

# مکاترونیک

مینی پروژه دوم

استاد: دکتر طالع ماسوله

محمد مهدی رحیمی

۸۱۰۱۹۷۵۱۰

## ۱. کار با OpenCV

در این قسمت با توجه به کتابخانه‌هایی که معرفی شد به راحتی می‌توان صورت را تشخیص داده و با توجه به مختصاتی که به ما می‌دهد دور آن مستطیلی به رنگ قرمز می‌کشیم و این ناحیه را جدا کرده و در متغیری ذخیره می‌کنیم و با استفاده از دستورات دیگر در صورت‌های شناخته شده به دنبال دهن و چشم‌ها می‌گردیم.

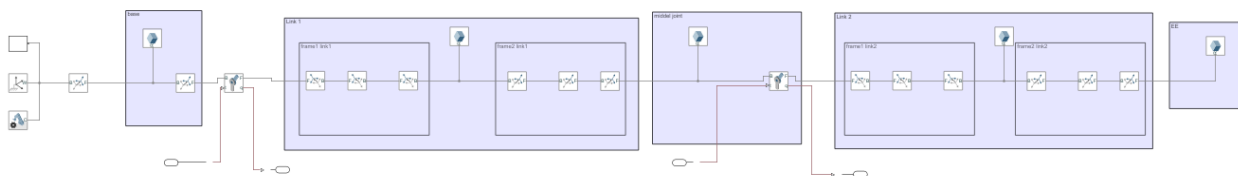
دلیل جدا کردن صورت این می‌باشد که دقت کار را افزایش دهیم زیرا تابع‌ها و کتابخانه‌های استفاده شده دقیق نمی‌باشند و با این کار احتمال خطا در عملکرد آن‌ها را کاهش می‌دهیم.

و سپس بعد از پیدا کردن چشم‌ها دور آن مستطیل سبز و دور دهن مستطیل آبی می‌کشیم.

فیلمی از عملکرد کد ضمیمه شده است با نام CA2\_p1 البته عملکرد آن مطلوب نمی‌باشد که به دلیل دقیق نبودن توابع و کتابخانه‌های استفاده شده می‌باشد. فایل کد مورد نظر نیز با نام facetracker.py می‌باشد که در ضمیمه می‌باشد.

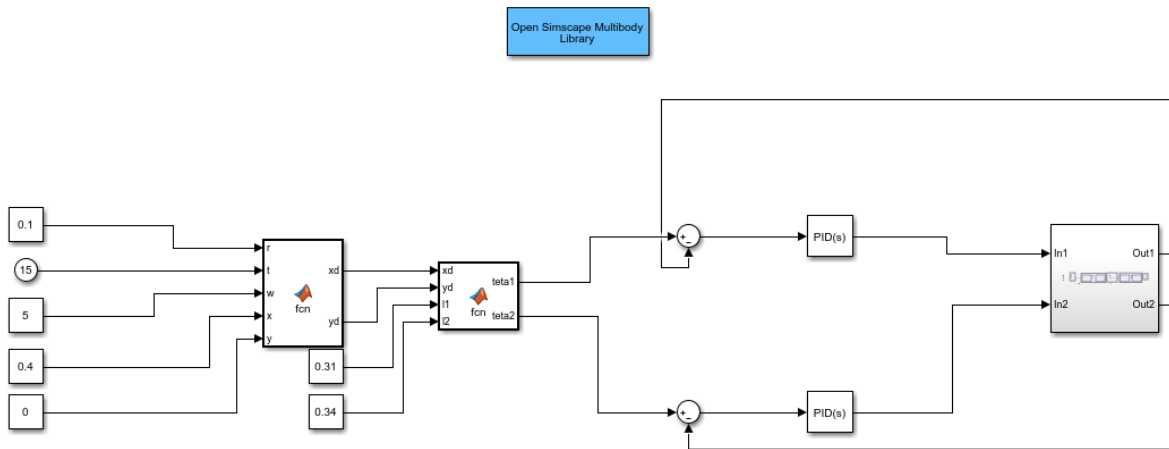
## ۲. شبیه‌ساز ربات دو درجه آزادی در سیمولینک متلب

در این قسمت ابتدا باید قسمت فیزیکی ربات را طراحی کرده که با توجه به اجزای سیمولینک طراحی زیر را داریم:



که می‌توان با مراجعه به فایل و وارد شدن در subsystem اجزای آن را به دقت بررسی کرد.

