

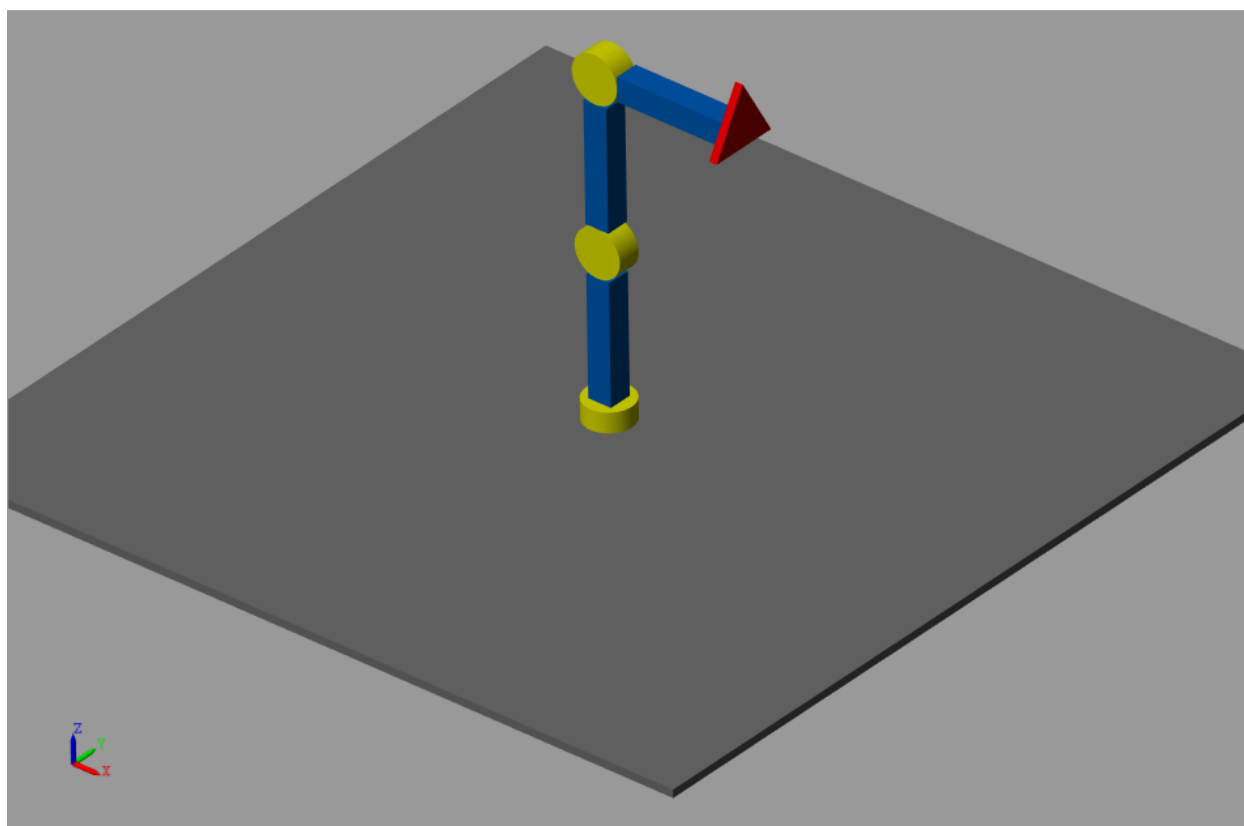


مینی پروژه‌ی چهارم

مدرس: دکتر مهدی طالع ماسوله - حل تمرین: امیر حسین دادبین

در این مینی پروژه، هدف، مدلسازی ریاضی یک بازوی رباتیک سری با سه درجه آزادی با مفاصل دورانی^۱ ساده است. مقاله ضمیمه شده به انجام این مینی پروژه کمک می‌کند.

اجسام استوانه‌ای، مفاصل دورانی که محور دوران در راستای طول استوانه است و اجسام مکعبی نیز لینک‌های بازو هستند. مجری نهایی نیز به شکل یک مثلث جهت نمایش جهت آن به تصویر کشیده شده‌اند.



