

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
MEM336 – Robot Teorisi Final Sınavı

Soru 1) Aşağıda eklem yapısı PPRRRR olan altı eklemli bir robot verilmiştir.

- Robotun eklemlerine koordinat sistemleri yerleştiriniz.
- D-H parametrelerini bir tablo halinde yazınız.
- 0T_1 , 1T_2 , 2T_3 dönüşüm matrislerini bulunuz.
- 0T_3 dönüşüm matrisini bulunuz.

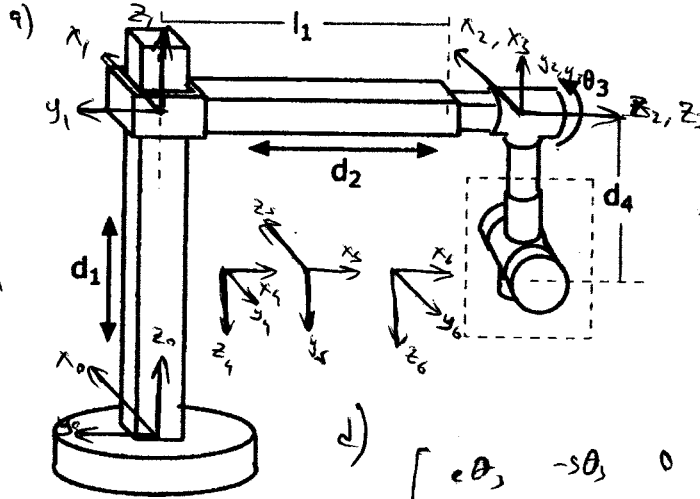
$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -(l_1 + d_1) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2T_3 = \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & 0 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b)

	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	d_1	0
2	90°	0	$l_1 + d_2$	0
3	0	0	0	θ_3
4	90°	0	d_4	$90 + \theta_4$
5	90°	0	0	θ_5
6	-90°	0	0	θ_6



d)

$${}^0T_3 = \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -(l_1 + d_1) \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sorunun görüntülenme zamanı: 21:00

Cevabın gönderilmesi gereken en geç zaman: 21:30

Cevap Gönderimi Bilgileri:

- Cevapların gönderileceği email adresi: kisikkbu@gmail.com
- Email konusu: **mem336-öğrencinumaranız-cevap1**
 - Email konusunda X yerine hangi cevabı gönderiyorsanız onu yazmanız gerekmektedir.
 - Örnek email konusu: mem336-190224633-cevap1
 - Konuda - işaretinin önüne veya sonuna boşluk koymayınız ve _ işareti kullanmayınız.

Uyarılar!

- Koordinat sistemlerini oluştururken vektör yönü konusunda serbestliğiniz olduğunda **SAĞ, YUKARI ve SAYFA İÇİ** yönlerini seçiniz. Sol, aşağı ve sayfa dışı yönlerini seçmeyiniz. **Euler bileğinde z eksenini aşağı doğru seçiniz.** Sayfa içi doğrultusunu sol-yukarı (ikinci çeyrek veya kuzey-batı) yönünde bir ok ile, sayfa dışı doğrultusunu sağ-alt (dördüncü çeyrek veya güney-doğu) yönünde bir ok ile gösteriniz.
- Cevap kağıdınızın üstünde adınızın, soyadınızın ve öğrenci numaranızın olmasına ve çektiğiniz fotoğrafta bu bilgilerin görünüyör olmasına dikkat ediniz. Kâğıdın uygun bir yerine imzanızı atınız.
- Cevaplarınızda her adımı göstermeniz gerekmektedir. Eksik adımlar eksik puan anlamına gelmektedir. Direkt sonuç yazdığınızda verebileceğim puan kısıtlı olacaktır.
- Aynı veya birbirine çok benzeyen cevaplar kopya muamelesi görecektir. **(Aynı hatayı yapan öğrenci sayısı arttıkça o hatadan kırılan puan miktarı artırılabılır).**

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
MEM336 – Robot Teorisi Final Sınavı

30 **Soru 2)** Dönüşüm matrisleri aşağıdaki gibi verilen RPP robotun verilen bir uç işlevci dönüşüm matrisi için eklem değerlerini veren denklemleri bulunuz.

