TEMA

Viorato Arambula Alexis Israel

FECHA

08/Abril/2019

Practica #3

Robot State Publisher: este paquete le permite publicar el estado de un robot para tf. Una vez que el estado se publica esta disponible para todos los componentes del sistema que tambien usa tf. El paquete toma los angulos de union del robot como entrada y publica los poses 3D de los enlaces del robot, utilizando un modelo de arbol cinematico del robot. El paquete se puede utilizar como biblioteca y como nodo ROS. Este paquete ha sido bien producido y el codigo es estable. No se plantean cambios importantes en el futuro cercano.

ROS base (actionlib): Action Lib proporciona una interfaz estandarizada para intercambiar con tareas previas. Los ejemplos de esto incluyen mover la base a una ubicacion de destino, realizar un escaneo laser y devolver la nube de puntos resultantes, detectar el asa de una puerta etc.

Common msgs common msgs contiene mensajes que son ampliamente utilizados por otros paquetes ROS. Este incluye mensajes para acciones (action lib), diagnosticos (diagnostics msgs) y sensores comunes (sensor msgs). como buscadores laser de rango, camara, nube de puntos

TEMA

FECHA

$$(A_2^1)^{-1}(A_1^0)^{-1}T_n^0 = \begin{bmatrix} Cq_2Cq_1 & Cq_2Sq_1 & Sq_2 & -L_1Sq_2 \\ -Sq_1 & Cq_1 & 1 & 0 \\ -Sq_2Cq_1 & -Sq_2Sq_1 & Cq_2 & -L_1Cq_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x & \boxed{P_x} \\ n_y & O_y & a_y & \boxed{P_y} \\ n_z & O_z & a_z & \boxed{P_z} \\ 0 & 0 & 0 & \boxed{1} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \boxed{0} \\ 0 & 1 & 0 & \boxed{0} \\ 0 & 0 & 1 & \boxed{q_3} \\ 0 & 0 & 0 & \boxed{1} \end{bmatrix}$$

$$P_x Cq_2 Cq_1 + P_y Sq_1 Cq_2 + P_z Sq_2 - L_1 Sq_2 = 0 \Rightarrow -\frac{Sq_2}{Cq_2} = \frac{P_x Cq_1 + P_y Sq_1}{P_z - L_1} \Rightarrow$$

$$q_2 = \arctan\left(-\frac{P_x Cq_1 + P_y Sq_1}{P_z - L_1}\right)$$

$$-Sq_2 Cq_1 P_z - Sq_2 Sq_1 P_y + P_z Cq_2 - L_1 Cq_2 = q_3 - Cq_2 (P_z - L_1)$$

$$-Sq_2 (Cq_1 P_z + Sq_1 P_y)$$

08/Abril/2019

$$A_1^0 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & 0 & S\theta_1 & 0 \\ S\theta_1 & 0 & -C\theta_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A_2^1 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & 0 & -S\theta_2 & 0 \\ S\theta_2 & 0 & C\theta_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^0 = A_1^0 A_2^1 A_3^2$$

$(A_1^0)^{-1} T_n^0 = A_2^1 A_3^2 \rightarrow$ desarrollo q_1

$$(A_1^0)^{-1} T_n^0 = A_2^1 A_3^2 \rightarrow \begin{bmatrix} C\theta_1 & 0 & -S\theta_1 & 0 \\ S\theta_1 & 0 & C\theta_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x & P_x \\ n_y & O_y & a_y & P_y \\ n_z & O_z & a_z & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C\theta_2 & 0 & S\theta_2 & 0 \\ S\theta_2 & 0 & -C\theta_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C\theta_2 & S\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ -S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x & P_x \\ n_y & O_y & a_y & P_y \\ n_z & O_z & a_z & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} C\theta_2 & 0 & S\theta_2 & \boxed{S\theta_2 q_3} \\ S\theta_2 & 1 & 0 & \boxed{-C\theta_2 q_3} \\ 0 & 1 & 0 & \boxed{0} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

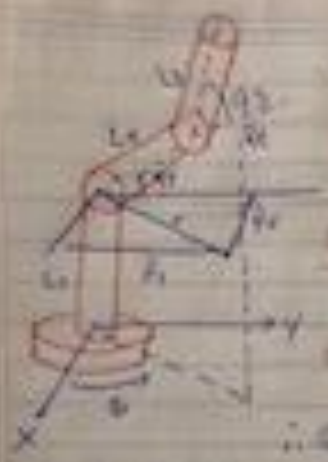
$$-P_x S\theta_1 + P_y C\theta_1 = 0 \Rightarrow \frac{S\theta_1}{C\theta_1} = \frac{P_y}{P_x} \Rightarrow q_1 = \arctan\left(\frac{P_y}{P_x}\right)$$

$T_3^0 = A_1^0 A_2^1 A_3^2$

$A_2^1 (A_1^0)^{-1} T_n^0 = A_3^2 \rightarrow$ desarrollo $q_2 = q_2$

$A_2^1 (A_1^0)^{-1} T_n^0 = A_3^2 A_3^3 \rightarrow$

26/Marzo/2019



Metodo Geometrico

$$q_1 = \arctan\left(\frac{P_y}{P_x}\right)$$

$$\cos q_3 = \frac{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2 - L_2^2 - L_3^2}{2 L_2 L_3}$$

$$\sin q_3 = \pm\sqrt{1 - \cos^2 q_3}$$

$$\therefore q_3 = \arctan\left(\frac{\pm\sqrt{1 - \cos^2 q_3}}{\cos q_3}\right)$$

Proy. q_2

$$q_2 = \beta - \alpha$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{P_z}{r}\right)$$

$$= \frac{P_z}{\pm\sqrt{P_x^2 + P_y^2}}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{L_3 \sin q_3}{L_2 + L_3 \cos q_3}\right)$$

$$q_2 = \arctan\left(\frac{P_z}{\pm\sqrt{P_x^2 + P_y^2}}\right)$$

$$- \arctan\left(\frac{L_3 \sin q_3}{L_2 + L_3 \cos(q_3)}\right)$$

Calculo de P_x, P_y, P_z [illegible] [illegible] al extremo del robot

TEMA

FECHA

$$\begin{matrix} X & Y \\ (-4, & -1) \end{matrix} \qquad \begin{matrix} l_1 = 30 \\ l_2 = 45 \end{matrix}$$

$$q_2 = \operatorname{atan}\left(\frac{(-4)^2 + (-1)^2 - (30)^2 - (45)^2}{2(30)(45)}\right) = \frac{-2908}{2700} = \boxed{-1.077}$$

$$q_2 = \operatorname{atan}(-1.077$$

$$q_2 = \boxed{-47.123}$$

$$q_1 = \operatorname{atan}\left(\frac{-1}{-4}\right) - \operatorname{atan}\left(\frac{45 \operatorname{sen}(-47.123)}{30 + 45 \cos(-47.123)}\right) = \frac{-32.97}{60.67} = \boxed{-543.96}$$

$$q_1 = \operatorname{atan}(0.250) - \operatorname{atan}(-543.96) = 103.93$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30 \operatorname{sen}(103.93) - 45 \operatorname{sen}(103.93) + (-47.123) - 45 \operatorname{sen}(103.93) + (-47.123) \\ 30 \cos(103.93) + 45 \cos(103.93) + (-47.123) + 45 \operatorname{sen}(103.93) + (-47.123) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix}$$