شکل ۱- نمایی از بازوی رباتیک سه درجه آزادی

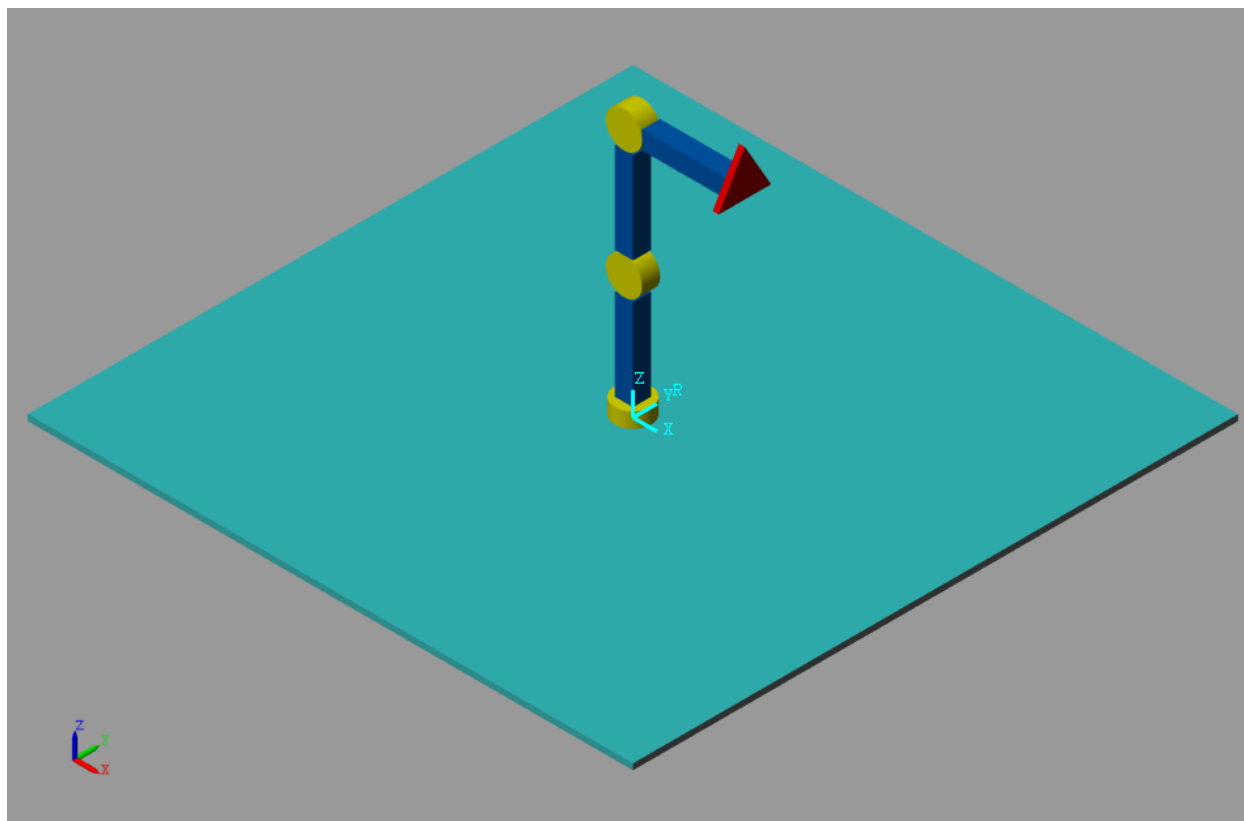
^۱ revolute joint



مینی پروژه‌ی چهارم
مدرس: دکتر مهدی طالع ماسوله - حل تمرین: امیر حسین دادبین

برای راحتی محاسبات فرض شده است که اجسام مکعبی و مثلث دارای جرم و اینرسی صفر می‌باشند. جرم و اینرسی کلی برای هر لینک در مفصل دورانی لحاظ شده است. شعاع استوانه‌ها برابر 0.03 متر و ارتفاع آن‌ها نیز 0.03 متر می‌باشد. (در به دست آوردن پارامترهای DH در نظر باید گرفته شوند)

ابعاد همه‌ی اجسام مکعبی برابر $[0.03 \ 0.03 \ 0.15]$ متر است. جرم همه‌ی مفاصل برابر 0.6 کیلوگرم و مرکز ثقل و ماتریس اینرسی آن‌ها در چارچوب مختصات محلی -خودشان که در اشکال زیر نمایش داده شده است- در ادامه داده شده است. مبدا مختصات محلی هر یک از لینک‌ها درست در وسط جسم استوانه‌ای قرار دارد.



