به نام نور



تمرین شماره 5رباتیک دانشجو:ریحانه نیکوبیان شماره دانشجویی:99106747 سال تحصیلی:1402

برای ربات کروی تمرین ۳ باید طراحی حرکت صورت گیرد. برای این منظور مبدا عملگر نهایی باید از مختصات ابتدایی (i) به مختصات نهایی (f) حرکت کند. (دستگاه مختصات صفر بایستی مطابق شکل زیر در نظر گرفته شود که در آن در لحظه ای که زوایای مفصلی اول و دوم صفر هستند، محور X_0 موازی لینک سوم میباشد.)

| $X_i \text{ (mm)}$ | Y_i (mm) | Z_i (mm) | $X_f(mm)$ | $Y_f(mm)$ | $Z_f(\text{mm})$ |
|--------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------|
| 284.829 | -164.446 | 190.293 | 91.203 | 340.373 | 605.682 |

الف) مسير حركت فاقد هر نوع اهميتي است و فقط كافي است كه مفاصل حركت نرم داشته باشند و حركت در يك ثانيه انجام شود. با در نظر گرفتن تراژکتوری چند جمله ای برای مفاصل و شرط پیوستگی سرعت و شتاب در طول حرکت، تراژکتوری مفاصل را طراحی کنید و سپس حرکت طراحی شده را به مدل ربات در محیط سیمولینک اعمال کنید. منحنی حرکت مفاصل و مختصات عملگر را بر حسب زمان رسم کنید

با توجه به سوال ، می دانیم باید با توجه باید مختصات عملگر نهایی در ابتدا و انتهای مسیر ، متغیر های مفصلی را حساب کنیم(مسئله سینماتیک معکوس) که این کد در تمرین سه نوشته شده است . بعد از محاسبه مقادیر متغیر های مفاصل در ابتدا و انتهای مسیر، برای حرکت هر مفصل یک چند جمله ای درجه سه داریم که با توجه به شرایط مرزی ضرایبش حساب می شود.

> کد مر بوط به محاسبه متغیر های مفاصل در poso مختصات عملگر نهایی قر ار می دهیم theta1,thata2,d مقادير متغير هاي مفصلي حساب مي شوند.

```
%theta1
%theta2
L1=310;
L2=300;
pos0=[68.4;12;703.9;1];
x=pos0(1);
y=pos0(2);
theta1=atan2d(y,x);
H0_1=Trans('y',-L1)*Rot('y',-theta1)*Rot('x',-90);
pos1=H0_1*pos0;
x1=pos1(1);
y1=pos1(2);
theta2=atan2d(y1,x1);
d=(x1^2+y1^2)^0.5-L2;
```

```
function T=Rot(axis,angle)
  axis=upper(axis);
  if (axis=='X')
    T=[1,0,0,0;
        0.cosd(angle).-sind(angle).0;
        0,sind(angle),cosd(angle),0;
      0,0,0,1];
  end
```

متغیر های مفصلی مربوط به نقطه شروع:

Theta1= -30deg theta2=-20deg d=50mm

متغیر های مفصلی مربوط به نقطه پایان:

Theta1= 75deg theta2=40deg d=160mm

معادله برای هر مفصل:

Y=ao+a1*t+a2*t^2+a3*t^3

دو شرط مرزی مربوط به نقطه شروع و پایان که در بالا مشخص شده است . دو شرط مرزی هم مربوط به سرعت مفاصل در نقاط ابتدا و انتها است که باید صفر باشد. نقطه پایان در t=1 است. بنابراین 4 معادله 4 مجهول داریم که حل می شود. معدلات مربوط به هر متغیر مفصلی در زیر مشخص است:

