

Osnove robotike

LV3 Planiranje trajektorije

Denis Lazor

Zadatak: Napraviti funkciju u MATLAB-u za kretanje vrha alata robotskog manipulatora kroz zadane točke putanje pri čemu putanja treba predstavljati prvo slovo imena ili prezimena.

Manipulator: Motoman MH50-35

Model: Nacrt i bokocrt u AutoCad-u skalirani s 0.1 uz poštivanje vidljivih dimenzija i odokativnog određivanja ostalih. Na modelu se nalaze i označeni koordinatni sustavi zajedno sa svim njihovim osima.

NAPOMENA!

- Skripta **my_inykin.m** za inverznu kinematiku je nadograđena sa spremanjem i izbacivanjem rješenja koja ne zadovoljavaju određene provjere te je ispravljena greška sa izostavljenim rješenjima kuta **theta3** iz **LV2**. Također je dodana i funkcionalnost za određivanje najmanje pomaka između dva uzastopna stanja manipulatora.

Dijelovi MATLAB skripti:

➔ *my_robot_script_TrajectoryPlanning.m* skripta

Zadavanje tocka putanje:

```
Wr = [ -19.3474 0 196;  
       130 0 130;  
       130 0 125;  
       130 0 120;  
       130 0 115;  
       130 0 110;  
       130 0 105;  
       130 0 100;  
       130 0 95;  
       130 0 90;  
       130 0 85;  
       130 0 80;  
       130 0 75;  
       130 0 70;  
       130 2.5 71;  
       130 5 72;  
       130 10 74;  
       130 12.5 76;  
       130 15 78;  
       130 20 82;  
       130 25 86;  
       130 28 90;  
       130 30 94;  
       130 30.5 98;  
       130 30.5 102;  
       130 30 106;  
       130 28 110;  
       130 25 114;  
       130 20 118;  
       130 15 122;  
       130 12.5 124;  
       130 10 126;  
       130 5 128;  
       130 2.5 129;  
       130 0 130;  
       -19.3474 0 196]';
```

Zadavanje normale na ravninu koristenu za crtanje slova:

```
N = [1 0 0]';  
d = 130;
```

Ograničavanje brzine i ubrzanja zglobova:

```
dqgr = [8 8 8 8 8 8 100]';  
ddqgr = [16 16 16 16 16 16 10000]';
```

→ *my_invkin.m* skripta

Određivanje broja iteracija ovisno o broju realnih rješenja(x^4)

-- [Ispravak LV2 funkcije koja je uzimala samo prva dva rješenja neovisno o broju realnih rješenja]:

```
real_res_count=(size(u3));
```

```
for i = 1:real_res_count(1) %Looping trough number of real solutions for u3 ***Not
included in LV2***
    for j = 1:2
        . . .
        for k = 1:2
            . . .
```

Provjera točnosti rješenja inverze kinematike:

- ➔ Ukoliko se ustanovi da je rješenje netočno, program prelazi na sljedeću iteraciju ne spremajući dobiven rješenje
- ➔ U nekim slučajevima pojavljuju se jako male greške do ($10^{(-15)}$) pa su takve greške zanemarene

```
% Checking theta 1,2,3
% Fixing problems where errors  $\wedge(-15)$  making problems ;)

if round(pao(1),10)~=round(x,10) || round(pao(2),10)~=round(y,10)
    continue;
end
```

```
.
.
.
```

```
% Cheking theta 4,5,6
```

```
c4 = cos(theta4);
c5 = cos(theta5);
c6 = cos(theta6);
s4 = sin(theta4);
s5 = sin(theta5);
s6 = sin(theta6);
```

```
R63_ = [c4*c5*c6-s4*s6 -c4*c5*s6-s4*c6 -c4*s5;
        s4*c5*c6+c4*s6 -s4*c5*s6+c4*c6 -s4*s5;
        s5*c6 -s5*s6 c5];
```

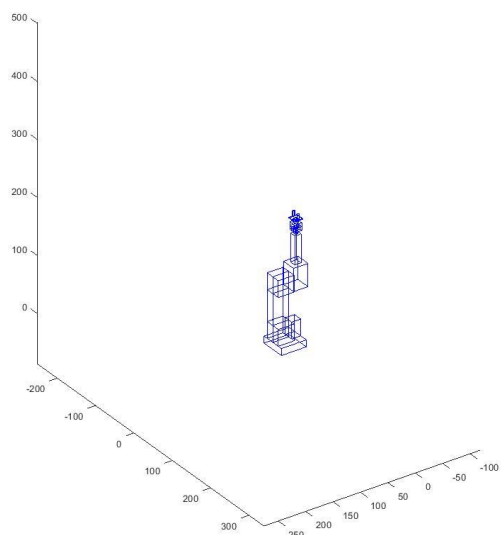
```
check = isequal(round(R63,10),round(R63_,10));
```

```
if check == 0
    continue;
end
```