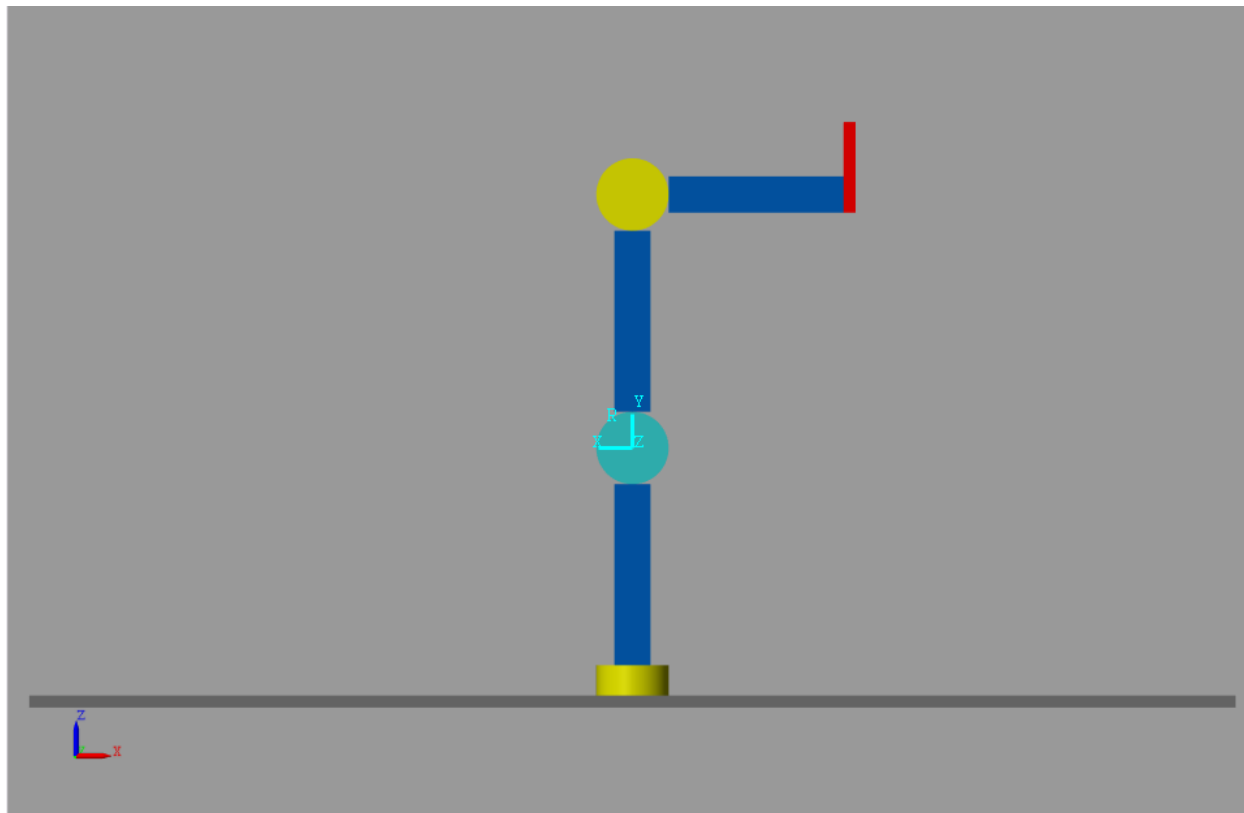
شکل ۳- چارچوب مختصات مفصل اول

$$COM_1 = [-0.01 \ 0.01 \ 0.2]^T$$



مینی پروژه‌ی چهارم
مدرس: دکتر مهدی طالع ماسوله - حل تمرین: امیر حسین دادبین

$$I_1 = \begin{bmatrix} 20 & 1 & 1 \\ 1 & 25 & 1 \\ 1 & 1 & 50 \end{bmatrix} \times 10^{-6}$$