Practica #2

TEMA: Viorato Arambula Alexis Israel

FECHA: 26 / Marzo / 2019

$$8\ (\overset{x}{3}, \overset{y}{-9})\quad (\overset{x}{-8}, \overset{y}{5})\quad (\overset{x}{-4}, \overset{y}{-1})$$

$l_1 = 30$

$l_2 = 45$

$$q_2 = \operatorname{atan}\left(\frac{(3)^2 + (-9)^2 - (30)^2 - (45)^2}{2(30)(45)}\right) = \frac{-2835}{2700} = -1.05$$

$$q_2 = \operatorname{atan}(-1.05)$$

$$q_2 = \boxed{-46.397}$$

$$q_1 = \operatorname{atan}\left(\frac{-9}{3}\right) - \operatorname{atan}\left(\frac{45\ \operatorname{sen}(-46.397)}{30 + 45\cos(-46.397)}\right) = \frac{-32.586}{61.034} = \boxed{0.533}$$

$$q_1 = \operatorname{atan}(-3) - \operatorname{atan}(-0.533) = \boxed{-43.50}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30\ \operatorname{sen}(-43.50) - 45\ \operatorname{sen}(-43.50) + (-46.397) - 45\ \operatorname{sen}(-43.50) + (-46.397) \\ 30\cos(-43.50) + 45\cos(-43.50) + (-46.397)) + 45\cos(-43.50) + (-46.397) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix}$$

$$(\overset{x}{-8}, \overset{y}{5})$$

$$q_2 = \operatorname{atan}\left(\frac{(-8)^2 + (5)^2 - (30)^2 - (45)^2)}{2(30)(45)}\right) = \frac{-2836}{2700} = \boxed{-1.050}$$

$$q_2 = \operatorname{atan}(-1.05)$$

$$q_2 = \boxed{-46.397}$$

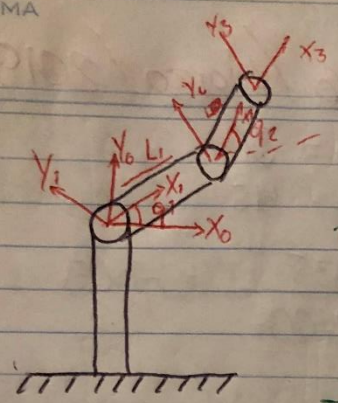
$$q_1 = \operatorname{atan}\left(\frac{5}{-8}\right) - \operatorname{atan}\left(\frac{45\ \operatorname{sen}(-46.397)}{30 + 45\cos(-46.397)}\right) = \frac{-32.586}{61.034} = \boxed{0.533}$$

$$q_1 = \operatorname{atan}(-0.625) - \operatorname{atan}(-0.533) = \boxed{-3.94}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30\ \operatorname{sen}(-3.94) - 45\ \operatorname{sen}(-3.94) + (-46.397) - 45\ \operatorname{sen}(-3.94) + (-46.397) \\ 30\cos(-3.94) + 45\cos(-3.94) + (-46.397) + 45\ \operatorname{sen}(-3.94) + (-46.397) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix}$$

TEMA

FECHA 06/Marzo/2014



$$T_0^1 = \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 & L_1 c(q_1) \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 & L_1 s(q_1) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1^2 = \begin{bmatrix} c(q_2) & -s(q_2) & 0 & L_1 c(q_2) \\ s(q_2) & c(q_2) & 0 & L_1 s(q_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	q_1
2	L_1	0	0	q_2
3	L_2	0	0	0

$$T_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & L_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_0^3 = \begin{bmatrix} c(q_1+q_2) & -s(q_1+q_2) & 0 & L_1 c(q_1) + L_2 c(q_1+q_2) \\ s(q_1+q_2) & c(q_1+q_2) & 0 & L_2 s(q_1) + L_2 s(q_1+q_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

TEMA

FECHA

05 / Marzo / 2019

$$W_1^1 = R_0^1 W_1^0 + \dot{\theta}_1 Z_1^1 = [R_1^0]^T W_0^0 + \dot{\theta}_1 Z_1^1$$

$$= \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + q \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ q_1 \end{bmatrix}$$

$$V_1^1 = R_0^1 V_0^0 + R_0^1 [W_0^0 \times r_1^0] = [R_1^0]^T [W_0^0 \times r_1^0]$$

$$= \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$W_2^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ q_1 \end{bmatrix} + q_1 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = q_1$$

$$V_2^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \left[\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ q_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} L_1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right] = \begin{bmatrix} L_1 s(q_1) \\ L_1 c(q_1) \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$V_0^2 = V_2^2 = V = d \begin{bmatrix} L_1 s(q_1) \\ L_1 c(q_1) \\ 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} x \\ y \\ z \end{matrix} \quad \frac{\partial F_R}{\partial q_1} q_1 \begin{bmatrix} L_1 s(q_1) \\ L_1 c(q_1) \\ 0 \end{bmatrix} q_1 = \underbrace{\begin{bmatrix} L_1 s(q_1) & 0 & 0 \\ 0 & L_1 c(q_1) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}_{J(q)}$$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} q_1 \\ q_1 \\ q_1 \end{bmatrix}}_{q} \begin{matrix} z \\ y \\ z \end{matrix} = J(q) q \qquad \text{IK} \quad q_1 = \tan = \left(\frac{y}{x}\right)$$

TEMA

FECHA

$L_1 C(q_1)$
$L_1 S(q_1)$

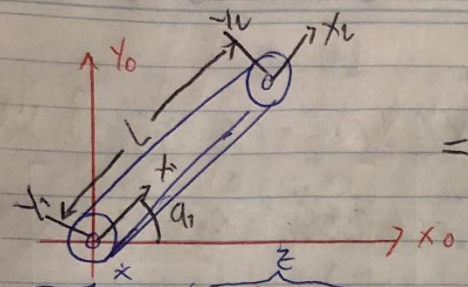
$$T_0^1(3\pi/2) = \begin{bmatrix} \cancel{C(3\pi/2)}^{\,1} & -S(3\pi/2) & 0 & 0 \\ \cancel{S(3\pi/2)}^{\,-1} & C(3\pi/2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C(q_1) & -S(q_1) & 0 & 0 \\ S(q_1) & C(q_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -S(q_1) & C(q_1) & 0 & 0 \\ -C(q_1) & -S(q_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

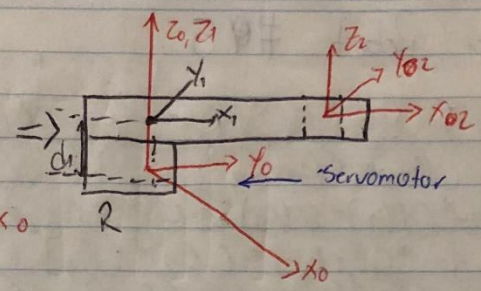
$$T_1^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & L_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & L_1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_0^2 = \begin{bmatrix} S(q_1) & C(q_1) & 0 & L_1(q_1) \\ -C(q_1) & S(q_1) & 0 & L_1 S(q_1) \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