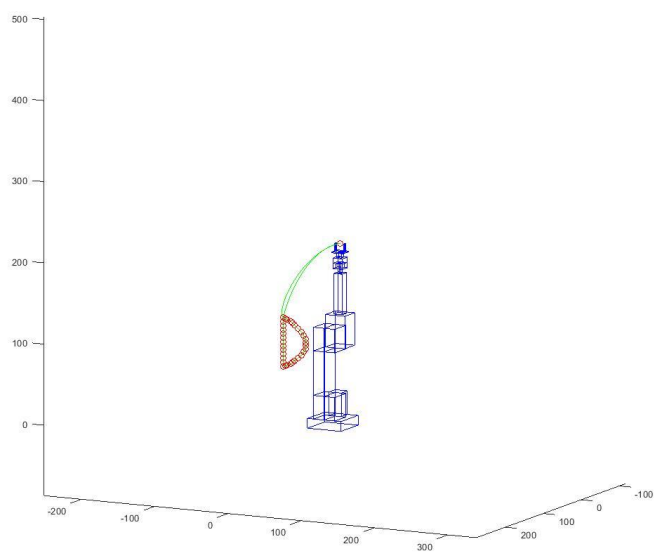
Rezultati:

Početni i krajnji položaj

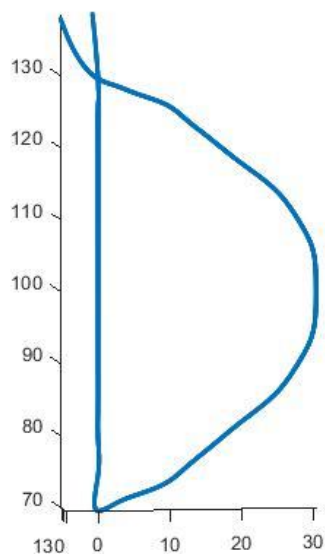
$Wr(:,1) = [-19.3474 \ 0 \ 196]$



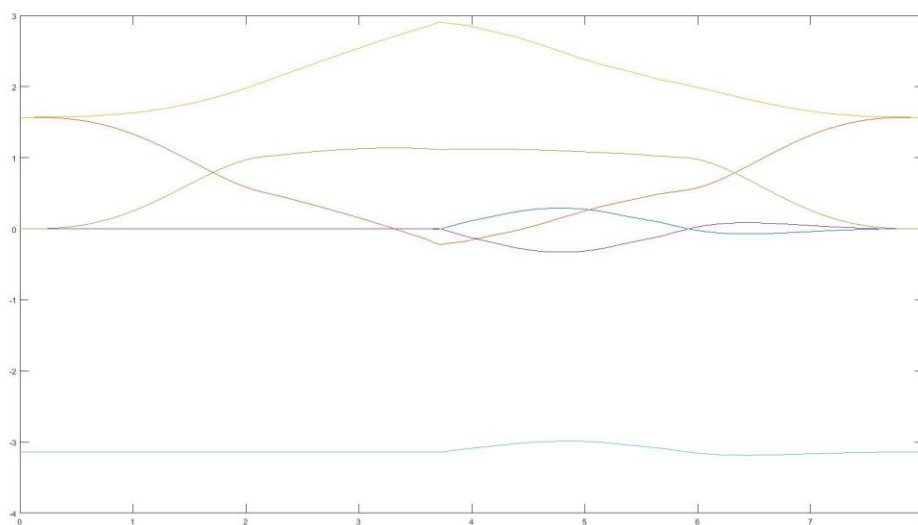
Trajektorija za zadani skup točaka Wr:



Trajektorija na zadanoj ravnini:



Graf promjene položaja zglobova:

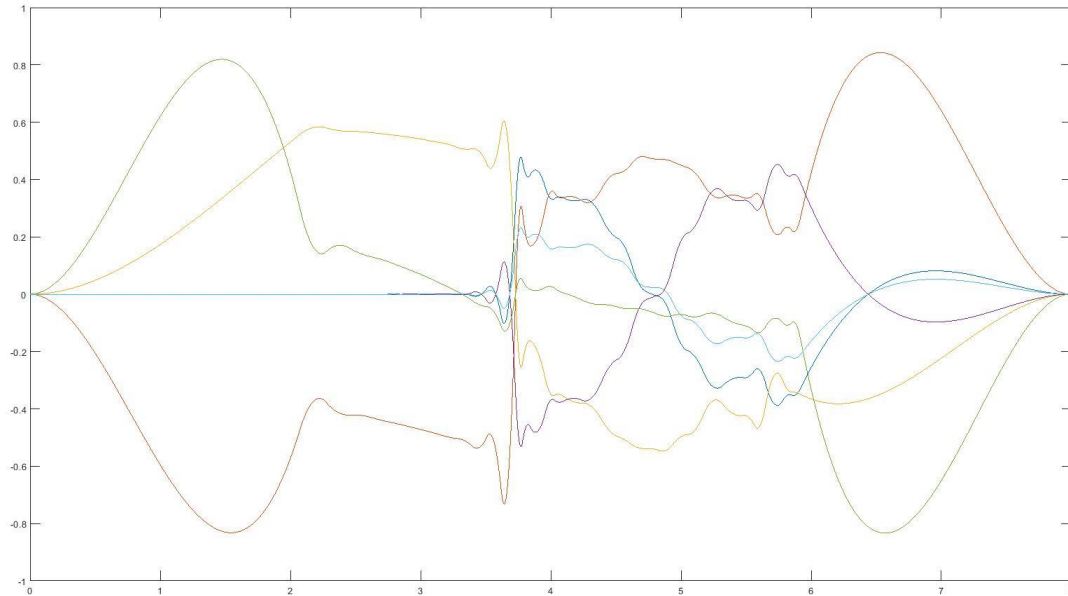


Iz grafa se vidi da početni položaji odgovaraju kutevima zglobova za početni položaj manipulatora.

