

Pokretanje unatrag - BWD

Pritiskom na SHIFT+BWD vidjet ćete da robot izvodi program na način da se pomiče natrag u kodu liniju po liniju.

4. Nadogradnja programa s usporedbom kretanja

U prethodnom zadatku prema zadanim postavkama, način kretanja je postavljen kao kretanje zglobovima. Da biste to promijenili, pomaknite kursor na kretanje koje želite promijeniti i pritisnite „Type“. Tada možete izabrati između četiri različita tipa kretanja.

Pritisnite Point

Kada to učinite, bit ćete upitani koji način kretanja želite koristiti.

Default Motion 1	
1	J P[] 100% FINE
2	J P[] 100% CNT100
3	L P[] 100mm/sec FINE
4	L P[] 100mm/sec CNT100

Postavite tip kretanja na L (linearno) i promatrajte vidite li bilo kakvu razliku u izvođenju programa. Također možete promijeniti brzinu kretanja u programu. Da biste to učinili, pomaknite kursor na postavku brzine. Ako pritisnete gumb „Type“, možete unijeti vrstu brzine.

Sada promijenite vrstu brzine na mm/s i brzinu na 100 mm/s. Ponovno izvedite program i promatrajte vidite li bilo kakvu razliku.

Napraviti program s istim točkama i usporedbu izvršenog kretanja s različitim načinima kretanja.

Izvršavanje prekidnog eng. Fine) dovodi središte alata u svaku definiranu točku te u njoj dolazi do zaustavljanja te kretanja u slijedeću točku. Druga vrsta gibanja je kontinuirano eng. Continuous - CNT). Za CNT postavku pokušajte mijenjati vrijednosti u rasponu 0-100.

Pokretanje programa u T1 i T2

Kada pri malim brzinama verificirate izvođenje programa da sigurno prolazi kroz sve točke pokušajte mijenjati brzine u programu i napraviti usporedbu brzina izvođenja programa u različitim režimima rada.

5. Macro rutine

Makro je mala rutina koja se izvodi okidanjem poput pritiska gumba na teach pendantu ili primanja naredbe s PLC-a). Makroi se obično koriste za upravljanje hvataljkom otvaranje/zatvaranje hvataljke, usisavanje dijela itd.), ali mogu se koristiti za što god želite. Bez makroa, ručno aktiviranje svakog izlaza robota može biti vremenski zahtjevan zadatak, posebno tijekom puštanja u rad.

Imamo nekoliko vrsta okidača za izvođenje makroa. Evo glavnih:

- UK : Korisnička tipka
- SU : Shift + Korisnička tipka
- MF : Ručna Funkcija
- DI : Digitalni Ulaz

Kao što je ranije spomenuto, makro je vrsta rutine. To je poseban oblik TP programa.

Važna napomena: Prilikom rada s makroima, preporučljivo je ograničiti upute na kontrolu izlaza. Ne preporučuje se korištenje uputa za čekanje vremenska kašnjenja, senzori) jer nemaju svrhu i mogu spriječiti izvođenje drugih makroa dok se prvi ne završi.

Započnimo stvaranjem dvije rutine za otvaranje i zatvaranje hvataljke.

Stvorite novi program za prvu rutinu i dodijelite mu naziv "GRIP_OPEN". Kada definirate ime u izborniku zatim kliknite na "DETAIL". Odaberite podvrstu kao "Makro".

Promijenite masku grupe zamjenom 1 s zvjezdicom. Nakon toga ostaje korak uređivanja programskog koda.

Primjer sintakse programa za otvaranje hvataljke koja se upravlja pomoću robotskog izlaza:

```
1: RO[1:OTVORI GRIPPER]=ON
```

Programski kod prilagodite prema hardverskoj konfiguraciji robota i hvataljke.

Ponovite isti postupak te izradite makro rutinu za zatvaranje hvataljke.

6. Kalibracija alata

TCP označava "Točku Središta Alata" Tool Centre Point). To je pozicija definirana u odnosu na krajnji dio robota (prirubnicu na J6). Obično je definirana kao "Radna Točka" kraja efektora robota, na primjer središte hvataljke ili kraj pištolja za elektrolučno zavarivanje. Važno je točno postaviti ovu poziciju i za podučavanje, budući da se tipke za pomicanje mogu koristiti za pomicanje robota oko TCP-a, i za rad, jer softver robota kontrolira poziciju i kretanje TCP-a.