TEMA

FECHA 04/Marzo/2019



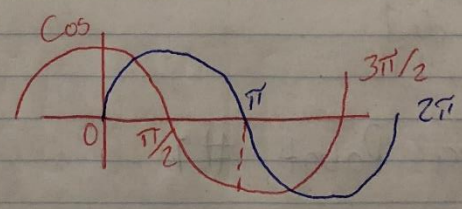


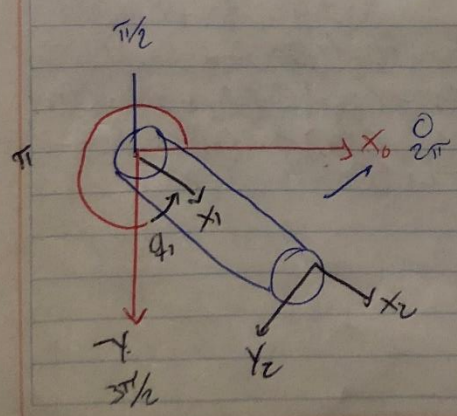
i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	q_i
1	0	0	d_1	q_1
2	l_1	0	0	0

$$T_0^1 = \begin{array}{c} \\ x \\ y \\ z \\ \\ \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} x & y & z & p \end{array} \\ \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 & 0 \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$T_0^2 \begin{bmatrix} c(q_1) & -s(q_1) & 0 & L_1 c(q_1) \\ s(q_1) & c(q_1) & 0 & L_1 s(q_1) \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{array}{c} x \\ y \\ z \\ \\ \end{array}$$

$$T_1^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & L_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$





TEMA

FECHA 04/Marzo/2019

Homogenea Robot #5

[cθ1 * cθ2 * cθ3 - cθ1 * sθ2 * sθ3, -cθ1 * cθ2 * sθ3 - cθ1 * cθ3 * sθ2,
sθ1, L1 * cθ1 * cθ2 - d2 * sθ1]
[cθ2 * cθ3 * s(θ1) - s(θ1) * sθ2 * sθ3, -cθ2 * sθ1 * sθ3 - cθ3 * sθ1 *
sθ2 - cθ1, d2 * cθ1 + L1 * cθ2 * sθ1]
[-cθ2 * sθ3 - cθ3 * sθ2, sθ2 * sθ3 - cθ2 * cθ3, 0, d1 - L1 * sθ2]
[0, 0, 0, 1]

Homogenea Robot #6

[cθ3 * cθ1 * cθ2 - sθ1 * sθ2 - sθ3 * cθ1 * sθ2 + cθ2 * sθ1, -cθ3 * cθ1 * sθ2
+ cθ2 * sθ1 - sθ3 * cθ1 * sθ2 + cθ2 * sθ1, 0, L1 * cθ1 * cθ2 - sθ1 * sθ2 + L1
* cθ1]
[cθ3 * cθ1 * sθ2 + cθ2 * sθ1 + sθ3 * cθ1 * cθ2 - sθ1 * sθ2, cθ3 * cθ1 * cθ2 -
sθ1 * sθ2 - sθ3 * cθ1 * sθ2 + cθ2 * sθ1, 0, L2, cθ1 * sθ2 + cθ2 * sθ1
+ L1 * sθ1]
[0, 0, 1, d1]
[0, 0, 0, 1]

Homogenea Robot #7

[cθ2 (cθ1 cθ2 - sθ1 sθ2 - sθ2 (cθ1 cθ2 + cθ2 sθ1, - cθ3 (cθ1 sθ2 - sθ3 (cθ1 sθ2
- sθ1 sθ2, L2 (cθ1 cθ2 - sθ1 sθ2) + L1 cθ1 - cθ3 (cθ1 sθ2 + cθ2 sθ1)
- sθ3 (cθ1 cθ2 - sθ1 sθ2) sθ3 (cθ1 sθ2 + cθ2 sθ1) - cθ3 (cθ1 cθ2 -
sθ1 sθ2), 0, - L2 (cθ1 sθ2 + cθ2 sθ1) - L1 sθ1
[0, 0, 0, 1]

TEMA

Alexis Israel Vrorato Arambula

FECHA

04 / Marzo / 2019

Homogenea Robot #2

[$C\theta_1 * C\theta_2 * C\theta_3 - C\theta_1 * S\theta_2 * S\theta_3 - C\theta_1 * C\theta_2 * S\theta_3 - C\theta_1 * C\theta_3 * S\theta_2, -S\theta_1, L_1 * C\theta_1 + L_2 * C\theta_1 * C\theta_2$]

[$C\theta_2 * C\theta_3 * S\theta_1 - S\theta_1 * S\theta_2 * S\theta_3, -C\theta_2 * S\theta_1 * S\theta_3 - C\theta_3 * S\theta_1 * S\theta_2, C\theta_1, L_1 * S\theta_1 + L_2 * C\theta_2 * S\theta_1$]

[$-C\theta_2 * S\theta_3 - C\theta_3 * S\theta_2, S\theta_2 * S\theta_3 - C\theta_2 * C\theta_3, 0, -L_2 * S\theta_2$]

[0, 0, 0, 1]

Homogenea Robot #3

[$C\theta_1 * C\theta_2 * C\theta_3 - S\theta_1 * S\theta_3 - C\theta_3 * S\theta_1 - C\theta_1 * C\theta_2 * S\theta_3 - C\theta_1 * S\theta_2, L_1 * C\theta_1 + d_2 * S\theta_1 + L_2 * C\theta_1 * C\theta_2$]

[$-C\theta_3 * S\theta_2, S\theta_2 * S\theta_3 - C\theta_2, -L_2 * S\theta_2$]

[$-C\theta_1 * S\theta_3 - C\theta_2 * C\theta_3 * S\theta_1, C\theta_2 * S\theta_1 * S\theta_3 - C\theta_1 * C\theta_3, S\theta_1 * S\theta_2, d_2 * C\theta_1 - L_1 * S\theta_1 - L_2 * C\theta_2 * S\theta_1$]

[0, 0, 0, 1]

Homogenea Robot #4

[$C\theta_3 (C\theta_1 C\theta_2 - S\theta_1 S\theta_2) - S\theta_3 (C\theta_1 S\theta_2 + C\theta_2 S\theta_1), -C\theta_3 (C\theta_1 S\theta_2 + C\theta_2 S\theta_1) - S\theta_3 (C\theta_1 C\theta_2 - S\theta_1 S\theta_2), 0, L_2 (C\theta_1 C\theta_2 - S\theta_1 S\theta_2) + 3/4\, L_1 C\theta_1$