$\Theta_1(0)$, $\Theta_2(\pi/2)$, $\Theta_3(\pi/2)$, $\Theta_4(-\pi)$, $\Theta_5(0)$, $\Theta_6(0)$. Također se vidi da je najveća promjena **zglobova 2 i 3 (žuta i crvena boja)** što je vidljivo iz simulacije, zato jer obavljaju najveći dio pozicioniranja alata po visini i širini.

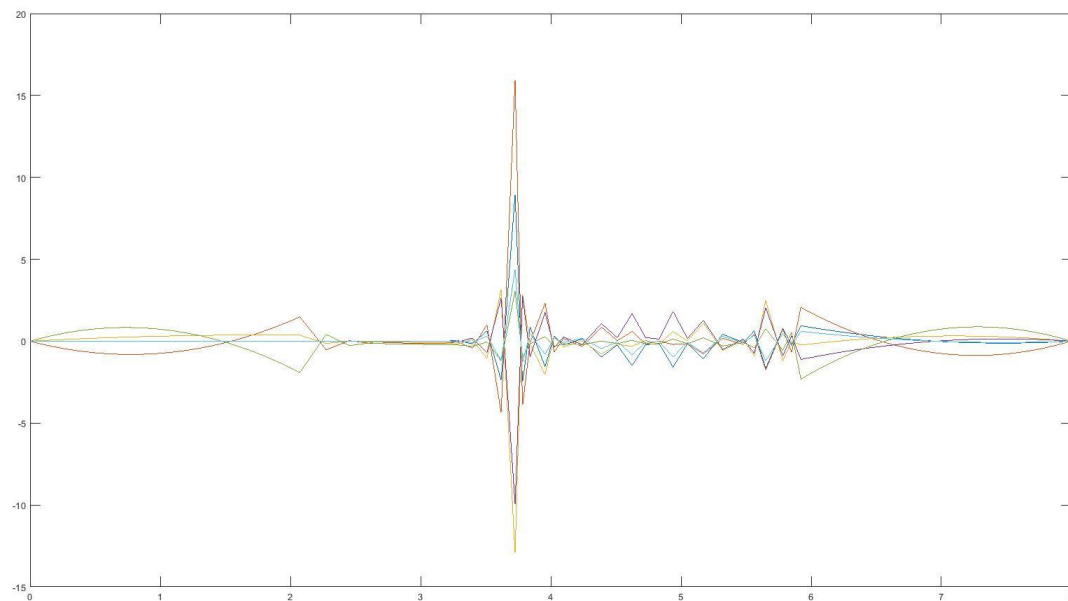
Simetrični su kako bi održali alat u ravlini pri podizanju i spuštanju alata pri crtanju slova. Po dubini djeluje **zglob 1 (ljubičasta boja, negativan smjer oko z-osi)** koji ima male pomake i to samo kod crtanja zakrivljenog dijela slova. **Zglob 5 (zelena boja)** za rotiranje alata oko y-osi je imao minimalan posao, on zakreće alat za 90 stupnjeva pri početku i kraju gibanja. **Zglob 4 (svijetlo plava boja)** ima posao zakretanja dijela robota sa zglobom 5 i 6 oko z-osi. Na grafu ima blage zakrete oko dijela crtanja zakrivljenog dijela slova. **Zglob 6 (tamno plava boja, pozitivan smjer oko z-osi)** služi za zakretanje samo alata oko z-osi. Djeluje jednakim pomakom u suprotnom smjeru od zgloba 1. Simetrično sa zglobom 4. Poništava rotaciju tog zgloba kako bi alat ostao pod istim kutem

Graf promjene brzine zglobova:



Na početku djeluju zglobovi 2 i 3 za pomak do ravnine te zglob 5 za rotiranje alata oko z-osi za 90 stupnjeva. Kasnije se pokreću i drugi potrebni zglobovi. Najveći pomaci su kod crtanja zakrivljenog dijela slova, što je i razumljivo jer se alat kreće po više osi. Na kraju se sve brzine vraćaju na 0(početni položaj).

Graf promjene ubrzanja zglobova:



Prikazuje promjenu brzine u vremenu(ubrzanje) zglobova pa prikazuje slično što i prethodni graf brzina zglobova.

- Cijeli kodovi se nalazi u skriptama s prefixom 'my_'