

به نام خدا

توضیحات پروژه درس رباتیک پیشرفته

هر یک از دانشجویان بر اساس جدول زیر پروژه خود را بر روی یک بازوی مکانیکی ماهر انجام می دهند.

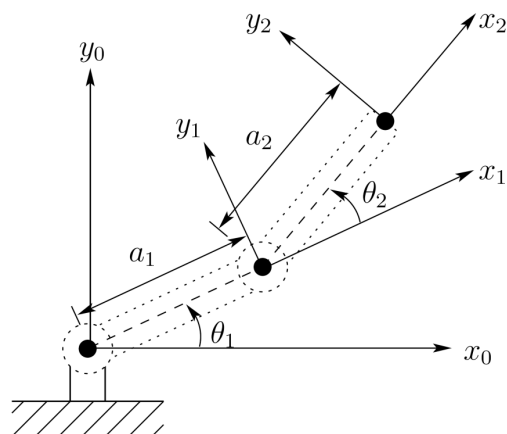
جدول: بازوهای مکانیکی ماهر مورد بررسی

ردیف	کد دانشجویی	بازوی ماهر مکانیکی
1	1404121318104	RRP
2	1404121318005	PPR
3	1404121321003	PRP
4	1404012133095	PRR
5	1402012133107	RPR
6	1404194013101	3R
7	1404121318003	SCARA
8	1404012133178	PPR
9	1404012133176	PRP
10	1404012133091	PRR
11	1404121321105	3R
12	1404012133092	3P
13	1404121318006	PRP

توجه: برای به دست آوردن پارامترهای دناویت هارتنبرگ و اعتبار سنجی حل سینماتیک بازوهای فوق می توانید از نرم افزار RoboanAlyser هم استفاده کنید. پارامترها را به دلخواه هم می توانید انتخاب کنید اما سعی کنید معقول و منطقی انتخاب کنید.

برای ربات مشخص شده با کد دانشجویی موارد زیر را انجام دهید.

یک شکل شماتیک از ربات مورد بررسی ارائه دهید. به عنوان مثال شکل 1 ربات 2R را نشان می دهد. درجات آزادی و نوع مفاصل را مشخص کنید.



شکل 1: ربات مورد بررسی

سینماتیک مستقیم:

1- چارچوبها را تخصیص داده و جدول پارامترهای DH را تعیین کنید. سپس ماتریس های تبدیل را به دست آورید.

جدول 1: پارامترهای DH ربات

2- برای متغیرهای مفصلی پنج مورد به دلخواه مقداردهی کنید و موقعیت و جهت گیری چارچوب نهایی را به دست آورید و در جدول زیر نشان دهید.

جدول 2: سینماتیک مستقیم (FK)

حالت	1	2	3	4	5
وضعیت / مقادیر مفصلی	$R = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$ $d = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$	$R = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$ $d = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$	$R = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$ $d = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$	$R = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$ $d = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$	$R = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$ $d = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$
q ₁					
q ₂					
q ₃					
q ₄					
q ₅					

سینماتیک وارون (IK)

معادلات سینماتیک وارون ربات را حل کنید (به صورت تحلیلی). حل تحلیلی را در گزارش تایپ کنید:

$$q_1 = \dots$$

شماره معادله

....

برای هر کدام از حالت های جدول 2 بررسی کنید آیا با دادن مقادیر مولفه های R و d به معادلات سینماتیک وارون، مقادیر q جدول 2 به دست می آید یا نه؟ در جدول زیر این مقادیر را مقایسه کنید. مشخص کنید سینماتیک وارون ربات چند جواب دارد.

جدول 3: راستی آزمایی حل سینماتیک مستقیم با سینماتیک وارون

حالت	1		2		3		4		5	
	FK	IK	FK	IK	FK	IK	FK	IK	FK	IK
q_1										
q_2										
q_3										
q_4										
q_5										

ژاکوبین:

ماتریس ژاکوبین ربات را به دست آورید. همانند سینماتیک مستقیم و وارون باز هم 5 مورد مقدار سرعت خطی و زاویه ای برای چارچوب نهایی در نظر بگیرید و سپس سرعت متغیرهای مفصلی را به دست آورید. نقاط تکین ژاکوبین را به دست آورید.