Ispravno postavljanje TCP-a osigurava da je koordinatni sustav alata duž osi alata. To omogućava kretanje alata na mnogo intuitivniji način tijekom pomicanja. Loše definiran TCP može značiti da će tijekom rada vrh alata prvo ne biti na mjestu gdje bi operator i robot željeli da bude, a drugo, rotiranje vrha alata rezultirat će neželjenim kretanjem vrha alata dok dodiruje ili čak oštećuje objekte ili samog robota. normalno, TCP se ne bi trebao kretati dok se rotira oko jedne ili više osi)

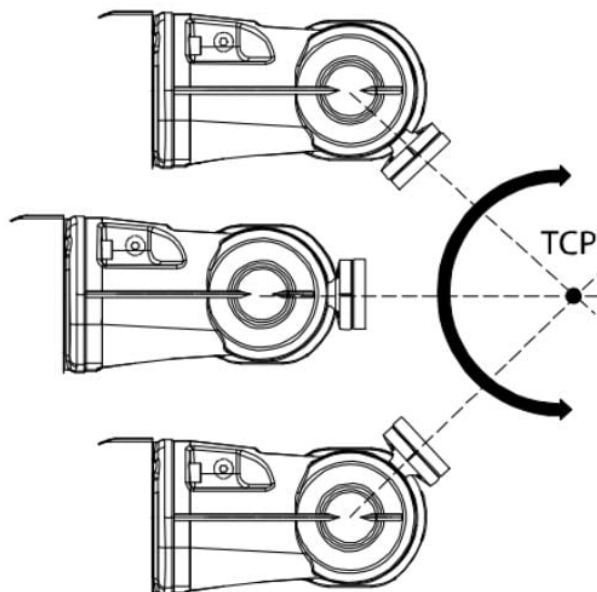
Kada je TCP ispravno postavljen, promjena orijentacije alata neće rezultirati promjenom brzine ili neželjenim kretanjem točke središta alata, već će robot prilagoditi svoje kretanje tako da brzina i kretanje alata budu ispravni.

Kalibracija Točke Središta Alata

Svrha kalibriranja TCP-a je pružiti točan položaj i orijentaciju vrha alata, referenciranog od baze robota koja se zna kao koordinatni sustav baze. Industrijski standard za kalibraciju TCP-a uključuje podučavanje tri ili četiri pozicije oko jedne točke, ali s različitim orijentacijama i korištenje softvera koji isporučuje proizvođač robota za izračunavanje položaja TCP-a.

Da bi se olakšao ovaj proces kalibracije, proizvođači opreme će ponekad dizajnirati posebne alate koji se postavljaju na krajnji efektor umjesto ili uz stvarni alat. Ovi alati za kalibraciju su obično vrlo oštre točke s vrlo dugim uvodima i imaju odgovarajuću točku koja je fiksirana negdje na čvrstoj površini. Dvije oštre točke omogućavaju tehničaru da precizno vidi jesu li točke točno poravnate. Da bi ovaj proces bio što točniji, X, Y i Z lokacije svake pozicije trebaju biti točno iste; jedina razlika između svake pozicije trebala bi biti konfiguracija robotske ruke, ponekad nazvana 'pristup' točki. Ovaj proces može

ponekad biti vremenski zahtjevan i zahtijevati više pokušaja.

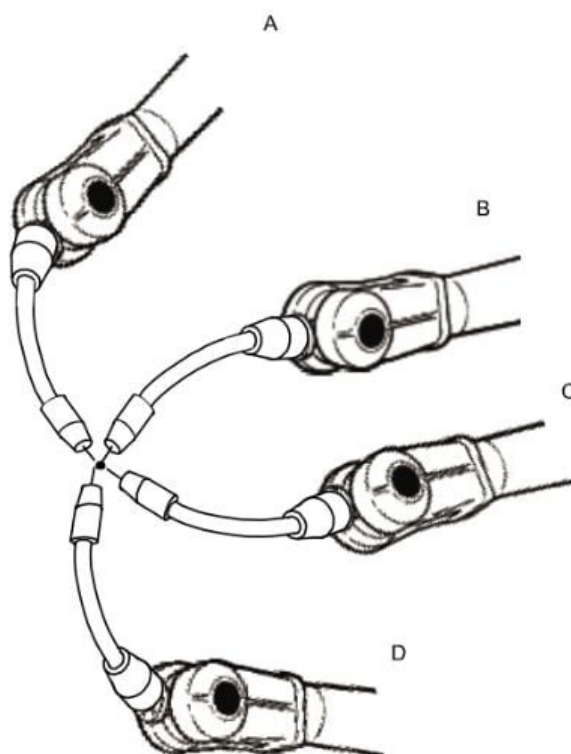


Slika 6.1 Višestruki pristupni putovi do TCP-a omogućuju softveru da izračuna točnu točku pomoću triangulacije - izvor ABB

S robotom, postoje različite opcije orijentacije za ručno kalibriranje vašeg TCP-a, i konačna metoda za izravan unos.