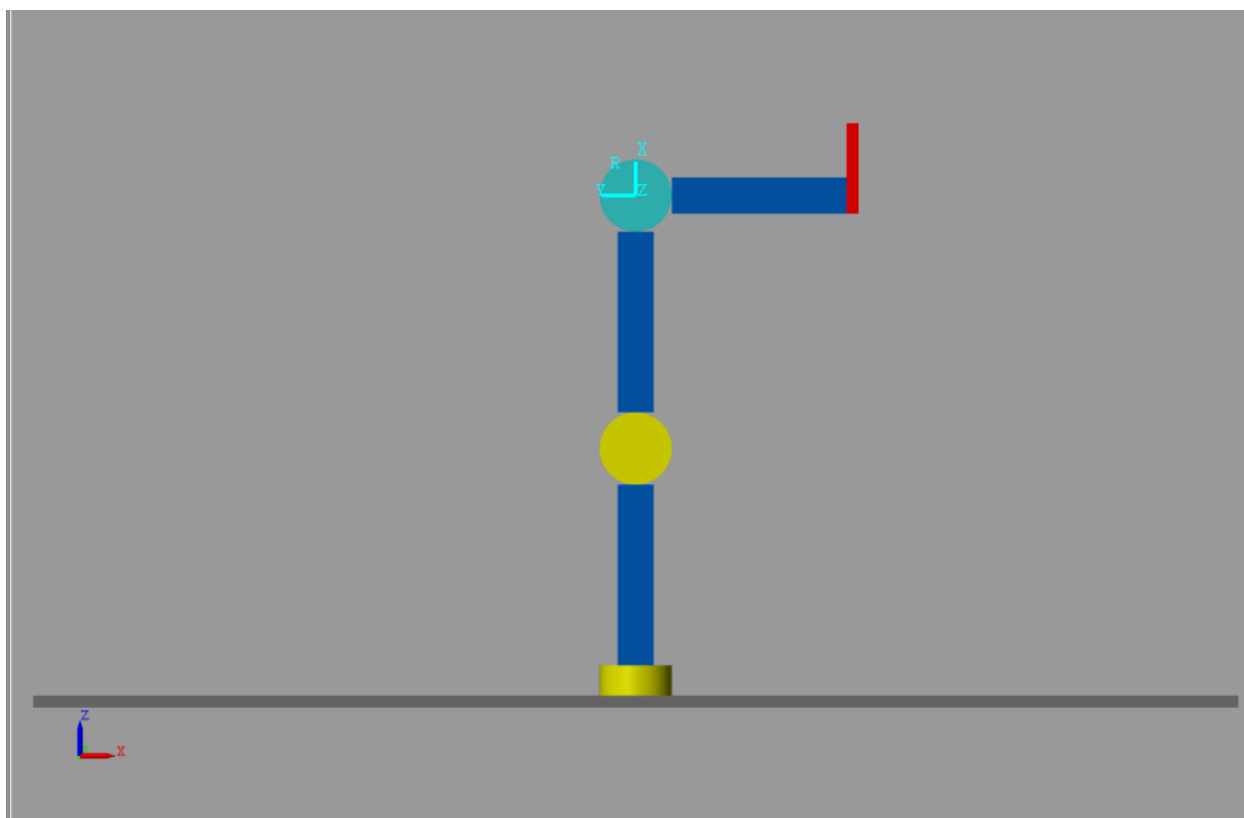
شکل ۳- چارچوب مختصات مفصل دوم

$$COM_2 = [0.01 \quad 0.04 \quad -0.01]^T$$

$$I_2 = \begin{bmatrix} 50 & 1 & 1 \\ 1 & 300 & 1 \\ 1 & 1 & 10 \end{bmatrix} \times 10^{-6}$$



مینی پروژه‌ی چهارم
مدرس: دکتر مهدی طالع ماسوله - حل تمرین: امیر حسین دادبین



شکل ۴ - چارچوب مختصات مفصل سوم

$$COM_3 = [0.02 \quad 0.06 \quad -0.02]^T$$

$$I_3 = \begin{bmatrix} 30 & 1 & 1 \\ 1 & 40 & 1 \\ 1 & 1 & 50 \end{bmatrix} \times 10^{-6}$$

سوال (۱)

جدول پارامترهای DH را کامل کنید. (به همراه رسم چارچوب‌های DH)



مینی پروژه‌ی چهارم

مدرس: دکتر مهدی طالع ماسوله - حل تمرین: امیر حسین دادبین

i	a_i	b_i	α_i	θ_i	$\theta_i^{initial}$
1				θ_1	
2				θ_2	
3				θ_3	

منظور از $\theta_i^{initial}$ زوایای θ مفاصل رباط در پیکره بندی مشخص شده در شکل ۱ است.