$C\theta_3 (C\theta_1 S\theta_2 + C\theta_2 S\theta_1) + S\theta_3 (C\theta_1 C\theta_2 - S\theta_1 S\theta_2), C\theta_3 (C\theta_1 C\theta_2 - S\theta_1 S\theta_2) - S\theta_3 (C\theta_1 S\theta_2 + C\theta_2 S\theta_1), 0, L_2 (C\theta_1 S\theta_2 + C\theta_2 S\theta_1) + 3/4\, L_1 S\theta_1$

[0, 0, 1, $d_1 + d_3$]

[0, 0, 0, 1]

TEMA

FECHA

$T_1^0 = ?$

$T_2^1 = ?$

$T_3^2 = ?$

$$J(q) = \begin{bmatrix} J_v(q) \\ J_w(q) \end{bmatrix}$$

Metodo de programacion de velocidades

Articulacion rotacional

$$w_{i+1}^{i+1} = R_i^{i+1} \, w_i^i + \theta_{i+1} + z_{i+1}^{i+1}$$

$$v_{i+1}^{i+1} = R_i^{i+1} + v_i^i + R_i^{i+1} \left[w_i^i \times r_{i+1}^i \right]$$

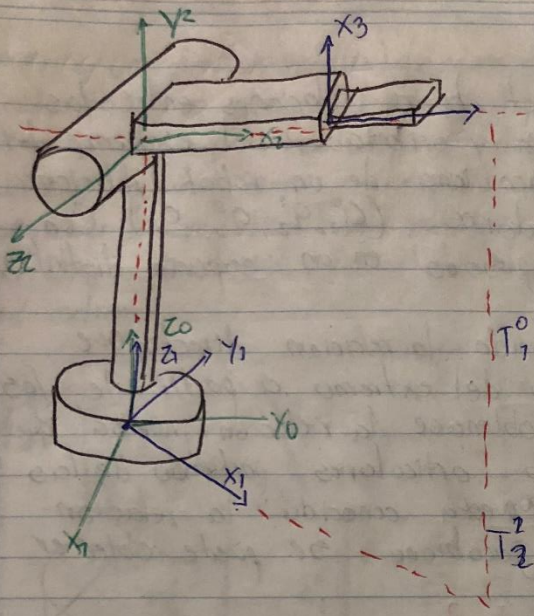
Articulacion prismatica

$$w_{i+1}^{i+1} = R_i^{i+1} \, w_i^i$$

$$r_{i+1}^{i+1} = R_i^{i+1} \, v_i^{i+1} + R_i^{i+1} \left[w_i^i \times r_{i+1}^i \right] + d_{i+1} \, z_{i+1}^{i+1}$$

TEMA

FECHA



i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	q_1
2	l_1	-90	0	q_2
3	$\emptyset$	90	q_3	90

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} C_{q_1} & -S_{q_1} & 0 & 0 \\ S_{q_1} & C_{q_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

T_2^1 [

T_3^2 [

$$T = \begin{bmatrix} n & o & a & p \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} =$$

$$\cancel{\begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x \\ n_y & o_y & a_y \\ n_z & o_z & a_z \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$= T^{-1} = \begin{bmatrix} n_x & n_y & n_z & -np \\ o_x & o_y & o_z & -op \\ a_x & a_y & a_z & -ap \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Cinematica

$$T_3^0 = T_1^0 \; T_2^1 \; T_3^2$$

$$\frac{T_3^0}{T_3^2} = T_1^0 \; T_2^1$$

$$\frac{T_3^0}{T_3^2 \; T_2^1} = T_1^0$$

$$T_3^0 \, (T_3^2)^{-1} (T_2^1)^{-1} = T_1^0$$

TEMA

FECHA 14/Febrero/2019

Matriz Jacobiana:

El modelo matematico de un robot busca relaciones entre las variables articulares y la posicion y orientacion del extremo del robot. En general la matriz jacobiana de un robot relaciona el vector de velocidades articulares $(q_1^0, q_2^1, q_3^2, q_n)$ con otro vector de velocidades expresado en un espacio distinto.

Jacobiana inversa:

Del mismo modo que se han obtenido la relacion directa, que permite obtener los velocidades del extremo a partir de las velocidades articulares, puede obtenerse la relacion inversa que permite calcular las velocidades articulares partiendo de las del extremo. En primer lugar, supuesta conocida la relacion directa, dada por la matriz jacobiana se puede obtener la matriz inversa.

$$\begin{bmatrix} q_1 \\ \dot{\theta} \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} = J^{-1} \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \\ \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} ; \begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} = J^{-1} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \\ \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix}$$

Esta alternativa de planteamiento sencillo, es en la practica de dificil realizacion, suponiendo que la matriz jacobiana sea cuadrada, la inversion simbolica de una matriz 6x6, cuyos elementos con funciones trigometricas, es de gran complejidad, siendo este procedimiento invable.

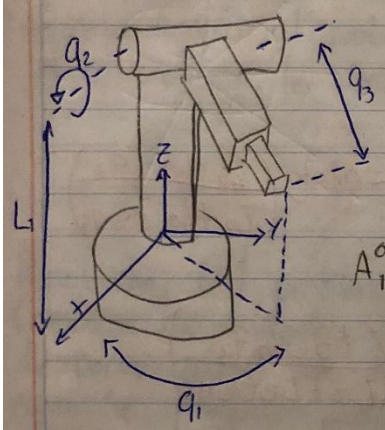
Como segunda opcion se invierte numericamente esta matriz encontrar la relacion inversa valida para esa configuracion.

La tercera alternativa de obtencion de la jacobiana inversa, valida para el caso de jacobiana analitica inversa es repetir el procedimiento seguido para la obtencion de la jacobiana analitica directa, pero ahora partiendo del modelo cinematico inverso.

TEMA

FECHA

giros y un desplazamiento) mostrado. El robot queda siempre contenido en un plano determinado por el angulo q_1. El primer paso a dar para resolver el problema cinematico inverso es obtener la expresion correspondiente a este robot. Es decir, obtener la matriz T que relaciona el sistema de referencia $\{S_0\}$ asociado a la base con el sistema de referencia $\{S_3\}$ asociado a su extremo.



Articulacion	θ	d	a	α
1	q_1	L_1	0	90
2	q_2	0	0	-90
3	0	q_3	0	0

$$A_1^0 = \begin{bmatrix} C_1 & 0 & S_1 & 0 \\ -1 & 0 & -C_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A_2^1 \begin{bmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & 0 \\ S_2 & 0 & C_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_1^0 \begin{bmatrix} C_1C_2 & -S_1 & -C_1S_2 & 0 \\ S_1C_2 & C_1 & -S_1S_2 & 0 \\ S_2 & 0 & C_2 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T = A_3^0 = \begin{bmatrix} C_1C_2 & -S_1 & -C_1S_2 - q_3C_1S_2 \\ S_1C_2 & C_1 & -S_1S_2 - q_3S_1S_2 \\ S_2 & 0 & C_2 & q_3C_2 + L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

TEMA

FECHA 19/Febrero/2019

Esta expresion permite obtener q_3 en funcion del vector de posicion del extremo P_2. No obstante, y por motivos de ventajas computacionales, es mas conveniente utilizar la expresion de la arcotangente en el lugar del arcoseno.