Metoda Tri Točke - "Three point method"

S ovom metodom, robot izračunava točku vrha koristeći tri različita pristupa vrha istoj točki. Da biste to učinili, pristupite istoj točki s vrhom tri puta iz različitih kutova i smjerova i zabilježite ih. Nakon što postavite TCP s Metodom Tri Točke, pokušajte rotirati TCP koristeći "jog" kretanje i promatrajte možete li vidjeti bilo kakvo kretanje vrha. Ako to uočite potrebno je ponovno izvesti Metodu Tri Točke, sve dok ne budete zadovoljni rezultatima.



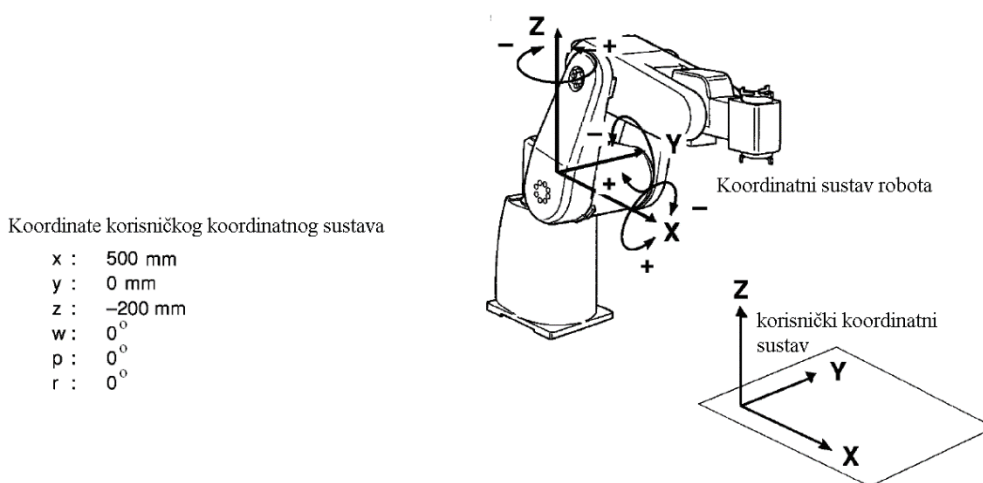
Slika 6.2 Korištenje više orijentacije u istoj točki - izvor ABB

Izravan Unos Pozicijskih Podataka

Kada su dostupni CAD podaci za prilagođeni alat, ili ako se mogu dobiti točna mjerenja, X, Y, i Z, kao i bilo koji kutni podaci, mogu se izravno unijeti u postavke TCP-a, što uklanja potrebu za navigacijom robota do brojnih pristupnih točaka.

7. Kalibracija korisničkog koordinatnog sustava

U ovoj vježbi, učit ćete osnove definiranja i korištenja korisničkog koordinatnog sustava User Frame, UFrame). Korisnički koordinatni sustav UFrame) je kartezijski koordinatni sustav koji postavljate za lakši način podučavanja i upravljanja vašim robotom. Nakon što izvedete ovu vježbu, trebali biste biti sposobni postaviti UFrame po vašem izboru i izvoditi programe s tim UFrameom. Također biste trebali biti sposobni prilagoditi svoj program za korištenje na različitim UFrameovima i znati kako programirati da biste mogli brzo i bez puno truda mijenjati između nekoliko UFrameova.



Slika 7.1 Korisnički koordinatni sustav

Metoda Tri Točke

Počinjemo postavljanjem ishodišta – Origin point. Za postavljanje pomaknite robota s vrhom alata u točku koja predstavlja ishodište vašeg koordinatnog sustava. Ova točka je vrlo važna, stoga je postavite pažljivo i s preciznošću.

Druga točka je potrebna za postavljanje X-osi. Pomaknite vrh alata (TCP) u točku koja je s obzirom na ishodište pomaknuta samo po X-osi.

Konačno, pomaknite robota na treću točku. Položaj X-, Y-) ove točke nije toliko važno da prati smjer Y-osi. Ova točka definira u cijelosti X-Y ravinu. Imajte na umu da veća udaljenost pruža veću preciznost, stoga nemojte postavljati točku izravno pored jedne od druge dvije točke.

Nakon što postavite UFrame, pritisnite gumb SetInd F5) i postavite UFrame koji ste kalibrirali kao aktivni.

Kretanje JOG tipkama za Testiranje UFrame-a:

Koristite JOG kontrole robota da biste se kretali unutar kalibriranog User Frame-a (UFrame -a). Provjerite kako se robot ponaša u odnosu na definirane osi i točke unutar UFrame-a. Posebnu pažnju obratite na to kako robot pristupa različitim pozicijama unutar kalibriranog okvira.