جدول 4: سینماتیک سرعت (مشابه جدول 2)

جدول 5: مشابه جدول 3

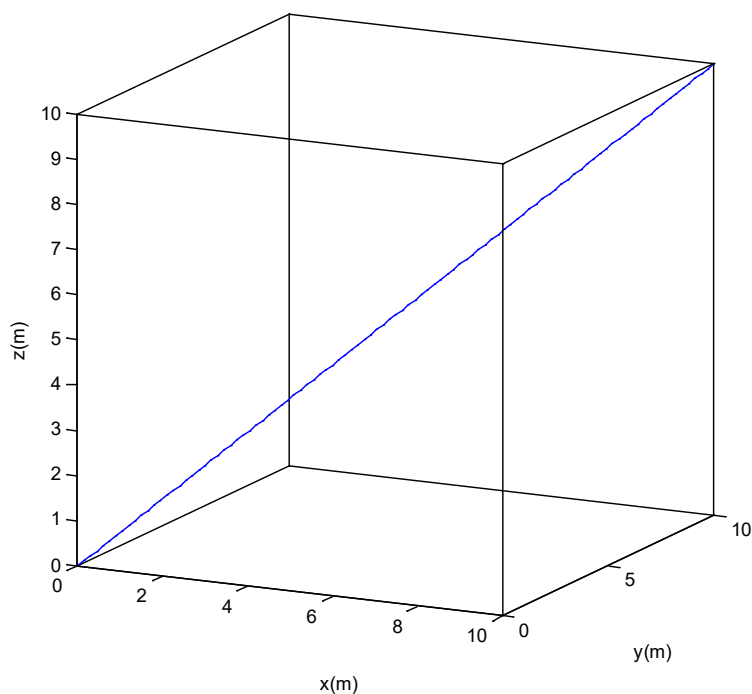
دینامیک معکوس: دینامیک معکوس را به یکی از روشهای نیوتن-اوایلر یا اوایلر-لاگرانژ حل کنید. خروجی معادلات را در پیوست نمایش دهید. (انتهای گزارش). نیرو و گشتاور خارجی وارد بر چارچوب نهایی را صفر در نظر بگیرید.

جرم و ممان اینرسی ربات و مقادیر محل مرکز جرم را در جدول زیر نمایش دهید.

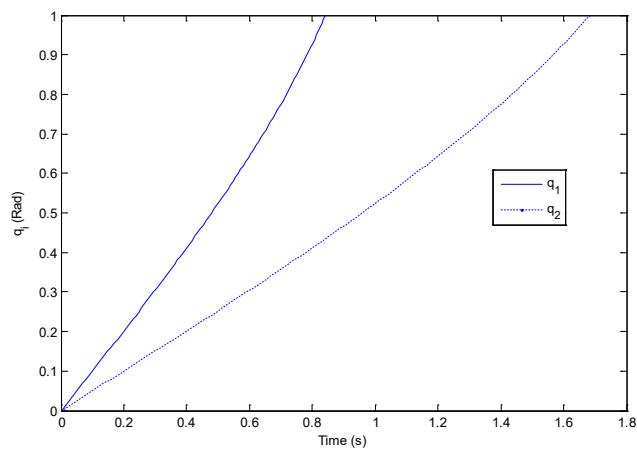
جدول 6: پارامترهای فیزیکی ربات

شبیه سازی:

در این مرحله فرض کنید چارچوب نهایی ربات باید یک قسمت از خط $y=x=z$ که در فضای کاری قرار دارد را طی کند. جهت گیری چارچوب نهایی را می توانید در طول مسیر ثابت فرض کنید (جهت گیری در این پروژه مد نظر نمی باشد). سرعت خطی چارچوب نهایی در طول مسیر را برابر 0.2 متر بر ثانیه در نظر بگیرید. برای شبیه سازی (کد نویسی) می توانید فرض کنید این خط به N نقطه تقسیم شده باشد برای هر کدام از این N نقطه با حل سینماتیک وارون مقادیر متغیرهای مفصلی را به دست آورید. (با حل ژاکوبین سرعت های مفصلی هم به دست می آید). حال با داشتن مثلاً مقادیر q_i و $\dot{q}_i$ در تمام N نقطه می توانید مسیر حرکت مفاصل را تولید کنید. برای تعیین مسیر q_i بین نقاط متوالی (مثلاً نقاط $N-5$ و $N-4$) از یک چند جمله ای درجه سه یا درجه پنج استفاده کنید. اکنون می توانید شکل های زیر را رسم کنید: توجه شود که شکل ها نوعی هستند). توجه داشته باشید که مسیر در نظر گرفته شده برای حرکت مجری نهایی در فضای کاری ربات باشد.



