

Robótica Industrial (curso 2010/11)

Alumno: _____ Grupo: _____

Examen 2.2
(29/4/2011)

1. Test - 70% (respuesta correcta: suma 1 pto., respuesta incorrecta: resta 1/2 pto.)

1. Dada la siguiente matriz:
$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \\ 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{pmatrix}$$

- a) ☐ Es una matriz de rotación incorrecta
- b) ☐ Es una matriz de transformación homogénea
- c) ☐ Representa una rotación de 45 grados alrededor de los dos ejes; y,z
- d) ☐ Representa una rotación de -45 grados alrededor del eje x

2. Se tienen dos sistemas de coordenadas, uno fijo S_0 y otro móvil S_1 que inicialmente son coincidentes. Al sistema móvil se le aplican las siguientes transformaciones: traslación de una distancia d a lo largo de x_1 y rotación de un ángulo α alrededor de z_1 . La matriz de transformación T es:

a) <input type="checkbox"/> $\begin{pmatrix} C\alpha & -S\alpha & 0 & d \\ S\alpha & C\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	b) <input type="checkbox"/> $\begin{pmatrix} C\alpha & 0 & 0 & d.C\alpha \\ 0 & C\alpha & 0 & d.S\alpha \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
c) <input type="checkbox"/> $\begin{pmatrix} S\alpha & C\alpha & d \\ C\alpha & S\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	d) <input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores

(Nota: $S\alpha = \sin(\alpha)$, $C\alpha = \cos(\alpha)$)

3. Un robot de 6 GDL tiene, en un instante dado, la siguiente matriz de transformación referida al sistema S_0 situado en la base del robot: ${}^0T_6 =$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \pi/2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \pi/4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

¿Cuáles son la posición y orientación del elemento terminal referidas a S_0 ?

- a) ☐ Posición: (0,0,1), Orientación: $(\pi/2, 0, \pi/4)$ (ángulos de Euler)

- b) ☐ Posición: (1,-1,1), Orientación: (1,0,0,0) (cuaternio)
- c) ☐ Posición: $(\pi/2, 0, \pi/4)$, Orientación: En plano zy, rotado $-\pi/2$ alrededor del eje x
- d) ☐ Posición: (1,0,0), Orientación: Rotado $\pi/2$ alrededor del eje z
4. Dado un robot de 2 GDL, con dos articulaciones q_1 y q_2 rotacionales, y dos eslabones de longitudes l_1 y l_2 . Las dos articulaciones se mueven en el plano xy. La articulación q_1 está situada en el origen. Las coordenadas del extremo final son (x,y,0) ¿Qué ecuaciones determinan su cinemática inversa?
- a) ☐ $x = l_1 \cos(q_1) + l_2 \cos(q_1 + q_2)$; $y = l_1 \sin(q_1) + l_2 \sin(q_1 + q_2)$
- b) ☐ $q_2 = \arccos\left(\frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 l_2}\right)$; $q_1 = \arctan\left(\frac{y}{x}\right) - \arctan\left(\frac{l_2 \sin(q_2)}{l_1 + l_2 \cos(q_2)}\right)$
- c) ☐ $\dot{x} = (-l_1 \sin(q_1) - l_2 \sin(q_1 + q_2))\dot{q}_1 - l_2 \sin(q_1 + q_2)\dot{q}_2$
 $\dot{y} = (l_1 \cos(q_1) + l_2 \cos(q_1 + q_2))\dot{q}_1 + l_2 \cos(q_1 + q_2)\dot{q}_2$
- d) ☐ Todas las anteriores
5. La matriz Jacobiana de un robot de 2 GDL, en un instante, es J. Si sabemos que el extremo del robot se mueve con velocidades lineales $\dot{x}=0$, $\dot{y}=1$, Las velocidades angulares de las articulaciones se calculan con la ecuación:
- a) ☐ $J \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$
- b) ☐ $J^{-1} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$
- c) ☐ $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} J$
- d) ☐ $J^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$
6. Se tiene un robot de 2 GDL similar al de la cuestión 4. Los puntos singulares del robot se alcanzan:
- a) ☐ Siempre que $q_1 = q_2$
- b) ☐ Cuando los dos eslabones 1 y 2 están alineados
- c) ☐ $q_2 = \pi/2$
- d) ☐ Este robot no tiene puntos singulares
7. Al emplear interpolación lineal para el cálculo de trayectorias articulares:
- a) ☐ Se imponen condiciones de velocidad y aceleración en los extremos
- b) ☐ Se imponen condiciones de posición
- c) ☐ Se imponen condiciones de velocidad constante
- d) ☐ Se muestrea la trayectoria cartesiana y se obtiene una nueva uniéndolos estos puntos mediante rectas

2. Problema- 30%

El brazo manipulador de la figura tiene las siguientes características:

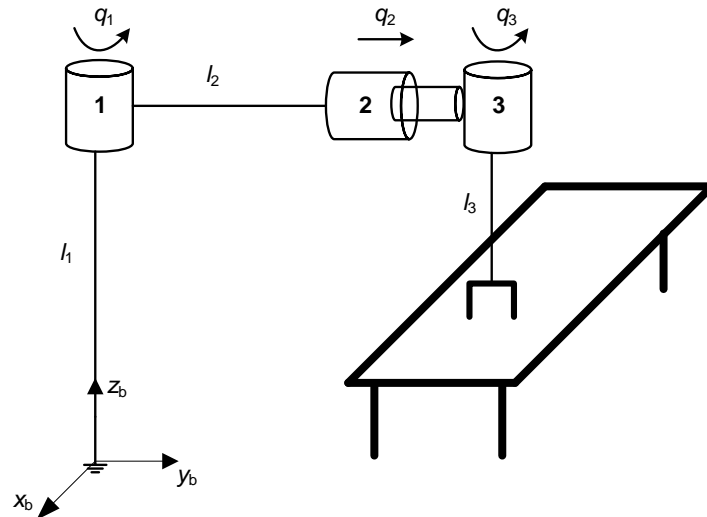
$$l_1=50 \text{ cm}$$

$$l_2=25 \text{ cm}$$

$$l_3=20 \text{ cm}$$

Las articulaciones 1 y 3 proporcionan un movimiento rotatorio alrededor de sus ejes y la articulación 2 es prismática.

Se quiere utilizar ese brazo para mover unas piezas desde una posición inicial $\mathbf{P}_i = [-17.5; 30.32; 30]$ a una posición final $\mathbf{P}_f = [-40; 30.32; 30]$, pasando por un punto intermedio $\mathbf{P}_m = [-25; 30.32; 30]$.



1. Obtener la cinemática directa respecto al sistema de coordenadas situado en la base del robot.
2. Obtener la cinemática inversa para posicionar un objeto en el plano (x_b, y_b) con relativo ángulo alrededor el eje z_b .
3. Hallar la matriz Jacobiana relativa a los movimientos en el plano (x_b, y_b) .
4. Utilizando la interpolación lineal angular (con velocidad angular constante) entre los puntos inicial y final, calcular los valores de las coordenadas articulares para que el robot pase lo más cerca posible del punto intermedio.