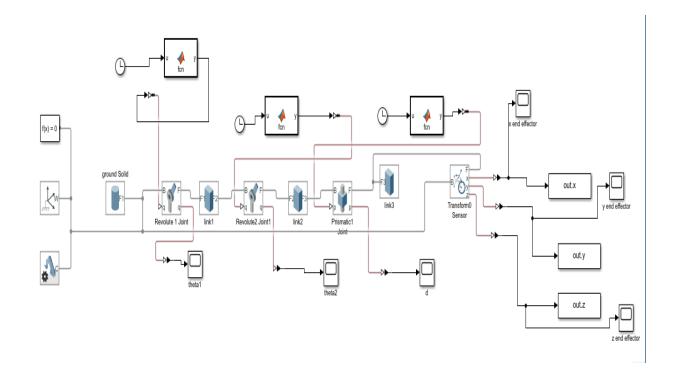
Theta1=-30+315*t^2-210*t

Theta2=-20+180*t^2-120*t^3

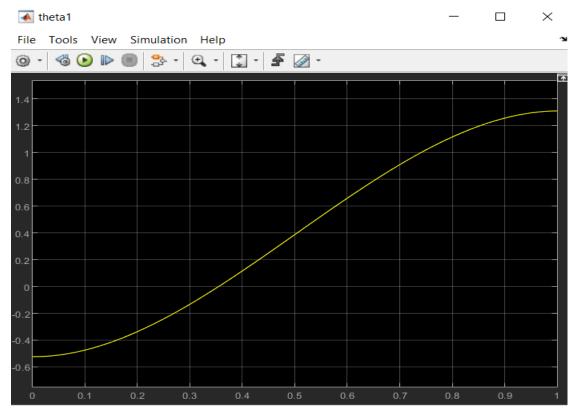
D=50+330*t^2-220*t^3

شبیه سازی این ربات در محیط سیمولینک قبلا انجام شده است. الان فقط باید این توابع را matlab function تعریف کنیم و به هر مفصل ورودی مربوط را بدهیم. نمودار ها نیز با گرفتن خروجی از هر متغیر دلخواه در scope رسم می شوند.

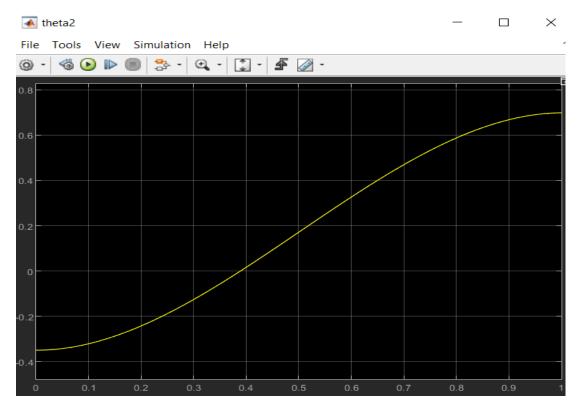
شبیه سازی:



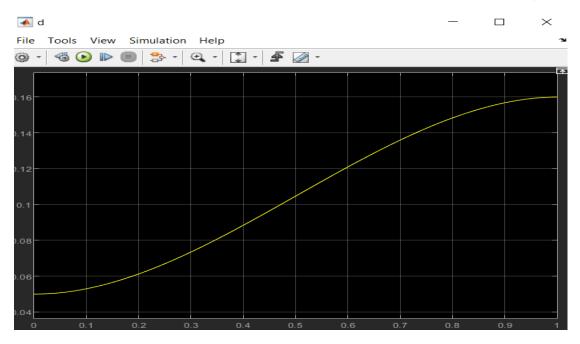
منحنى مفصل 1: زاويه برحسب راديان است

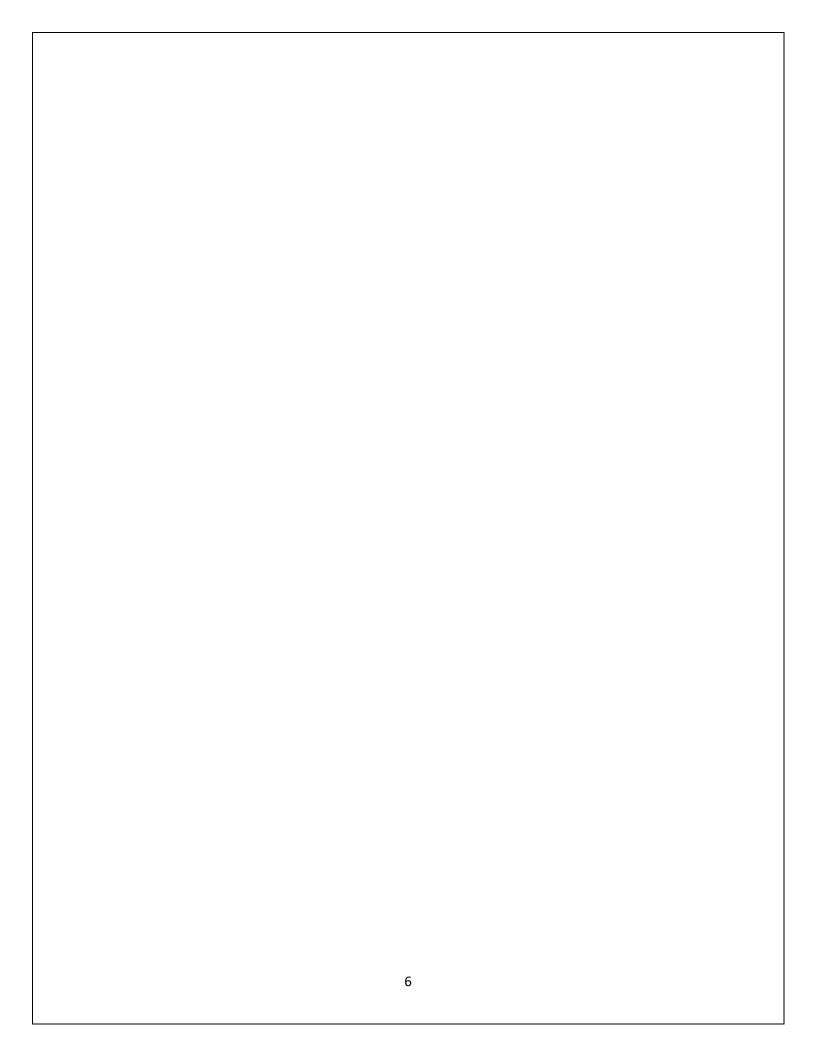


منحنی مفصل 2: زاویه بر حسب رادیان است



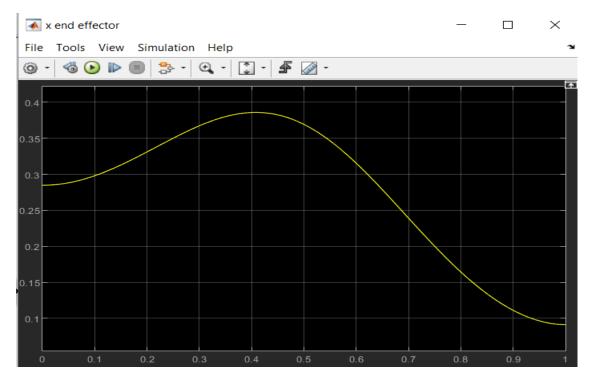
منحنی مفصل3: اندازه حسب متر است



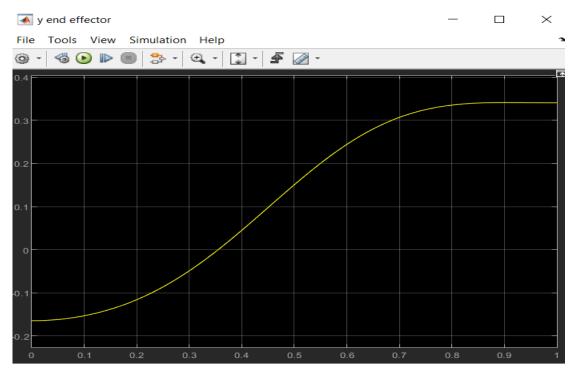


: end effector

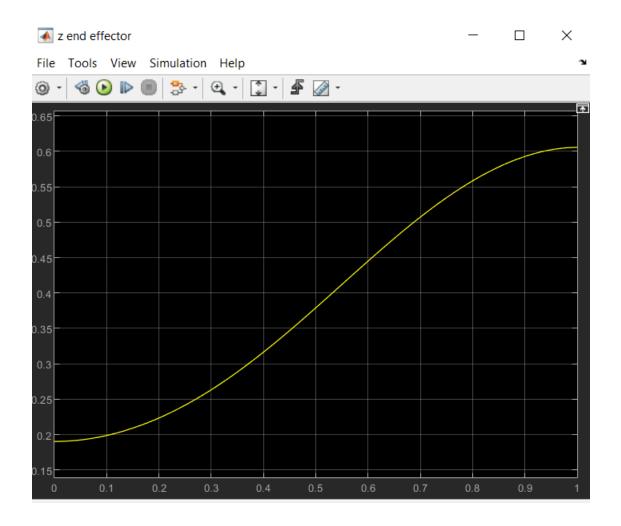
منحنی مروبوط به x



منحنی مروبوط به ۷



منحنى مروبط به 2:

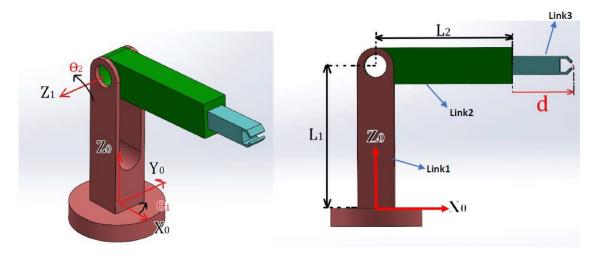


ب) با فرض حرکت روی خط راست و حدود مقادیر شتاب و سرعت عملگرنهایی مطابق زیر، تراژکتوری مفاصل را بر اساس پروفیل ذوزنقه ای برای سرعت عملگر نهایی، طراحی نمایید. سپس بکمک بلوک Signal builder تراژکتوریهای طراحی شده را به مدل اعمال و منحنی حرکت مفاصل و مختصات عملگر را بر حسب زمان رسم کنید:

$$v_{max} = 30 \frac{cm}{s} \qquad a_{max} = \frac{+}{-}g/4$$

- برای ایجاد حرکت از Joint Actuator استفاده نمایید. این بلوک موقعیت، سرعت و شتاب را بعنوان ورودی نیاز دارد.
- مدل سیمولینک و گزارش کاملی از نتایج و تمام مراحل حل شامل استفاده از سیمولینک و مطالب تئوری را بارگذاری کنید.

$$(L_1 = 31 \text{ cm}, L_2 = 30 \text{ cm})$$



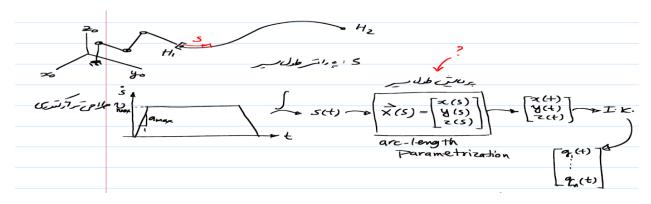
ابتدا باید پروفیل ذوزنقه ای s را تشکیل بدهیم چون حرکت روی خط راست است بردار end effector در هر نقطه می شود:

X=Xi+s*(Xf-Xi)/|Xf-Xi|

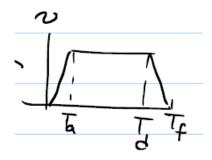
Xi بردار شروع و Xf بردار نقطه انتهای end effector است.

حال که بردار end effector در هر نقطه را به دست اوردیم، با سینماتیک معکوس متغیرهای مفصلی حساب می شوند.