Puesto que $\operatorname{Sen} q_3 = \pm\sqrt{1-\cos^2 q_3}$ se tendra que $q_3 = \operatorname{arctg}\left[\frac{\pm\sqrt{1-\cos^2 q_3}}{\cos q_3}\right]$

Con

$$\cos q_3 = \frac{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2 - L_2^2 - L_3^2}{2 L_2 L_3}$$

Siendo $\beta = \operatorname{arctg}\left[\frac{P_z}{r}\right] = \operatorname{arctg}\left[\frac{P_z}{\pm\sqrt{P_x^2+P_y^2}}\right]$ $\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{L_3 \operatorname{sen} q_3}{L_2 + L_3 \cos q_3}\right)$

Luego finalmente

$$q_2 = \operatorname{arctg}\left(\frac{P_z}{\pm\sqrt{P_x^2+P_y^2}}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{L_3 \operatorname{sen} q_3}{L_2 + L_3 \cos q_3}\right)$$

De nuevo las 2 posibles valores segun la eleccion del signo dan lugar a 2 valores diferentes de q_2 correspondientes a las configuraciones codo arriba y abajo;

Resolucion del problema cinematico inverso a partir de la matriz de transformacion homogenea

En principio es posible tratar de obtener el modelo cinematico inverso de un robot a partir del conocimiento de su modelo directo. Es decir, suponiendo conocidas las relaciones que expresan el valor de la posicion y orientacion del extremo del robot en funcion de sus coordenadas articulares, obtener por manipulacion de aquellas las relaciones inversas. Se va angular este procedimiento al robot de 3 GDL de configuracion esferica G

TEMA

FECHA

determinada trayectoria). Una solucion de tipo iterativo no garantiza tener la solucion en el momento adecuado.

2.- La solucion del problema cinematico inverso ha de resolverse en tiempo real (no es unica; existiendo diferentes n-uplas $[q_1, \ldots, q_n]^T$ que posicionan y orientan el extremo del robot del mismo modo. Como Alternativa para resolver el mismo problema se puede recurrir a manipular directamente las ecuaciones correspondientes al problema cinematico directo, es decir, puesto que este establece la relacion;

$$\begin{bmatrix} n & O & O & P \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [t_{ij}]$$

Resolucion del problema anematico Inverso por metodos geometricos

Como se ha indicado, este procedimiento es adecuado para robots de pocos grados de libertad o para el caso de que se consideren solo los primeros grados de libertad, dedicados a posicionar el extremo. Para mostrar el procedimiento a seguir se va aplicar el metodo de la resolucion del problema cinematico inverso de un robot de 3GDL de rotacion. El valor de q se obtiene m media tomente como: $q_1 = arctg\left(\frac{P_y}{P_x}\right)$

Considerado ahora unicamente los elementos 2 y 3 que estan situados en un plano. Y Utilizando el teorema de coseno, se tendrio

$$r^2 = P_x^2 + P_y^2$$

$$r^2 + P_z^2 = L_2^2 + L_3^2 + 2 L_2 L_3 \cos q_3$$

$$\cos q_3 = \frac{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2 - L_2^2 - L_3^2}{2 L_2 L_3}$$

TEMA

Alexis Israel Viorato Arambula

FECHA

19/Febrero/2019

Cinematica inversa:

El objetivo del problema cinematico inverso consiste en encontrar los valores que deben adoptar las coordenadas articulares del robot $a=[a_1, a_2, \ldots, a_n]^T$. Para que su extremo se posicione y oriente segun una determinada localizacion espacial $(P.[n,o,a])$ Asi es como es posible abordar el problema cinematico directo de una manera sistematica a partir de la utilizacion de matrices de transformacion homogeneas, e independiente de la configuracion del robot, no ocurre lo mismo con el problema cinematico inverso, siendo el procedimiento de obtencion de las ecuaciones fuertemente dependiente de la configuracion del robot. Se han desarrollado algunos procedimientos genericos susceptibles de ser programados [GOLDENBERG 85], de modo que un computador pueda, a partir del conocimiento de la cinematica del robot con sus parametros de Denavit-Hartenberg, por ejemplo) obtenga la n-upla de los valores articulares que posicionan y orientan su extremo. El inconveniente de estos procedimientos es que se trata de metodos numericos iterativos cuya velocidad de convergencia e incluso su convergencia en si no esta siempre garantizada. A la hora de resolver el problema cinematico inverso es mucho mas adecuado encontrar una solucion cerrada. Esto es, encontrar una relacion matematica explicita de la forma:

$$q_k = f_k(x, y, z, \phi, \theta, \psi)$$

$$k = 1 \ldots n \quad (GDL)$$

Este tipo de solucion presenta, entre otros los siguientes ventajas:

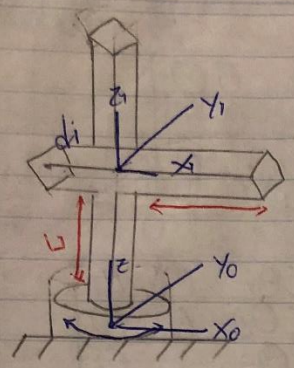
1.- En muchas aplicaciones, el problema cinematico inverso ha de resolverse en tiempo real (por ejemplo, en el seguimiento de una

TEMA

Alexis Israel Viorato Arombula 9no

FECHA

19/Febrero/2019



i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	90°	0	θ_1
2	L_1	0	d_1	θ_2
3			d_2	θ_3

$$T_1^0 \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & L_1 \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_2 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[C(θ3)*((C(θ1)*C(θ2)-S(θ2)-S(θ3)*(C(θ1)*S(θ2)+C(θ2)*S(θ1)), -C(θ3)*(C(θ1)*S(θ2)+C(θ2)*S(θ1)-S(θ3)*C(θ1)-S(θ3)*(C(θ1)*C(θ2)-S(θ1)*S(θ2), 0, L2*(C(θ1)*(C(θ2)-S(θ2)-S(θ1)S(θ2)+L1*C(θ1)] -
[0, 0, -1, -d1 -d2]
[C(θ3*(C(θ1*Sθ2+C(θ2*Sθ1+Sθ3*C(θ1*(θ1*(θ2-S(θ1*Sθ2, C(θ3*(C(θ1*C(θ2-S(θ1*Sθ2-S(θ3*((θ1)*Sθ2+C(θ2*Sθ1, 0, L2*C(θ1*S(θ2+C(θ2*S(θ1+L1*Sθ1]
[0, 0, 0, 1]

TEMA

FECHA 13/Febrero/2019

Robot #6

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	L_1	0	0	θ_2
3	L_2	0	d_1	θ_3

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} c\theta_1 & -s\theta_1 & 0 & 0 \\ s\theta_1 & c\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} c\theta_2 & -s\theta_2 & 0 & L_1 \\ s\theta_2 & c\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & L_2 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

TEMA

FECHA

Robot #4

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	3/4L	0	d_1	θ_3
3	L_1	0	d_2	θ_3

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & 3/4L \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_2 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Robot #5

