

Informe de laboratorio 4 de Robótica industrial

Juan Diego CÁRDENAS

2 de octubre de 2015

Variable	Valor
L1	4 m
L2	3 m
L3	2 m

Cuadro 1: Longitudes de los eslabones

0.1. Introducción

En el presente informe se mostrará la metodología y los resultados del laboratorio 4 de la asignatura de robótica industria, la cual se enfocó en el estático de un robot planar de 3 grados de libertad, así como también, la simulación de un control resolved-rate para manipular las velocidades de los actuadores rotacionales, por último se describirá los efectos que posee el movimiento del robot sobre la matriz Jacobiana y su determinante.

0.2. Condiciones iniciales del Robot

En esta sección se describirán las condiciones iniciales con las que el robot trabajado fue implementado. En la Figura 1 se pueden observar los parámetros del robot tales como las distancias de los eslabones y las variables de control θ_1 , θ_2 y θ_3 , las cuales hacen referencia al ángulo de giro de los ejes del robot.

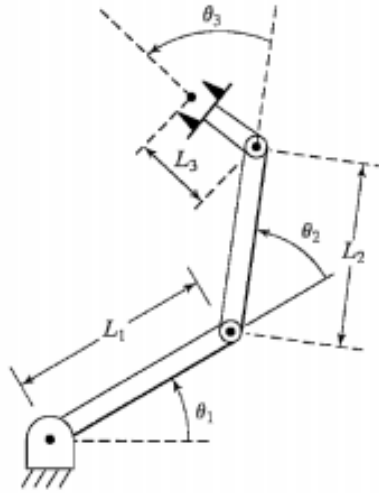


Figura 1: Robot planar de 3 grados de libertad, imagen tomada de Jaramillo (2015)

En la tabla 1, se muestran los valores numéricos de las longitudes del robot. Seguido a esto, en la tabla 2, se muestran los valores iniciales de los ángulos de las articulaciones del robot. Así mismo, en la tabla 3, se muestran los valores iniciales de las velocidades del extremo del robot.

Variable	Valor
θ_1	10
θ_2	20
θ_3	30

Cuadro 2: Ángulos iniciales de las articulaciones

Variable	Valor
\dot{X}	$0,2m/s$
\dot{Y}	$-0,3m/s$
ω_z	$-0,2rad/s$

Cuadro 3: Velocidades iniciales de las articulaciones

A continuación, se plantea que la matriz Jacobiana del robot planar viene dada por la matriz J . Por último, en la tabla 4, se muestran las fuerzas y los torques del extremo del robot.

Variable	Valor
\dot{X}	$0,2m/s$
\dot{Y}	$-0,3m/s$
ω_z	$-0,2rad/s$

Cuadro 4: Fuerzas y los torques del extremo del robot

0.3. Trayectoria del robot

La trayectoria del robot fue calculada acorde al control resolved-rate, planteado en la figura 2.

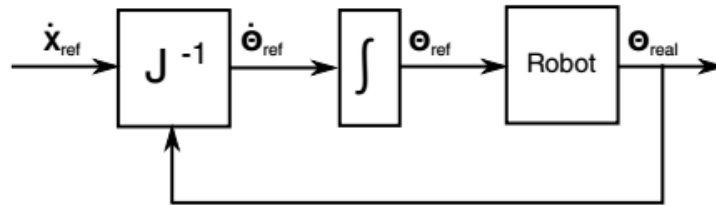


Figura 2: Diagrama de bloques para el control del robot

Siendo el elemento J^{-1} el inverso de la matriz Jacobiana mostrada en la ecuación ??, y el elemento integrador hace referencia a la ecuación ??

$$\theta_{i+1} = \theta_i + \dot{\theta}_i \Delta \quad (1)$$

La trayectoria resultante del procedimiento planteado se muestra en la figura 3

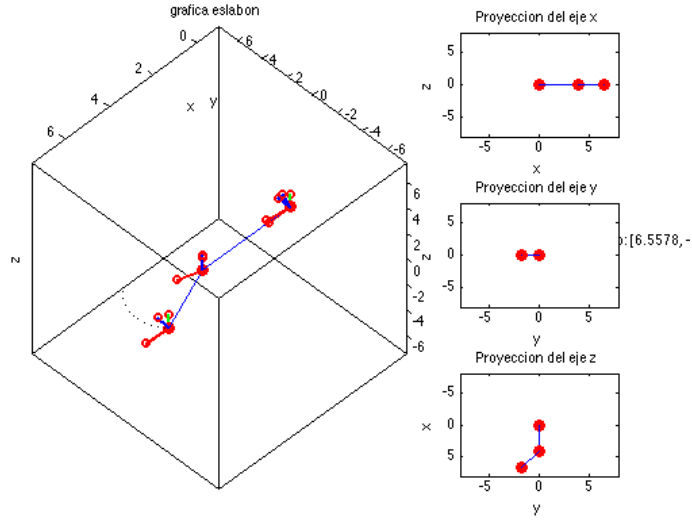


Figura 3: Trayectoria generada por el robot manipulador

0.4. Coordenadas articulares del robot

En la figura 4, se muestran las coordenadas articulares del robot, en donde se puede observar el comportamiento independiente de cada articulación del robot; estos ángulos fueron calculados usando el control planteado en la figura 2.