Izrada programa s točkama u kalibriranom UFrame-u:

Kreirajte novi program u robotskom kontroleru. Definirajte točke unutar programa koristeći koordinate unutar vašeg kalibriranog UFrame-a. Programirajte robota da se kreće između ovih točaka, stvarajući korisnu sekvencu pokreta. Testirajte program kako biste osigurali da robot ispravno pristupa svakoj točki unutar kalibriranog UFrame-a.

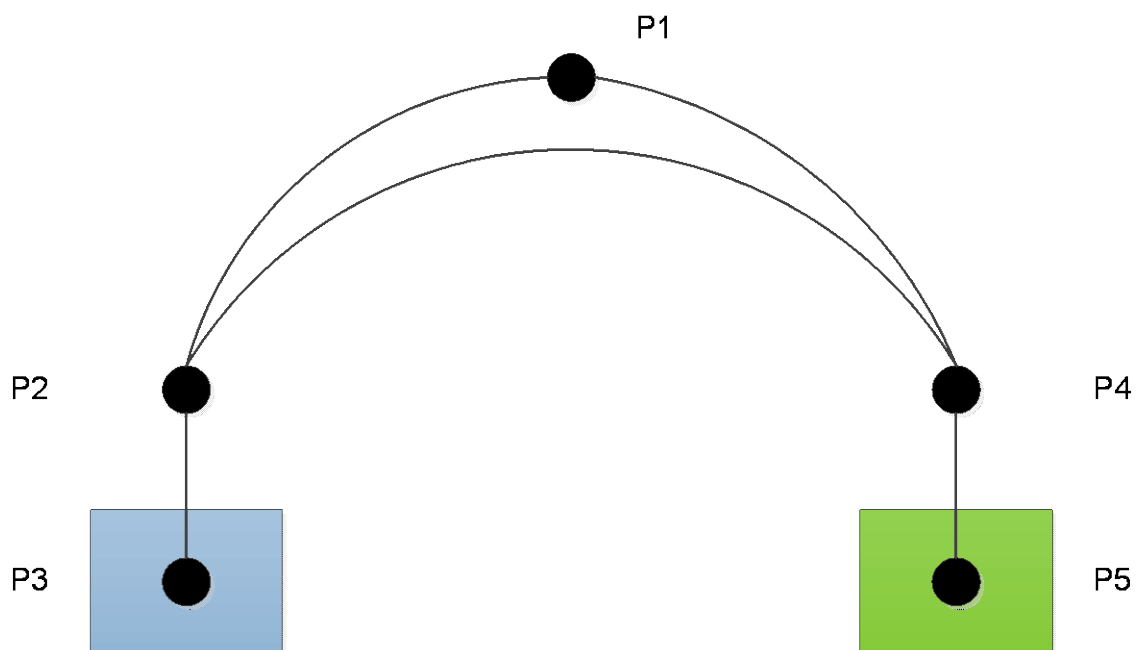
Ove aktivnosti će vam pomoći da se upoznate s korištenjem kalibriranog UFrame-a i kako to utječe na programiranje i kretanje robota. Također, to će vam dati bolje razumijevanje praktične primjene UFrame-a u industrijskim ili laboratorijskim postavkama.

8. „Pick & place“ program

Izraditi jednostavan „pick & place“ program, koji koristi "macro" rutine za otvaranje i zatvaranje hvataljke koje će se pozivati u glavnom programu.

Faze izrade programa

1. Napraviti plan gibanja robota.
2. Kreirajte glavni program koji će izvoditi sekvencu "pick & place".
3. Definirajte točke za "pick" (pokupiti) i "place" (postaviti), koristeći koordinate unutar vašeg robotskog radnog prostora.
4. U glavnom programu, na mjestu gdje robot treba otvoriti hvataljku, pozovite makro rutinu za otvaranje hvataljke.
5. Nakon što robot dosegne točku za pokupiti predmet, pozovite makro rutinu za zatvaranje hvataljke i hvatanje predmeta.
6. Robot treba zatim premjestiti predmet na određenu točku ("place") u vašem robotskom radnom prostoru.
7. Na određenoj točki, ponovno pozovite "GRIP_OPEN" da bi robot pustio predmet.



Slika 8.1 Osnovni "pick & place" program

Programski kod gibanja čija je shema prikazana na slici:

```
1: UFRAME_NUM=0
```

Definiranje korisničkog koordinatnog sustava

```
2: UTOOL_NUM=1
```

Definiranje koordinatnog sustava alata

```
3: CALL GRIP_OPEN
```

Poziv programa za otvaranje hvataljke

```
4:
```

```
5:
```

Početna točka u programu

```
6: J P[1] 50% FINE
```

```
7:
```

8:J P[2] 50% FINE	Točka prilaska
9:L P[3] 100mm/sec FINE	Točka hvatanja
10: CALL GRIP_CLOSE	Poziv programa za zatvaranje hvataljke
11:L P[2] 100mm/sec FINE	Povratak u točku prilaska
12:	
13:J P[1] 50% CNT50	Interpolacijska točka početna točka)
14:	
15:J P[4] 50% FINE	Točka prilaska odlaganju
16:L P[5] 100mm/sec FINE	Točka odlaganja
17: CALL GRIP_OPEN	Poziv programa za otvaranje hvataljke
18:L P[4] 100mm/sec FINE	Povratak u točku prilaska
19	
20:J P[1] 50% FINE	Povratak u početnu točku programa