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
0	0	0	d_1	θ_1
0	0	90	d_2	θ_2
L_1	L_1	0	0	θ_3

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ C\theta_2 & S\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_1 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

TEMA

FECHA 13/Febrero/2019

Robot #2

$$T_i^0 = \begin{bmatrix} C\theta_i & -S\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ S\theta_i C\alpha_{i-1} & C\theta_i C\alpha_{i-1} & -S\alpha_{i-1} & -d_i S\alpha_{i-1} \\ S\theta_i S\alpha_{i-1} & C\theta_i S\alpha_{i-1} & C\alpha_{i-1} & d_i C\alpha_{i-1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1^0 \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta_1 & 0 & 0 \\ S\theta_1 & C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	L_1	-90	0	θ_2
3	L_2	0	0	θ_3

$$T_2^1 \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_2 & -C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & 0 & L_2 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Robot #3

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ
1	0	-90	0	θ_1
2	L_1	90	d_2	θ_2
3	L_2	-90	0	θ_3

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_1 & -C\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & -1 & d_2 \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 \begin{bmatrix} C\theta_1 & -S\theta & 0 & L_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S\theta_3 & -C\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

TEMA

FECHA 12/Febrero/2019

Calculo de Matrices Homogeneas

$$T_i^{i-1} = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & \theta & a_{i-1} \\ s\theta_i c\alpha_{i-1} & c\theta_i c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -d_i s\alpha_{i-1} \\ s\theta_i s\alpha_{i-1} & c\theta_i s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & d_i c\alpha_{i-1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T_i = \begin{bmatrix} c\theta_1 & -s\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -s\theta_1 & -c\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^0 = T_1^0 \; T_2^1 \; T_3^2 =$$

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	-90	0	θ_1
2	L_1	0	0	θ_2
3	L_2	$\emptyset$	0	θ_3
			$\cancel{\theta}$	

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} c\theta_2 & -s\theta_2 & 0 & L_1 \\ s\theta_1 & c\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & c\theta_1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 \begin{bmatrix} c\theta & -s\theta_3 & 0 & L_2 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & c\theta_3 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^0 = \begin{bmatrix} c\theta_3 (c\theta_2 c\theta_1 - s\theta_2 s\theta_1) \\ c\theta_2 \;\; s\theta_3 \\ -(c\theta_3 \; s\theta_1 + s\theta_1 c\theta_2) - s\theta_3 (c\theta_1 c\theta_2 - s\theta_1 s\theta_2) \\ 0 \end{bmatrix}$$

2-6 Matrices Mañana

Parametros y Matrices de nuestro Robot

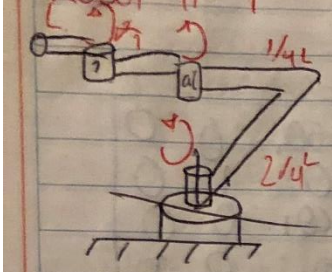
TEMA

Alexis Israel Viorato Arambula

FECHA

12/Febrero/2019

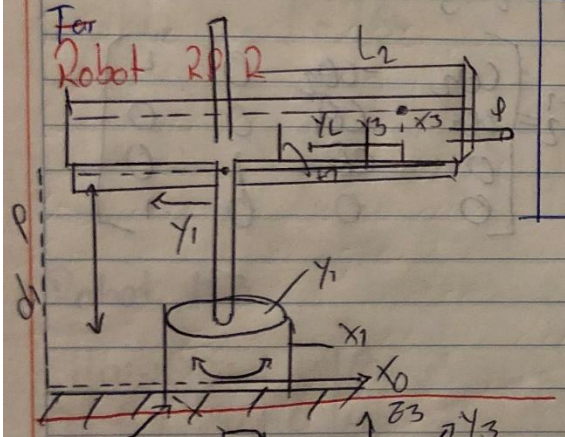
Robot # 4



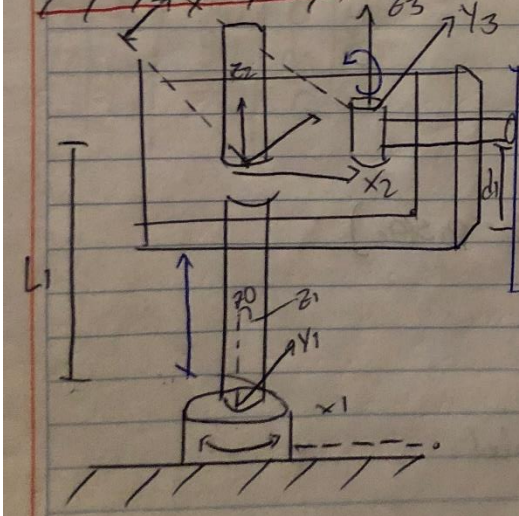
i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	3/4 L_1	0	d_1	θ_2
3	$1L_2$	0	d_2	θ_3

For

Robot 2P R



i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	d_1	θ_i
2	0	90°	d_2	θ
3	L_1	0	0	θ_2



i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	L_1	0	0	θ_2
3	L_2	0	d_i	θ_3

TEMA

FECHA

8:- Ejes Y: una vez situados los ejes Z y X, los Y tienen sus direcciones determinadas por la restriccion de formar un XYZ dextro

9:- Sistema del extremo del robot: El n-esimo sistema XYZ se coloca en el extremo del robot (herramienta) con su eje Z paralelo a Z_{n-1} y X en Y en cualquier direccion valida.

10:- Angulos teta: cada θ es el angulo desde X_{i-1} hasta X_i girando alrededor de Z_i.

11:- Distancia d: cada d_i es la distancia desde el sistema XYZ_{i-1} hasta la interseccion de las normales comun de Z_{i-1} hacia Z_i, a lo largo de Z_{i-1}

12:- Distancia a: cada a_i es la longitud de dicha normal comun

13:- Angulos Alfa: angulo que hay que rotar Z_{i-1} para llegar a Z_i, rotando alrededor de X_i

14:- Matrices Individuales: cada eslabon define una matriz de transformacion.

$$
{}^{i-1}A_i = \left[\begin{array}{ccc|c}
\cos\theta_i & -\cos\alpha_i \sin\theta_i & \sin\alpha_i \sin\theta_i & a_i \cos\theta_i \\
\sin\theta_i & \cos\alpha_i \cos\theta_i & -\sin\alpha_i \cos\theta_i & a_i \sin\theta_i \\
0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & d_i \\
\hline
0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right]
$$

15:- Transformacion total: la matriz de transformacion total que relaciona la base del robot con su herramienta es la encadenacion (multiplicacion) de todos esas matrices: $T = {}^{0}A_1 A_2 \cdots {}^{n-1}A_n$

A lo que yo entiendo, estos pasos son para realizar los calculos para poder girar el robot hacia una pieza, en este caso pues a la que nosotros queremos

Ingenieria Mecatronica 8°B

TEMA

Alexis Viorato Arambula

FECHA

23/Enero/2019

El estudio de los parametros Denavit-Hartenberg (DH) forma parte de todo el curso basico sobre robotica, ya que son un estandar a la hora de escribir o a la hora de describir la geometria de un brazo o manipulador robotico. Se usan para resolver de forma trivial, el problema de la cinematica directa, y como punto inicial para plantear el mas complejo de cinematica inversa

Pasos:

1.- Numero de eslabones: se llama "0" a la "tierra" o base fija donde se ancla el robot. "1" el primer eslabon movil, etc.