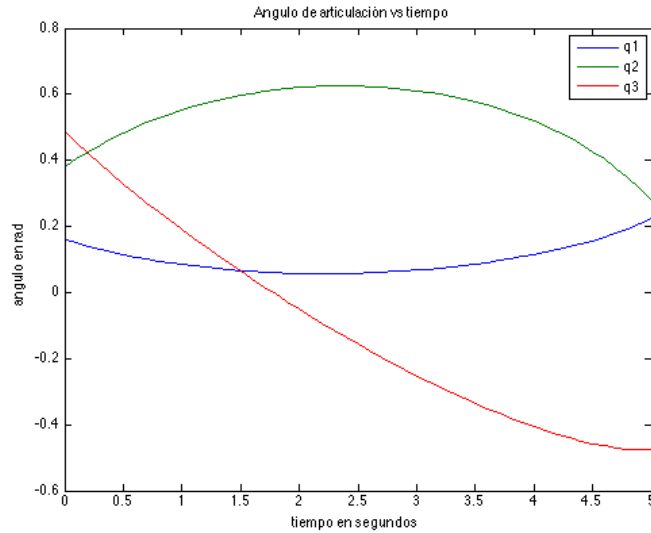


Figura 4: Coordenadas articulares del robot en radianes

0.5. Velocidades articulares del robot

Las velocidades de las articulaciones del robot fueron calculadas de acuerdo a la ecuación 2, siendo Q el vector de las velocidades de las articulaciones, J la matriz Jacobiana y \dot{X} el

vector de velocidades del actuador final.

$$Q = J^{-1} \dot{X} \quad (2)$$

Los resultados de la simulación se muestran en la figura 5.

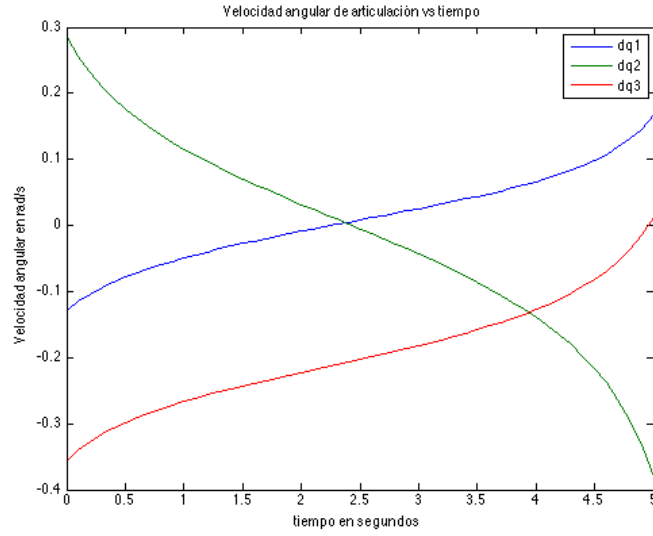


Figura 5: Velocidades articulares del robot

0.6. Coordenadas cartesianas del extremo del robot

Después de calcular las coordenadas articulares de las articulaciones, se procede a calcular la posición del extremo del robot a partir de la transformada cinemática directa, la cual proviene de los parámetros de Denavit - Hartenberg (D - H), los resultados de la simulación se muestran en la figura 6.