Testiranje i Prilagodba Programa:

Nakon što ste kreirali program, testirajte ga kako biste osigurali da se sve komponente makro rutine i glavni program) izvode kako je očekivano. Prilagodite brzinu kretanja robota, vrijeme čekanja ili položaje točaka prema potrebi kako biste optimizirali program za vaš specifični zadatak.

Ovaj osnovni "pick & place" program služi kao dobar primjer za razumijevanje kako integrirati makro rutine unutar glavnog robotskog programa, te kako automatizirati jednostavne zadatke koristeći industrijske robote.

9. Primjena pozicijskih registara

Izrada programa koji koristi pozicijske registre umjesto fiksnih točaka omogućava fleksibilnije upravljanje robotom.

Definiranje Pozicijskih Registara:

U vašem robotskom programu, definirajte registre koji će čuvati pozicijske podatke. Na primjer, možete imati registre kao što su PR[1], PR[2] itd. Ovi registri će pohranjivati informacije o položaju i orijentaciji (X, Y, Z, W, P, R) za svaku relevantnu točku u vašem "pick & place" zadatku.

Ručno dovedite robota do željene "pick" točke. Kada postignete željeni položaj, pohranite trenutnu poziciju robota u odgovarajući registar npr. PR[1]). Ponovite ovaj postupak za "place" točku i pohranite tu poziciju u drugi registar npr. PR[2]).

U glavnom programu, umjesto direktnog referenciranja točaka, uputite robota da koristi pozicijske podatke pohranjene u registrima.

```
6: J PR[1] 50% FINE
```

Kada pomičete robota i pohranjujete položaje, važno je obratiti pažnju na konfiguraciju robota i zakrete svih 6 osi. To će osigurati da robot može ponovno dostići te položaje bez problema ili kolizija. Provjerite sve moguće položaje i orijentacije kako biste osigurali da robot može izvesti zadane pokrete bez ograničenja ili interferencija.

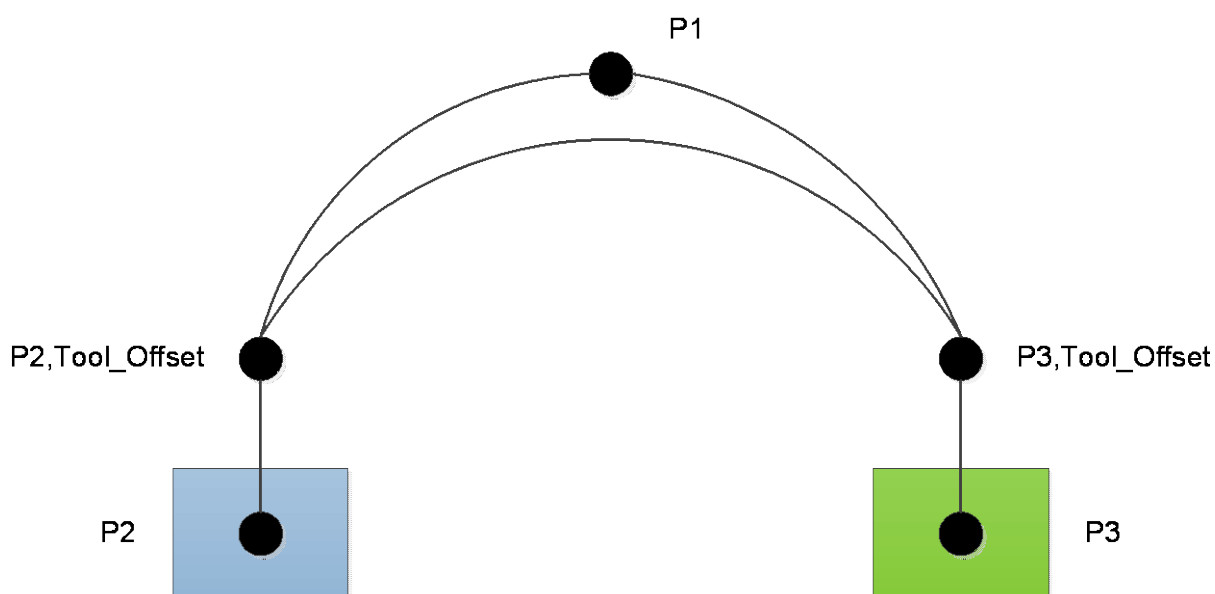
Nakon izrade programa, testirajte ga kako biste potvrdili da robot ispravno slijedi upute i da su svi pokreti izvedeni kako treba. Prilagodite registre, brzinu, i sekvencu pokreta prema potrebi za optimizaciju vašeg "pick & place" zadatka.