شماتیک حل مسئله به شکل زیر است:



حال به سراغ محاسبه پروفیل ذوزنقه می رویم:



s=((xf-xi)^2+(yf-yi)^2+(zf-zi)^2)^0.5=0.68122m=طول مسير

Ta=Vmax/amax=0.3/2.4525=0.122s

Td=S/Vmax=0.68122/0.3=2.2707

Tf=Ta+Td=2.3927s

Vmax=0.3m/s; amx=2.4525m/s^2

پروفیل ذوزنقه شکل سرعت signal builder تعریف می کنیم. در محیط سیمولینک یک تابع تعریف می کنیم تا با گرفتن ورودی signal builder موقعیت signal builder و signal bilder میکند تا موقعیت signal bilder و signal bilder میکند تا موقعیت signal bilder و signal bilder مفاصل تبدیل کند. از سیگنال تعریف شده انتگرال می گیریم تا خود signal bilder به دست بیاید و signal bilder و signal bilder مال می توانیم این متغیر هارا به مفاصل ورودی بدهیم تا ربات در مسیر خواسته شده حرکت کند.

تابع تعریف شده در سیمولینک:

▶ MATLAB Function

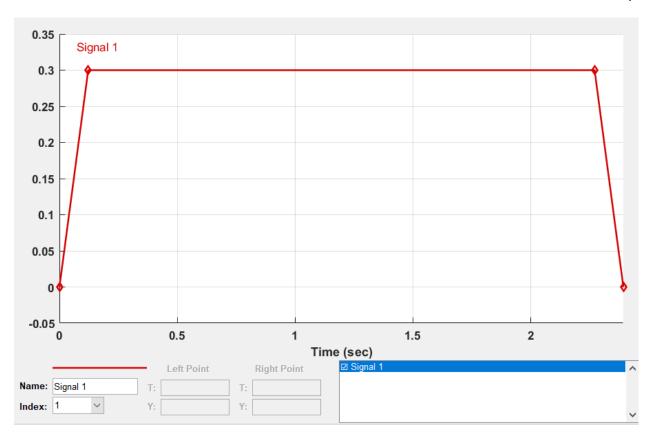
```
function [theta1,theta2,d] = fcn(s)
xi=[284.829;-164.446;190.293];
xf=[91.203;340.376;605.682];
xs=xi+s*(xf-xi)/0.681822

[theta1,theta2,d]=inver(xs(1),xs(2),xs(3))
theta1=theta1*3.1416/180;
theta2=theta2*3.1416/180;
d=d*0.001;
end
```

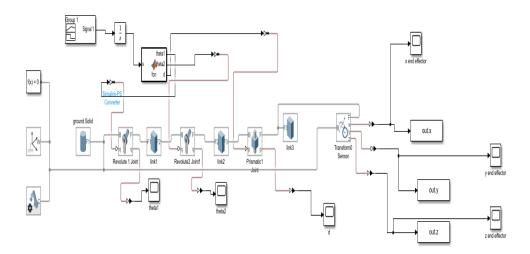
تابع inver که موقعیت end effector ورودی میگرد و متغیرهای مفاصل را خروجی می دهد

```
function [theta1,theta2,d]=inver(x,y,z)
L1=310;
L2=300;
pos0=[x;y;z;1];
x=pos0(1);
y=pos0(2);
theta1=atan2d(y,x);
H0_1=Trans('y',-L1)*Rot('y',-theta1)*Rot('x',-90);
pos1=H0_1*pos0;
x1=pos1(1);
y1=pos1(2);
theta2=atan2d(y1,x1);
d=(x1^2+y1^2)^0.5-L2;
```