سوال (۲)

با استفاده از محاسبات نمادین^۲ متلب، سینماتیک مستقیم ربات را به دست آورده و با دستور simplify ساده کنید. (موقعیت و ماتریس دوران مجری نهایی)

سوال (۳)

با توجه به پاسخی که در سوال ۲ به دست آورده اید، سینماتیک معکوس ربات را به صورت تحلیلی به دست آورید.

سوال (۴)

مدل دینامیکی سیستم را به روش **اولر-لاگرانژ** با محاسبات نمادین متلب به دست آورید.

سوال (۵)

با استفاده از فایل شبیه سازی سیمولینکی که در اختیار شما قرار داده شده است، مدل دینامیکی به دست آمده در سوال قبل را تصدیق^۳ کنید. بدین منظور ابتدا فایل motions_for_simulink.m را اجرا کرده و سپس بسته به نسخه‌ی متلب مورد استفاده‌تان، یکی از فایل های modeling_R20xxb.slx را اجرا کنید. در نهایت فایل plotting_results.m به نحوی ویرایش کنید که گشتاور مفاصلی که با مدل ریاضی که خود به دست آورده اید

^۲ Symbolic Computations

^۳ verify



مینی پروژه‌ی چهارم

مدرس: دکتر مهدی طالع ماسوله - حل تمرین: امیرحسین دادبین

و گشتاورهایی که سیمولینک در اختیار شما قرار می‌دهد، یکجا رسم شوند. بدین منظور عملیات گذاشت و برداشت^۴ برای مسیری که با استفاده از درونیابی ۴۵۶۷ از نقطه‌ی آغازین شکل ۱ به نقطه نهایی منجر می‌شود را در نظر بگیرید. توجه داشته باشید که در پیکره‌بندی آغازین شکل اول در محیط سیمولینک برابر

$$\theta_{sim}^{initial} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$$

است اما برای استفاده از مدل‌سازی دینامیکی خود که با توجه به پارامترهای DH به دست آورده اید،

$$\theta_{model}^{initial} \neq \theta_{sim}^{initial} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$$

در نظر داشته باشید که

$$\theta^{final} = \theta^{initial} + \left[-\frac{\pi}{2} \quad \frac{\pi}{3} \quad -\frac{\pi}{6} \quad -\frac{\pi}{5} \right]$$

توجه نمایید که کد پیاده‌سازی مسیریابی ۴۵۶۷ در motions_for_simulink.m آورده شده است.

نکات مهم:

۱. گزارش مینی‌پروژه را با فرمت pdf به همراه کدها در یک فایل فشرده با پسوند rar به صورت "ر.شماره دانشجویی_نام" در Elearn آپلود نمایید.
۲. ددلاین این تمرین تا ساعت ۲۳:۵۹ روز جمعه ۱۰ تیرماه ۱۴۰۱ است.
۳. برای تاخیرهای کمتر از ۲۴ ساعت نمره‌ای کسر نخواهد شد. برای تاخیر تا ۵ روز مطابق سیاست اعمال تاخیر، درصدی از نمره کسر خواهد شد. بعد از ۵ روز امکان بارگذاری تمرین را نخواهید داشت.

^۴ Pick and Place



مینی پروژه‌ی چهارم
مدرس: دکتر مهدی طالع ماسوله - حل تمرین: امیرحسین دادبین

۴. مرتب، حرفه‌ای و قابل فهم بودن گزارش شما به صورت یک ضریب بین ۰ و یک در نمره‌ی نهایی مینی پروژه اعمال خواهد شد.

۵. در صورت مشابهت بیش از حد متعارف گزارش‌ها و بخش کد زنی، نمره‌ی فرد خاطی در این مینی پروژه صفر لحاظ خواهد شد و فرد خاطی به استاد درس معرفی خواهد شد.

ایمیل: amirhosseindadbin@ut.ac.ir

تلگرام: @amirhosseindadbin