Korištenje pozicijskih registara pruža dodatnu fleksibilnost u programiranju, omogućujući vam da lako mijenjate položaje i parametre bez potrebe za izmjenom cijelog programa.

10. Offset

Nadogradnjom „Pick&Place“ programa definirajući prilazne točke naredbom "tool offset" moguće je pojednostaviti program i svesti ga na svega tri točke.

Točke P2 i P5 su prilazne točke te njih mijenjamo na način da nadogradimo točke prihvata i odlaganja sa naredbom tool offset.



Slika 10.1 Nadogradnja osnovnog "pick & place" programa

Sintaksa se nadograđuje u

```
1: J P[2] 50% FINE Tool_Offset, PR[1]
```

Potrebno je prilagoditi vrijednosti pohranjene u PR[1] kako bi odmak bio dovoljan i u ispravnom smjeru.

11. Petlje

U ovoj vježbi cilj je nadograditi osnovni program tako da se pick & place radnja izvrši 5x.

Nakon ove vježbe, trebali biste biti upoznati s petljama i skokovima.

Nadogradnja osnovnog "pick & place" programa tako da se radnja izvrši pet puta može se postići korištenjem petlje unutar programa.

Uvođenje Petlje u Program:

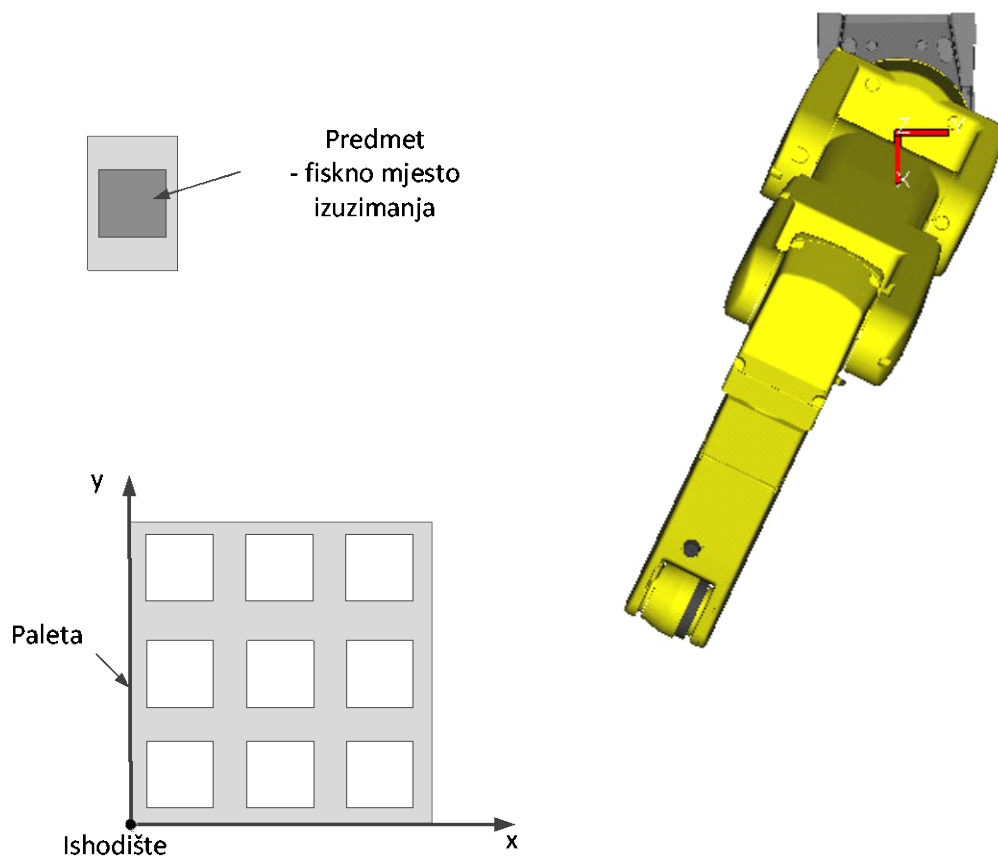
Dodajte petlju npr. FOR loop) na početak dijela programa gdje se izvodi "pick & place" radnja. Postavite petlju tako da se izvrši pet puta.

Struktura Petlje:

Unutar petlje, uključite sve naredbe koje su dio vaše "pick & place" radnje. To uključuje kretanje do pozicije za pokupiti predmet, zatvaranje hvataljke, kretanje do pozicije za postavljanje predmeta, otvaranje hvataljke, i povratak hvataljke u početni položaj.