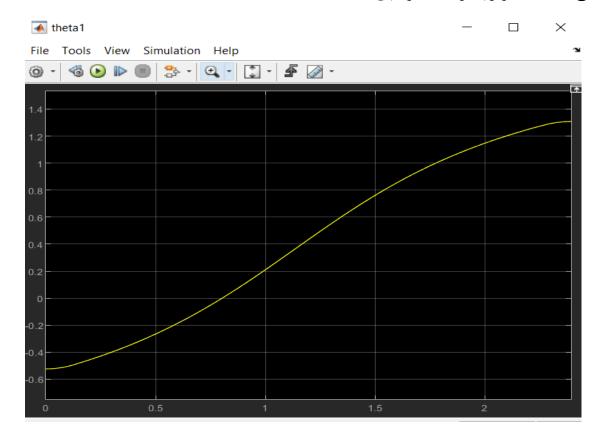
سیگنال:



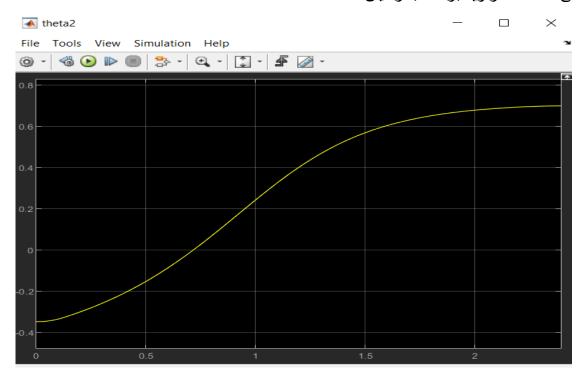
شبیه سازی:



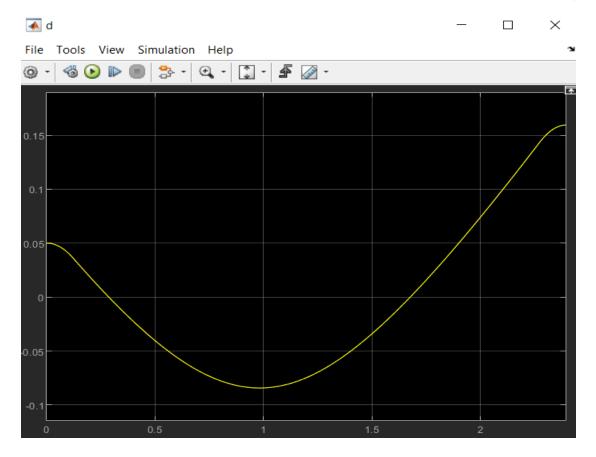
منحنی مفصل 1: زاویه بر حسب رادیان است:



منحنی مفصل2: زاویه برحسب رادیان است

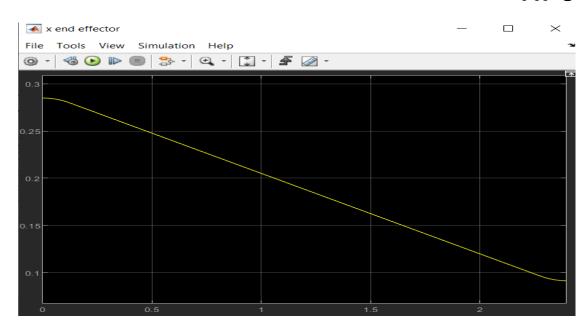


منحنی مفصل3: موقعیت برحسب متر است

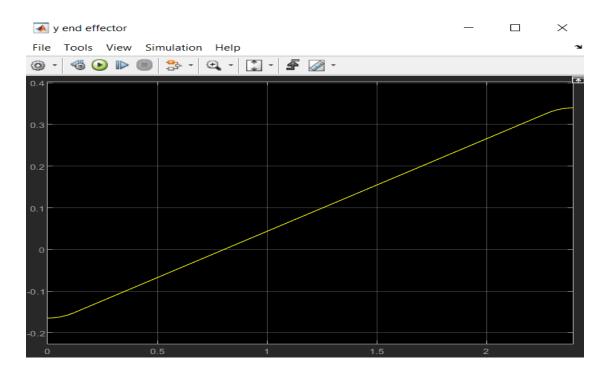


: end effector

منحنی مروبوط به x



منحنی مروبوط به ۷



منحنی مروبوط به z