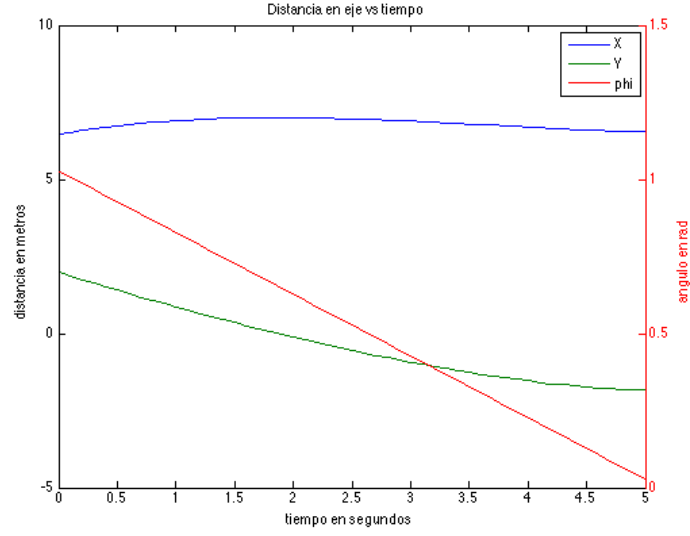


Figura 6: Coordenadas cartesianas del extremo del robot

0.7. Torques de las articulaciones del robot

Posteriormente, se procede a calcular los torques de las articulaciones del robot, haciendo uso de la ecuación 3, en donde τ hace referencia al vector de torques en las articulaciones, J es la matriz Jacobiana y W es el vector de fuerzas y torques del extremo del robot.

$$\tau = J^T W \quad (3)$$

Los resultados de la simulación se muestran en la figura 7

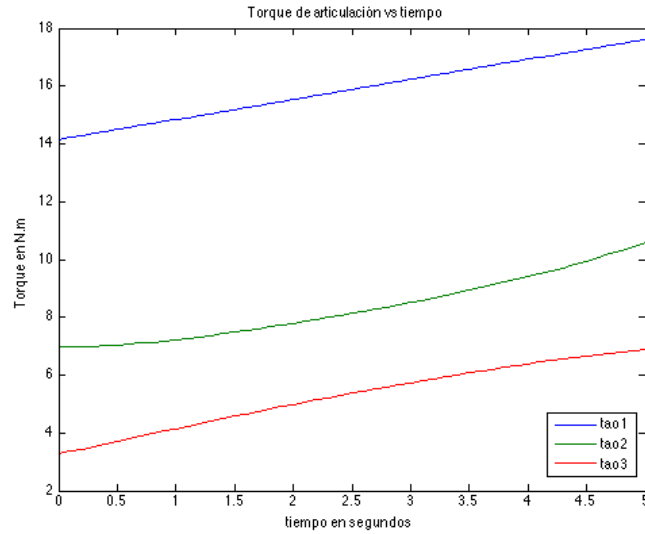


Figura 7: Torques de las articulaciones del robot

0.8. Matriz Jacobiana

En la figura 8, se puede observar en un primer momento un incremento del determinante de la matriz Jacobiana, lo cual se debe al movimiento de extensión que está realizando el robot, hay que precisar que con este movimiento, el robot se acerca a uno de sus puntos singulares, en el puede estar fuera de su espacio de trabajo.

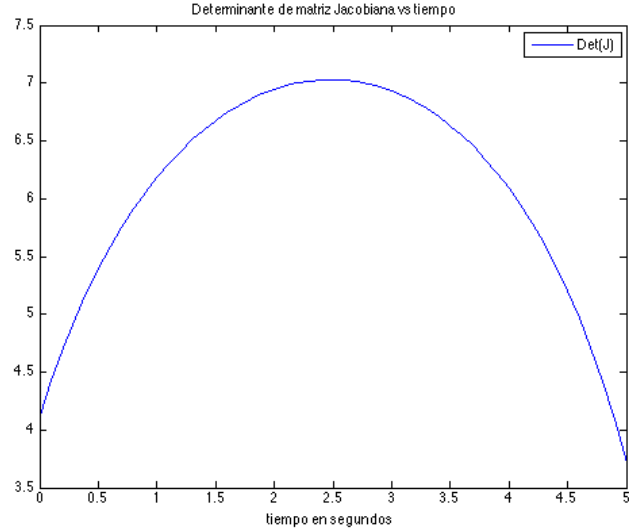


Figura 8: Evolución del determinante de la matriz Jacobiana en la trayectoria del robot

Por otra parte, las zonas de los mínimos locales de la gráfica pueden ser relacionados a un aumento de la aceleración, reflejado en el mismo periodo de tiempo en la figura 3, y mientras que se acerca al máximo local, la aceleración tiende a disminuir.

Por último, respecto a los torque mostrados en la figura ??, se puede apreciar que conforme el determinante de la matriz Jacobiana llega a su punto de máximo local, la pendiente, es decir, la potencia de las articulaciones, en la gráfica de los torques va aumentando.

Bibliografía

Craig, J. J. (2005). *Introduction to robotics: mechanics and control*, volume 3. Pearson Prentice Hall Upper Saddle River.

Jaramillo, V. H. (2015). Práctica 4 - Robótica Industrial. Technical report, Escuela de Ingeniería de Antioquia.