



۱- ربات سری RRR دارای ماتریس جرم به کدام شکل می باشد. استدلال کنید.

$$I) M(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$$

$$II) M(\theta_1, \theta_2)$$

$$III) M(\theta_2, \theta_3)$$

$$IV) M(\theta_1, \theta_3)$$

۲- معادلات یک ربات سری RRR به شکل زیر هستند. کدام ترم ها نمی توانند در معادلات دینامیکی ربات مذکور حاضر باشند. استدلال کنید.

$$\tau_1 = \dots + I_1 \ddot{\theta}_1 + I_2 \ddot{\theta}_1 + m_2 L_1 \ddot{\theta}_1 + (m_3 L_2 L_3 c_3) \ddot{\theta}_1 + \dots$$

$$\tau_2 = \dots + I_2 \ddot{\theta}_1 + I_3 \ddot{\theta}_3 + m_3 (L_2^2 + \frac{1}{4} L_3^2 + L_1 L_2 c_1 + L_2 L_3 c_3) \ddot{\theta}_2 + \dots$$

$$\tau_3 = \dots + I_3 \ddot{\theta}_1 + \frac{1}{2} m_3 (\frac{1}{2} L_3^2 + L_1 L_3 c_{23} + L_2 L_3 c_3) \ddot{\theta}_3 + \\ + \frac{1}{4} L_2^2 \ddot{\theta}_2 + m_3 L_1 L_3 s_{23} \dot{\theta}_3^2 + \frac{1}{2} m_3 L_3 g c_{123} + m_3 L_1 L_3 \theta_3 \dot{\theta}_3 \dots$$

۳- a- در تبدیل تشابهی برخی خواص ماتریس تغییر نمی کند. در تبدیل تشابهی ماتریس ممان اینرسی با استفاده از رابطه $I' = RIR^T$ یکی از ثوابت ماتریس که تغییر نخواهد کرد را ذکر کنید و از لحاظ فیزیکی مفهوم آن را توضیح دهید. چرا از ابتدا I را مستقیماً در دستگاه اینرسی $\{0\}$ محاسبه نمی کنند بلکه آنرا در دستگاه مختصات متصل به جسم محاسبه و سپس با تبدیل همانندی به دستگاه اینرسی انتقال می دهند؟؟

b- فرض جسم صلب باعث شد که معادلات دینامیک ربات به یک دستگاه کوپل ode مرتبه دوم تبدیل گردند. چنان چه هر لینک ربات را به جای لینک صلب یک لینک انعطاف پذیر در نظر بگیریم معادلات چگونه خواهند بود؟

c- متقارن بودن ماتریس جرم از کدام اصل فیزیکی سر چشمه میگیرد؟ (اختیاری)

Due Date:
May 8, 2020
(19 Ordibehesht 99)

In the name of god

Advanced Robotics
Homework Assignment #5



2 | Page

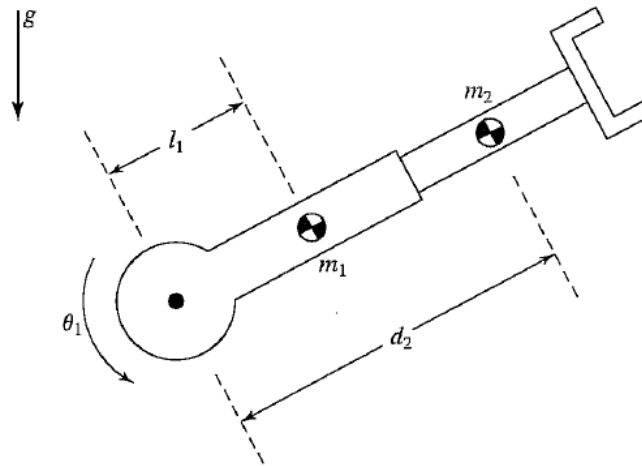
۴- در چه شرایطی می توان تنها از طریق معادلات سینماتیکی ربات را کنترل کرد:
قصد داریم همانند شبیه سازی انجام گرفته در تمرین ۸ سری ۴ از طریق ژاکوبین حرکت ربات را کنترل کنیم.
به نظر شما این کنترلر در چه حالت هایی قابل استفاده است . و در حالت کلی تر چه شرایطی باید بر ربات حاکم
باشد تا بتوان تنها از طریق ژاکوبین ربات را کنترل کرد؟
چرا و در چه شرایطی حتما باید از معادلات دینامیکی برای کنترل ربات استفاده کرد؟

راهنمایی:

عملگرهای ربات و شرایط فیزیکی لینک ها و همچنین تراژکتوری مورد نظر در کنترل سینماتیکی باید دارای ویژگی خاصی باشند.



5-for RP robot shown below :



- Drive the dynamic equations using Lagrangian technique
- Find configuration in which for a specified ($\dot{\theta}$) kinetic energy is minimum (which joints affect minimization ??)
- How would you modify equations if viscous friction is acting at each joint?



6-As you know, the SCARA arm is constructed with four parallel joint axes. The two first and the fourth are revolute joints, and the third is prismatic joint. To simplify the problem, we consider the motion of the first three moving links and combine the mass of the fourth link and the load, if any, with the third link. In this way, we will be dealing with a pure position problem. The first two joint axes control the horizontal position of the end effector, while the third prismatic joint controls the vertical position.

Assuming that all links are homogenous with relatively **small cross section**.

- Drive the dynamic equation using Lagrangian technique
- Define a parameter vector Θ , compute the regressor $Y(q, \dot{q}, \ddot{q})$ and express the equation of motion as $Y(q, \dot{q}, \ddot{q})\Theta = \tau$.