2.- Numerar las articulaciones: la "1" sera el primer grado de libertad, y "n" el ultimo.

3.- Localizar el eje de cada articulacion: Para pares de revolucion, sera el eje de giro. Para prismaticos sera el eje a lo largo del cual se mueve el eslabon.

4.- Ejes Z: empezamos a colocar los sistemas X, Y, Z. Situamos los Z_{i-1} en los ejes de articulaciones i, con $i=1...n$. Es decir Z_0 va sobre el eje de la 1ª articulacion, Z_1 va sobre el eje del 2° grado de libertad, etc.

5.- Sistema de coordenadas 0: se situa el punto de origen en cualquier punto a lo largo de Z_0. La orientacion de X_0 en Y_0 puede ser arbitraria, siempre que se respete evidentemente que XYZ sea un sistema dextrogiro. que es?

6.- Resto de sistemas: para el resto de sistemas $i=1,...,N-1$, colocar el punto origen en la interseccion de Z_i con la normal comun a Z_i y Z_{i+1}. En caso de cortarse los 2 ejes Z, colocarlo en ese punto de corte. En caso de ser paralelos, colocarlo en algun punto de la articulacion $i+1$.

7.- Ejes X: Cada X_i va en la direccion de la normal comun a Z_{i-1} y Z_i, en la direccion de Z_{i-1} hacia Z_i.

TEMA

FECHA

4.

$$\overset{X\,30^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .8660 & -.5 \\ 0 & .5 & .8660 \end{bmatrix}} \cdot \overset{Z\,10^\circ}{\begin{bmatrix} .9848 & -.1736 & 0 \\ .1736 & .9848 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} .9848 & -.1736 & 0 \\ .1503 & .8529 & -.5 \\ .0869 & .4924 & .866 \end{bmatrix}$$

$$\overset{X\,Z}{\begin{bmatrix} .9948 & 0 & 0 \\ .2960 & .8137 & -.5 \\ .1700 & .4698 & .866 \end{bmatrix}} \cdot \overset{X\,30^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .8660 & -.5 \\ 0 & .5 & .8660 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} .9948 & 0 & 0 \\ .296 & .4546 & -.8398 \\ .1700 & .8399 & .5150 \end{bmatrix}$$

5.

$$\overset{Y\,30^\circ}{\begin{bmatrix} .8660 & 0 & .5 \\ 0 & 1 & 0 \\ -.5 & 0 & .8660 \end{bmatrix}} \cdot \overset{Z\,10^\circ}{\begin{bmatrix} .9848 & -.1736 & 0 \\ .1736 & .9848 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} .8529 & -.1503 & .5 \\ .1736 & .9848 & 0 \\ -.4924 & .0868 & .866 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} .8529 & -.1503 & .5 \\ .1736 & .9848 & 0 \\ -.4924 & .0860 & .866 \end{bmatrix} \cdot \overset{X\,30^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .8660 & -.5 \\ 0 & .5 & .8660 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} .8529 & .1198 & .5081 \\ .1736 & .8528 & -.4924 \\ -.4924 & .5081 & .7065 \end{bmatrix}$$

Ingeniería Mecatrónica 8B

TEMA

Alexis Vrorato Aromlala

FECHA

22/Enero/2019

1-

$$\overset{x\ 60^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -0.952 & 0.3048 \\ 0 & -0.304 & 0.952 \end{bmatrix}} \cdot \overset{y\ 70^\circ}{\begin{bmatrix} 0.6333 & 0 & 0.7738 \\ 0 & 1 & 0 \\ -0.773 & 0 & 0.633 \end{bmatrix}} = \overset{xy}{\begin{bmatrix} .633 & 0 & .7738 \\ .2356 & -.952 & -.1923 \\ .7358 & -.304 & -.6026 \end{bmatrix}}$$

$$\overset{xy}{\begin{bmatrix} .633 & 0 & .7738 \\ .2356 & -.952 & -.1923 \\ .7358 & -.304 & -.6026 \end{bmatrix}} \cdot \overset{z\ 10^\circ}{\begin{bmatrix} .8840 & .5440 & 0 \\ -.5440 & .8840 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}} = \overset{x\quad y\quad z}{\begin{bmatrix} .5310 & .3442 & .7738 \\ .3202 & .9264 & -.1923 \\ -.4519 & .6553 & -.6026 \end{bmatrix}}$$

2-

$$\overset{y\ 40^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .7660 & -.6427 \\ .115 & 1.015 & .766 \end{bmatrix}} \cdot \overset{x\ 10^\circ}{\begin{bmatrix} .9848 & -.1736 & 0 \\ 0.1736 & .9848 & 0 \\ 0 & .7660 & .6427 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} .9848 & -.1736 & 0 \\ .1324 & .7543 & -.6427 \\ .115 & .634 & .766 \end{bmatrix}$$

$$\overset{x\quad z}{\begin{bmatrix} .9848 & -.1736 & 0 \\ .1324 & .4330 & -.6427 \\ .115 & 1.015 & .766 \end{bmatrix}} \cdot \overset{x\ 30^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .6427 & -.7660 \\ 0 & .7660 & .6427 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} .9848 & -.1115 & .1324 \\ .1324 & -.0045 & -.9909 \\ .115 & .9924 & .008 \end{bmatrix}$$

3-

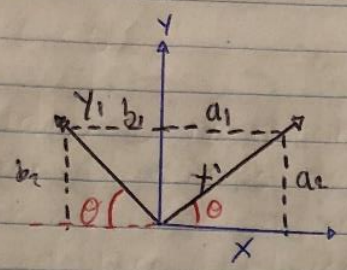
$$\overset{x\ 20^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .9396 & -.3420 \\ 0 & .3420 & .9396 \end{bmatrix}} \cdot \overset{y\ 10^\circ}{\begin{bmatrix} .9510 & 0 & .3090 \\ 0 & 1 & 0 \\ -.3090 & 0 & .9510 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} 0.951 & 0 & 0.309 \\ 0.1056 & .9396 & -.3252 \\ -.2903 & .342 & .8935 \end{bmatrix}$$

$$\overset{xy}{\begin{bmatrix} .951 & 0 & 0.309 \\ .1056 & .9396 & -.3252 \\ -.2903 & .342 & .8935 \end{bmatrix}} \cdot \overset{x\ 30^\circ}{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & .8660 & -.5 \\ 0 & .5 & .8660 \end{bmatrix}} = \overset{xyx}{\begin{bmatrix} .951 & .1545 & .2675 \\ .1056 & .6510 & -.7514 \\ -.2903 & .7424 & .6027 \end{bmatrix}}$$