بعد از این مرحله باید آن را با استفاده از اجزای دیگر کنترل کرد مانند مدار زیر:



که از کنترل کننده های PID نیز باید استفاده کرد و برای تیون کردن ضرایب آن می توان از خود متلب استفاده کرد. حال به بررسی سینماتیک معکوس ربات که عینا در جلسه ۱۱ درس آمده است می پردازیم:

حل برین حل IKP

$$\begin{cases} x = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ y = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \end{cases} \quad \vec{P} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \xrightarrow{IKP} \vec{\theta} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix} = !?$$

$$(x - l_1 \cos \theta_1)^2 + (y - l_1 \sin \theta_1)^2 = l_2^2 \underbrace{[\cos^2(\theta_1 + \theta_2) + \sin^2(\theta_1 + \theta_2)]}_1$$

$$x^2 + y^2 + l_1^2 \cos^2 \theta_1 + l_1^2 \sin^2 \theta_1 - 2x l_1 \cos \theta_1 - 2y l_1 \sin \theta_1 = l_2^2$$

$$\underbrace{x^2 + y^2 + l_1^2}_{c} - \underbrace{2x l_1 \cos \theta_1}_{a} - \underbrace{2y l_1 \sin \theta_1}_{b} = \underbrace{l_2^2}_{d}$$

$$\underbrace{l_1^2 - x^2 - y^2 - l_2^2}_c + \underbrace{2x l_1 \cos \theta_1}_a + \underbrace{2y l_1 \sin \theta_1}_b = 0$$

$$a = 2x l_1 \quad ; \quad b = 2y l_1 \quad ; \quad c = -(l_2^2 - l_1^2 - x^2 - y^2)$$

$$a \cos \theta_1 + b \sin \theta_1 = c$$

$$t = \tan\left(\frac{\theta_1}{2}\right)$$

$$\sin \theta_1 = \frac{2t}{1+t^2} \quad ; \quad \cos \theta_1 = \frac{1-t^2}{1+t^2}$$

$$a(1-t^2) + 2bt = c(1+t^2) \rightarrow t^2(a+c) - 2bt + (c-a) = 0$$

$$t = \frac{2b \pm \sqrt{4b^2 - 4(c+a)(c-a)}}{2(a+c)} \rightarrow t = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - c^2 + a^2}}{a+c}$$

جواب ۲

$a+c \rightarrow a=-c$  !?

سود در جواب برای  $t$  دارد، بازاء  $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$

$$t \begin{cases} \rightarrow t_1^+ \rightarrow \theta_1^+ \rightarrow \theta_2^+ \\ \rightarrow t_2^- \rightarrow \theta_1^- \rightarrow \theta_2^- \end{cases}$$

$$t = \tan\left(\frac{\theta_1}{2}\right) \rightarrow \theta_1 = 2 \arctan(t)$$

این کار درست نیست

$$t = \operatorname{atan2}\left(\frac{2t}{1+t^2}, \frac{1-t^2}{1+t^2}\right)$$



تعداد جواب IKP این ربات ۲ جوابه آزاری، (۲) است.



$$\begin{cases} x - l_1 \cos \theta_1 = l_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ y - l_1 \sin \theta_1 = l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos(\theta_1 + \theta_2) = \frac{x - l_1 \cos \theta_1}{l_2} \\ \sin(\theta_1 + \theta_2) = \frac{y - l_1 \sin \theta_1}{l_2} \end{cases}$$

$$\theta_1 + \theta_2 = \operatorname{atan2}\left(\frac{y - l_1 \sin \theta_1}{l_2}, \frac{x - l_1 \cos \theta_1}{l_2}\right)$$

که با توجه به اطلاعات آورده شده می توان تابع دومی را به شکل زیر نوشت:

```
1 function [teta1,teta2] = fcn(xd,yd,l1,l2)
2 - a = 2*l1*xd;
3 - b = 2*l1*yd;
4 - c = -l2^2 + l1^2 + xd^2 + yd^2;
5 - if a == -c
6 -     t = (c-a)/b/2;
7 -     teta1 = atan2(((2*t)/(1+t^2)) , ((1-t^2)/(1+t^2)));
8 -     teta2 = atan2(((yd - l1*sin(teta1))/l2),((xd - l1*cos(teta1))/l2))-teta1;
9 - else
10 -     t = (b-sqrt(b^2+a^2-c^2))/(a+c);
11 -     teta1 = atan2(((2*t)/(1+t^2)) , ((1-t^2)/(1+t^2)));
12 -     teta2 = atan2(((yd - l1*sin(teta1))/l2),((xd - l1*cos(teta1))/l2))-teta1;
13 - end
```

و برای تابع اولی نیز داریم:

```
1 function [xd ,yd] = fcn(r,t,w,x,y)
2 - theta = t*w;
3 - xd = x + r*cos(theta);
4 - yd = y + r*sin(theta);
```

و حال اگر تمام اجزای گفته شده به درستی در مدار قرار بگیرند به درستی کار می کند که عملکرد آن در فیلم CA2\_p2 می باشد و فایل مربوط به سیمولینک آن با نام CA2.slx می باشد.