شکل 2: مسیر حرکت چارچوب نهایی در فضای 3D



شکل 3: 3 مقادیر متغیرهای مفصلی در طول حرکت (در این شکل نوعی شبیه سازی برای 1.8 ثانیه انجام شده است)

.....

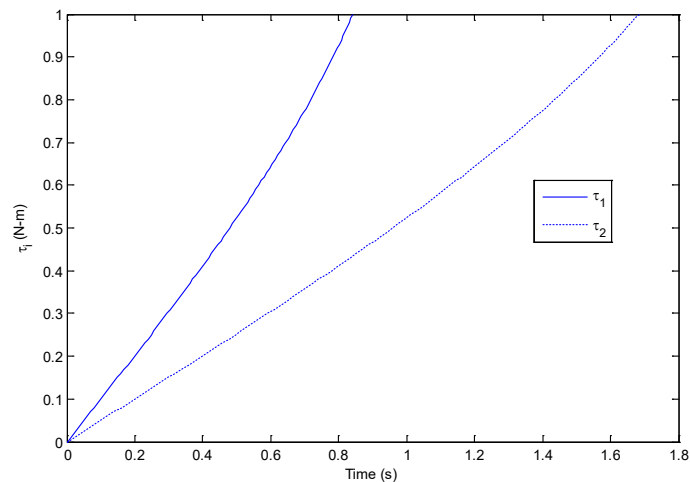
شکل 4: مقادیر سرعت های مفصلی

.....

شکل 5: مقادیر شتابهای مفصلی

گشتاورها و نیروهای مفصلی:

اکنون یا داشتن همه مقادیر متغیرهای سینماتیکی مفصلی در همه نقاط مسیر (توابع درجه سه یا پنج به دست آمده در بخش قبل) می توانید با حل دینامیک وارون مقادیر نیروها / گشتاورهای مفصلی را به دست آورید و در شکل زیر ارایه دهید.



شکل 6: نیروها/ گشتاورهای مفصلی (شکل نوعی است)

.....

شکل 7: مقایسه نیروها/ گشتاورهای مفصل آام به دست آمده از دو روش نیوتن-اولر و لاگرانژ

....

توجه:

- نتایج شبیه سازی باید کاملاً صحیح باشد. روشهایی برای بررسی صحت نتایج پیدا کنید. در صورت عدم صحیح بودن نتایج، حتی با وجود نوشتن هزاران خط برنامه، هیچ نمره ای دریافت نخواهید کرد.
- رعایت نکات نگارشی الزامی است. (قلم: Nazanin –اندازه قلم 12، فاصله خطوط 1.5).
- در مواردی که نیاز است (و در این فایل به آن اشاره نشده است) می توانید فرضیات منطقی دیگری را برای ربات مورد بررسی در نظر بگیرید. در گزارش حتماً به این فرضیات اشاره کنید.
- بدیهی است برحسب نیاز ممکن است مواردی را هم خودتان به این گزارش اضافه کنید (مانند شکل ها و جداول بیشتر)
- فایل های Matlab و خروجی های آن را در پیوسته ها به صورت مرتب و با آدرس دهی در متن گزارش قرار دهید.
- در روز ارائه گزارش (تاریخ آن متعاقباً مشخص خواهد شد) با به همراه داشتن کلیه فایلها (شامل گزارش به صورت فایل پی دی اف) و رایانه قابل حمل (Laptop) حضور داشته باشید. کدهای متلب خود را با گذاردن یادداشت های مناسب طوری بنویسید که قادر به توضیح دادن بخش هایی که پرسش می شود، باشید.
- در روز ارائه پروژه هر دانشجو باید جداگانه پاسخگوی سوالات باشد.
- افزودن شکل های بیشتر و انیمیشن، دلخواه می باشد و نمره اضافی برای آن در نظر گرفته می شود.

- از ایمیل کردن گزارش و فایلها خودداری کنید. در صورتی که از شما خواسته شد پروژه را ایمیل کنید حتما موضوع ایمیل و اسم فایلها شام نام شما و و کلمه پروژه ریاتیک 14042 باشد.
- بدیهی است دانشجویان محترم باید مشخصات خود را در ابتدای گزارش به طور کامل بنویسند.
-

مهلت نهایی ارایه پروژه متعاقبا مشخص خواهد شد.

موفق باشید

دکتر بهنام میری پور