TEMA

FECHA

15 / Enero / 2019



x_1 con relacion a x; $a_1 = |x_1| \cos\theta \rightarrow (x_1, x)$

x_1 Con relacion a y; $a_2 = |x_1| \operatorname{Sen}\theta \rightarrow (x_1, y)$

y_1 Con relacion a x; $-b_2 = |y_1| \cos(\theta+90) = -|y_1| \operatorname{Sen}\theta \rightarrow (y_1, x)$

y_1 Con relacion a y; $b_2 = |y_1| \operatorname{Sen}(\theta+90) = y_1 \cos\theta \rightarrow (y_1, y)$

$$X_1^0 = \begin{bmatrix} \cos\theta \\ \operatorname{Sen}\theta \end{bmatrix} \qquad Y_1^0 = \begin{bmatrix} \cos(\theta+90) \\ -\operatorname{Sen}(\theta+90) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \operatorname{Sen}\theta \\ \cos\theta \end{bmatrix}$$

$$R_1^0 = \begin{bmatrix} X_1^0, & Y_1^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\operatorname{Sen}\theta \\ \operatorname{Sen}\theta & \cos\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x_1, x_0) & (y_1, x_0) \\ (x_1, y_0) & (y_1, y_0) \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} (x_1, x_0) & (y_1, x_0) & (z_1, x_0) \\ (x_1, y_0) & (y_1, y_0) & (z_1, y_0) \\ (x_1, z_0) & (y_1, z_0) & (z_1, z_0) \end{bmatrix}$$

en x $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\operatorname{Sen}\theta \\ 0 & \operatorname{Sen}\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$ en y $\begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \operatorname{Sen}\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \operatorname{Sen}\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix}$ en z $\begin{bmatrix} \cos\theta & -\operatorname{Sen}\theta & 0 \\ \operatorname{Sen}\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

TEMA

4.- El robot industrial es diseñado bajo los lineamientos del cuerpo humano y sus capacidades, tratan de imitar a las capacidades humanas con la creacion de ellos, y trabajan independientemente. CNC desempeña una labor unica y la controla totalmente el humano

5.- Identificando las necesidades de trabajo para lo que van a usar el determinado robot.

6.- Rossum's Universal Robots, Es una obra teatral de ciencia ficcion

7.- Los seriales presentan una configuracion de eslabones conectados en forma secuencial, empezando por la base hasta el efectuador final. El paralelo es un mecanismo de cadena cinematica cerrada en la cual una plataforma movil se encuentra unidad a una base por varias cadenas cinematicas independientes.

8.- Las estadias de seguridad de automatizacion proporcionan artefactos bionicos de daño a humanos en el año de colision con distintas partes del cuerpo

9.- Es una maquina multifuncional capaz de mover materiales y objetos, manipular herramientas y piezas, son programables para hacer diversas tareas automaticamente, sin intervencion constante de una persona.

10.- La poblacion actual es de 1.63 millones y para el 2019 se estima crezca a los 2.6 millones

11.- La Kumar Saha es una empresa automotriz actualmente mas grande en robots

12.- La medicina, el area metalurgia y la explotacion de areas radiactivas como chernovill

Viorato Arambula Alexis Israel 8°B

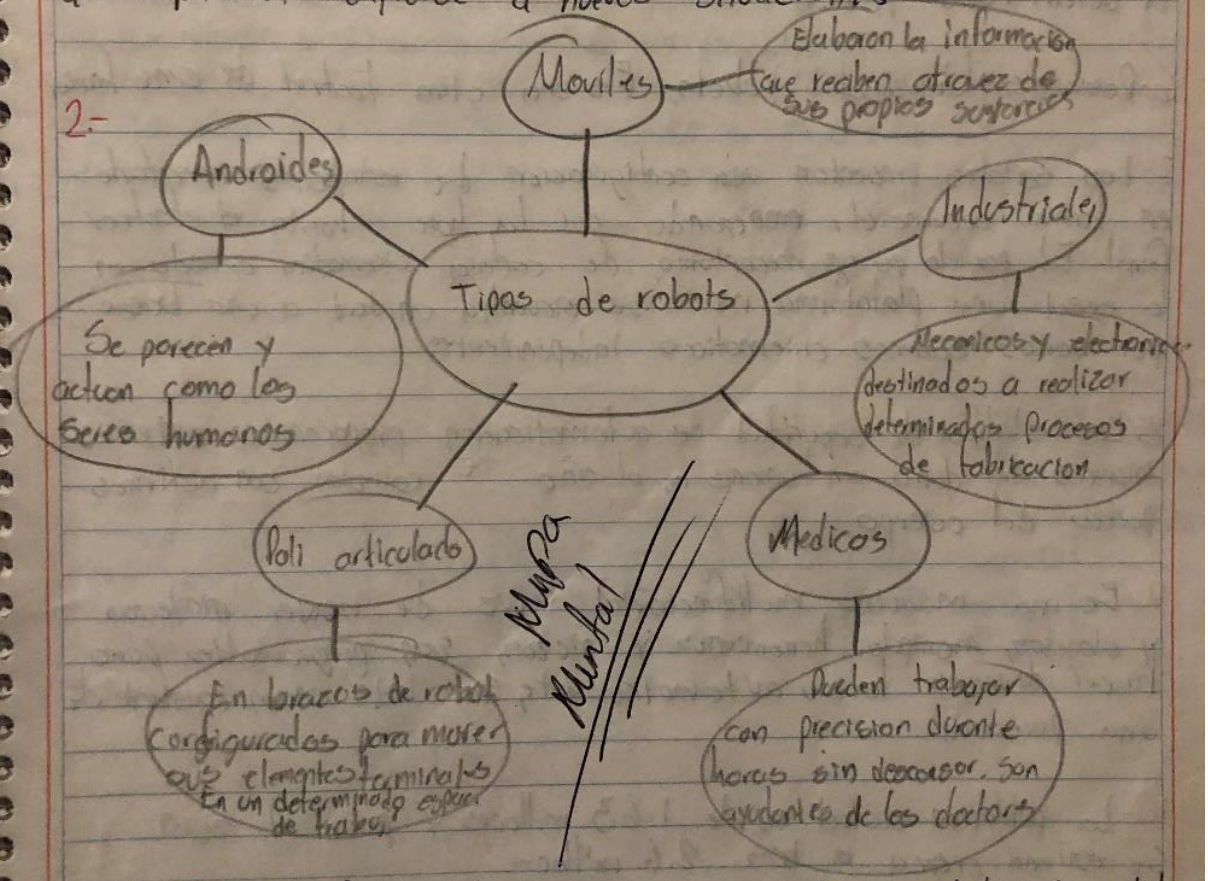
TEMA

FECHA 08/Enero/2018

Respuestas

1- Un robot, es una maquina automatizada programable capaz de realizar determinadas operaciones de manera autonoma y sustituir a los seres humanos en algunas tareas en especial las pesadas, repetitivas o peligrosas. Puede estar dotada de sensores que le permiten adaptarse a nuevas situaciones

2-



3- Manipulacion Robotizada, Ingenieria inversa, estacion robotizada, pulido CNC, control de calidad, montaje, atornillado, pegado y soldadura