12. Paletizacija - petlje

Koristeći napredne upravljačke strukture i programske elemente pozicijske registre, registre, petlje i korisničke koordinatne sustave) potrebno je izraditi vlastiti program za paletizaciju dijelova. Predmet se izuzima s istog radnom mjestu i odlaže u paletu. Odrediti korisnički koordinatni sustav palete tako da je rub palete ishodište koordinatnog sustav a njeni bridovi smjerovi koordinatnih osi. Zatim je potrebno u novom definiranom koordinatnom sustavu definirati točke odlaganja predmeta. Kada su definirane točke potrebno je fizički premjestiti kutiju za odlaganje u prostoru i izvršiti rekalkulaciju koordinatnog sustava. Prilazne i izlazne točke definirati naredbom tool offset.



Slika 12.1 Prikaz prostornog rasporeda za program paletizacije

13. Paletizacija - funkcija

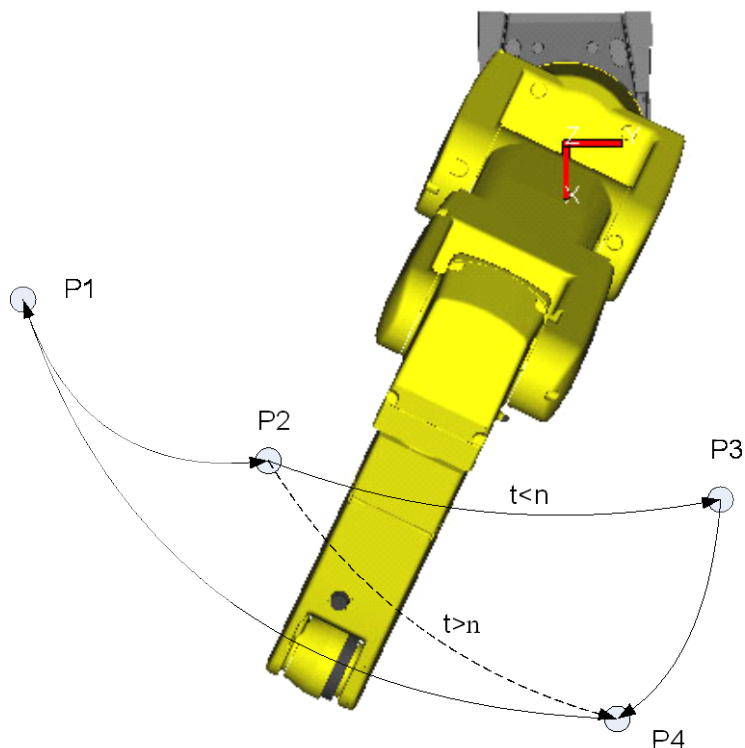
Fanuc robotski sustav već ima integriranu paletizacijsku funkciju koja se poziva naredbom PALLETIZING unutar TP programa. Da biste izvršili odlaganje predmeta u paletu koristeći gotovu funkciju paletizacije, morate slijediti nekoliko koraka:

1. Pristupite paletizacijskoj funkciji u programu vašeg robota
2. Konfiguracija paletizacijske funkcije - postavite parametre palete, kao što su dimenzije palete, broj redova i stupaca, visina slojeva i razmak između predmeta.
3. Definiranje položaja početka palete - odredite i zabilježite početnu točku palete (obično gornji lijevi kut prve razine) koristeći kontrolu pozicioniranja robota. Definirajte i preostale potrebne točke prateći sučelje za definiranje parametara.
4. Integracija s glavnim programom - nakon što robot pokupi predmet (pick), pozovite paletizacijsku funkciju da odredi sljedeću točku odlaganja na paleti (place).
5. Izvršavanje paletizacijske radnje - paletizacijski softver automatski će ažurirati položaj za sljedeći predmet, vodeći računa o rasporedu palete.
6. Ponavljanje procesa - program treba ponavljati proces pokupljanja i odlaganja predmeta, prateći raspored palete koji je odredio paletizacijski softver.

Ova metoda omogućuje automatsko i učinkovito odlaganje predmeta u paletu, koristeći prednosti integriranih paletizacijskih funkcija u robotskim sustavima. Preporučuje se pažljivo testiranje i prilagodba kako bi se osiguralo da su svi aspekti paletizacije optimizirani za vaše specifične potrebe.

14. Override i skip condition

Potrebno je izraditi program koji prolazi kroz nekoliko točaka. Potrebno je u skladu sa vremenom t izvršiti željeno gibanje – u slučaju da je vrijeme $t < n$ robot nakon točke 2 prolazi kroz točku 3 i nastavlja kretanje prema točki 4. U slučaju da je željeno vrijeme izvođenja isteklo robot iz točke 2 odlazi u točku 4. Testirati izvođenje programa pri različitim brzinama koristeći funkciju override.