$${}^0_1T = \begin{bmatrix} c\theta_1 & -s\theta_1 & 0 & 0 \\ s\theta_1 & c\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1_2T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2_3T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & -1 & -d_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} c\theta_1 & s\theta_1 & 0 & 0 \\ -s\theta_1 & c\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & p_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & p_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & -1 & -d_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} - & - & - & p_x c\theta_1 + p_y s\theta_1 \\ - & - & - & -p_x s\theta_1 + p_y c\theta_1 \\ - & - & - & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} - & - & - & l_1 \\ - & - & - & -d_3 \\ - & - & - & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$d_2 = p_z \quad (5)$$

$$p_x c\theta_1 + p_y s\theta_1 = l_1 \Rightarrow$$

$$\theta_1 = \arctan 2(p_y, p_x) \pm \arctan 2(\sqrt{p_y^2 + p_x^2 - l_1^2}, l_1) \quad (5)$$

$$d_3 = p_x s\theta_1 - p_y c\theta_1 \quad (5)$$

Sorunun görüntülenme zamanı: 21:35

Cevabın gönderilmesi gereken en geç zaman: 22:00

Cevap Gönderimi Bilgileri:

- Cevapların gönderileceği email adresi: kisikkbu@gmail.com
- Email konusu: **mem336-öğrencinumaranız-cevap2**
 - Email konusunda X yerine hangi cevabı gönderiyorsanız onu yazmanız gerekmektedir.
 - Örnek email konusu: mem336-190224633-cevap2
 - Konuda - işaretinin önüne veya sonuna boşluk koymayınız ve _ işareti kullanmayınız.

Uyarılar!

- Cevap kağıdınızın üstünde adınızın, soyadınızın ve öğrenci numaranızın olmasına ve çektiğiniz fotoğrafta bu bilgilerin görünüyormasına dikkat ediniz. Kağıdın uygun bir yerine imzanızı atınız.
- Cevaplarınızda her adımı göstermeniz gerekmektedir. Eksik adımlar eksik puan anlamına gelmektedir. Direkt sonuç yazdığınızda verebileceğim puan kısıtlı olacaktır.
- Aynı veya birbirine çok benzeyen cevaplar kopya muamelesi görecektir. **(Aynı hatayı yapan öğrenci sayısı arttıkça o hatadan kırılan puan miktarı artırılabilmektedir.)**

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
MEM336 – Robot Teorisi Final Sınavı

2. **Soru 3)** Uç işlevci dönüşüm matrisi aşağıdaki gibi verilen üç eklemlili bir RPP robotun uç işlevcisinin doğrusal hızları için Jakobiyen matrisini oluşturunuz.

$${}^0_3T = \begin{bmatrix} c\theta_1 & 0 & s\theta_1 & l_1 c\theta_1 + d_3 s\theta_1 \\ s\theta_1 & 0 & -c\theta_1 & l_1 s\theta_1 - d_3 c\theta_1 \\ 0 & 1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -l_1 s\theta_1 + d_3 c\theta_1 & 0 & s\theta_1 \\ l_1 c\theta_1 + d_3 s\theta_1 & 0 & -c\theta_1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Sorunun görüntülenme zamanı: 22:05

Cevabın gönderilmesi gereken en geç zaman: 22:30

Cevap Gönderimi Bilgileri:

- Cevapların gönderileceği email adresi: **kisikkbu@gmail.com**
- Email konusu: **mem336-öğrencinumaranız-cevap3**
 - Email konusunda X yerine hangi cevabı gönderiyorsanız onu yazmanız gerekmektedir.
 - Örnek email konusu: mem336-190224633-cevap3
 - Konuda - işaretinin önüne veya sonuna boşluk koymayınız ve _ işareti kullanmayınız.

Uyarılar!

- Cevap kağıdınızın üstünde adınızın, soyadınızın ve öğrenci numaranızın olmasına ve çektiğiniz fotoğrafta bu bilgilerin görünür olmasına dikkat ediniz. Kağıdın uygun bir yerine imzanızı atınız.
- Cevaplarınızda her adımı göstermeniz gerekmektedir. Eksik adımlar eksik puan anlamına gelmektedir. Direkt sonuç yazdığınızda verebileceğiniz puan kısıtlı olacaktır.
- Aynı veya birbirine çok benzeyen cevaplar kopya muamelesi görecektir. **(Aynı hatayı yapan öğrenci sayısı arttıkça o hatadan kırılan puan miktarı artırılabilecektir.)**