Slika 14.1 Varijante redoslijeda izvođenja kretanja

Koristiti:

- TIMER
- SKIP
- OVERRIDE

15. Zaustavljanje robota

Zaustavljanja su jedna od najuočljivijih funkcija koje robot ili bilo koji stroj moraju imati. Koristimo različite vrste zaustavljanja:

- Robot koji je završio svoj rad mora se zaustaviti.
- Robot koji izvodi kretanje koje ne bi trebao izvoditi mora biti zaustavljen.

Postoji mnogo različitih scenarija u kojima su nam potrebna zaustavljanja. Postoje 3 različite kategorije zaustavljanja prema IEC 60204 -1) više ili manje stroge:

- Zaustavljanje kategorije 2 je kontrolirano zaustavljanje gdje nakon zaustavljanja, snaga ostaje dostupna aktuatorima u našem slučaju motorima).
- Zaustavljanje kategorije 1 je kontrolirano zaustavljanje, gdje nakon zaustavljanja, više nema dostupne snage za aktuatore.
- Zaustavljanje kategorije 0 je neposredno zaustavljanje s uklonjenom snagom s aktuatora. Putanja usporavanja ovog zaustavljanja je nekontrolirana.

Što je kategorija zaustavljanja stroža, to je štetnija za robota i sigurnija za čovjeka ili vanjsku opremu.

Hitno Zaustavljanje E -Stop)

Hitno zaustavljanje se koristi u hitnim situacijama. Ovo zaustavljanje se koristi ako su ljudi u opasnosti ili ako je robot na putu da se sudari s vanjskom opremom, objektima ili drugim robotima. Primarno se koristi za izbjegavanje štete ili ozljeda kao posljednja opcija i stoga je to zaustavljanje kategorije 0. Ovo je najdrastičnije zaustavljanje za robota, ali i najsigurnije jer robota zaustavlja odmah. Pokušajte koristiti ovaj gumb za hitno zaustavljanje dok robot izvršava program koji izvodi kretanje. Pokrenite program i onda, dok je u pokretu, pritisnite gumb za hitno zaustavljanje. Promatrajte kako se robot zaustavlja.

Deadman switch - otpuštanje prekidača

Da biste pomicali robota ili izvršili program u načinu podučavanja, prekidač Deadman mora biti držan u srednjem položaju. To se radi kako bi se spriječilo da robot ozlijedi operatera. U slučaju da se robot brzo približi operateru, operater može osloboditi prekidač Deadman i robot će se zaustaviti, ili operater može panično stisnuti prekidač Deadman jače, pa će se tada robot također zaustaviti.

Iz gore navedenog opisa možete razumjeti da to također mora biti zaustavljanje kategorije 0, jer sigurnost operatera stoji na prvom mjestu.

Pokušajte reproducirati ovo zaustavljanje izvršavajući program u T1 režimu dok držite Deadman, a zatim oslobodite prekidač i promatrajte vidite li isto ponašanje kao i s E-Stopom.

Dok nastavljate program, obratite pažnju jer je robot vjerojatno malo izvan svog puta i napraviti će neočekivani pokret odmah nakon pokretanja.

HOLD

Funkcija HOLD koristi se za kontrolirano zaustavljanje robota kako bi se nešto promijenilo u postavkama ili konfiguraciji robota. Ako operater želi zaustaviti robota kada nema opasne situacije, uvijek bi trebao koristiti HOLD funkciju.

Ako se pritisne tipka HOLD, robot izvršava kontrolirano zaustavljanje, i neće se pojaviti poruka o grešci te se robot može ponovno pokrenuti s pozicije na kojoj je bio zaustavljen. Ovo je zaustavljanje kategorije 2. Prilikom ručnog pokretanja otpuštanje tipke SHIFT ima istu ulogu.

Pokušajte i to s programom i nastavite pokrenite) program ponovno.

Kazalo slika

Slika 1.1 Deadman switch.....	4
Slika 6.1 Višestruki pristupni putovi do TCP-a omogućuju softveru da izračuna točnu točku pomoću triangulacije - izvor ABB.....	13
Slika 6.2 Korištenje više orijentacije u istoj točki - izvor ABB.....	14
Slika 7.1 Korisnički koordinatni sustav.....	15
Slika 8.1 Osnovni "pick & place" program.....	18
Slika 10.1 Nadogradnja osnovnog "pick & place" programa.....	22
Slika 12.1 Prikaz prostornog rasporeda za program paletizacije.....	24
Slika 14.1 Varijante redoslijeda izvođenja kretanja.....	26

Impressum

Autori: dr. sc. Bojan Šekoranja

Lektor:

Recenzent: dr. sc. Filip Šuligoj