

EC3514

Junio 2003
Número 2

En la práctica 2

- 1 Fijar los conocimientos aprendidos en teoría sobre Dinámica, Jacobiano, Planificación de trayectorias
- 2 Familiarización con un manipulador 3-dimensional de uso comercial a través del Software Robotics Toolbox.
- 3 Simulación gráfica de un robot industrial como el robot PUMA 560.
- 4 Estudio de la Cinemática .

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
Valle de Sartenejas
Baruta
Edo. Miranda

PRACTICA N° 2

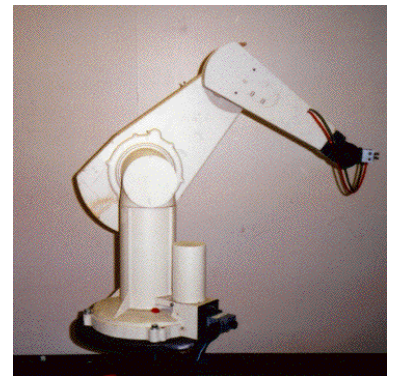
Profesores: Gerardo Fernández L / Juan Carlos Grieco

Durante las dos primeras prácticas del Laboratorio de Robótica (EC3514) se pretende que el estudiante se familiarice con el ambiente de Modelado y Simulación MATLAB[®], y con el uso de los paquetes de uso abierto Robotics Toolbox¹.

Objetivos

Los objetivos específicos de las dos primeras prácticas son:

1. Conocer los conceptos básicos de operación de MATLAB
2. Al finalizar las prácticas se espera que el estudiante sea capaz de determinar la trayectoria de un manipulador bajo efecto de la gravedad y de un control de trayectorias.
3. Se espera que el estudiante determine los efectos de interacción del movimiento de un link sobre los restantes.



Actividad 0: Para empezar

1. Inicie MATLAB.
2. Por favor bájense el Robotics Toolbx de la página: <https://petercorke.com/toolboxes/robotics-toolbox/>. Sugiero usar los comandos clonando el directorio con

¹ Peter Corke - Robotics, Vision and Control_Fundamental Algorithms In MATLAB® Second, Completely Revised, Extended And Updated Edition-Springer (2017)

GitHub. Copie los comandos en su ventana de Comandos. Ejecute uno a uno. Espere la copia de los archivos.

1. Ubique los directorios indicados en la página y use el comando `addpath`, en Matlab, como se indica en la página de Peter Corke.
2. Desde el Command Windows de Matlab introduzca el comando `mdl_puma560`.

Actividad 1. El robot PUMA 560.

1. Desde el Command Windows de MATLAB introduzca el comando
 - a. `models`
 - b. Vea el listado de robots. Esos robots son los que están pre-programados en el Robotics Toolbox. Usted puede introducir su propio robot con el comando `Link...` (La “L” en mayúscula); pero esa actividad queda para otros laboratorios.
2. Introduzca ahora el comando:
 - a. `mdl_puma560`
3. Introduzca ahora:
 - a. `whos`
4. Vea las variables creadas. Entre ellas está la “estructura” `p560`.
 - a. Esa estructura contiene los parámetros de Denavit-Hartenberg del Robot PUMA 560, de amplio uso en la Industria.
5. Para ver el contenido de la estructura `p560`, simplemente introduzca el comando:
 - a. `p560`
6. Vea la tabla de parámetros de D-H. A partir de la tabla, haga un esquema de ubicación de los ejes del robot.
7. También están definidos una serie de posiciones del manipulador, que son:

<code>qz</code>	$(0, 0, 0, 0, 0, 0)$	<i>zero angle</i>
<code>qr</code>	$(0, \frac{\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}, 0, 0, 0)$	<i>ready, the arm is straight and vertical</i>
<code>qs</code>	$(0, 0, -\frac{\pi}{2}, 0, 0, 0)$	<i>stretch, the arm is straight and horizontal</i>
<code>qn</code>	$(0, \frac{\pi}{4}, -\pi, 0, \frac{\pi}{4}, 0)$	<i>nominal, the arm is in a dextrous working pose</i>

Que corresponden a la posición “0”, `qz`; y por ejemplo la nominal, `qn`.

8. Haga un plot del robot en esas posiciones usando los comandos:
 - a. `p560.plot(qz)`
 - b. `p560.plot(qn)`
 - c. `p560.plot(qs)`
 - d. `p560.plot(qr)`
9. Verifique las posiciones de los ángulos con los ejes que usted obtuvo a partir de la tabla de D-H.
10. Para finalizar con esta actividad vea también una representación más realista con:
 - a. `p560.plot3D(qz)`

11. Use el método `plot` para graficar la posición del PUMA 560 en una posición arbitraria cualquiera, una que usted elija (como ejemplo sirve una posición como:
 - a. `qa=[pi,-pi,pi/2,0,0,pi]`
12. El método `plot` tiene varias opciones que permiten cambiar parámetros del dibujo.

Actividad 2. Cinemática directa del Puma 560.

1. Robotics Toolbox contiene un método llamado “`fkine`”, que permite el cálculo de la Cinemática Directa para una posición de articulaciones dada.
 - a. Se usa con el comando `<NOMBRE>=p560.fkine(<q?>)` (Donde `<...>` son variables a definir por usted)
2. Encuentre el valor de la Cinemática Directa para las posiciones `qz`, `qn`, `qs`, `qr` y `qa`. ¿Qué le dicen los resultados encontrados? ¿Coinciden con los ejes dibujados por usted en el punto 6 de la actividad 1? Indique como se ven los ejes de referencia en el sistema base (Fíjese sobretodo en la matriz de rotación)
3. El puma 560 tiene un pedestal de 30 pulgadas, y el sistema base está colocado al final del pedestal, y no en el suelo. Vamos a incluir el pedestal, para ello se hace una transformación del sistema base mediante :
 - a. `p560.base=SE3(0, 0, 30*0.0254)`
4. Calculemos de nuevo la Cinemática Directa para `qz`. Compare ambas matrices.

Actividad 3. Cinemática inversa para el Puma 560.

1. Vamos a calcular las posiciones de las articulaciones para la cinemática directa anteriores.
 - a. Use el comando `ikine6s` (para robots con muñecas esféricas, como el puma 560)
 - b. Por ejemplo (si llamo `CDz` para la cinemática Directa para `qz`)
 - i. `qinvz=p560.ikine6s(qz)`
 - c. Haga lo mismo para `qn`, `qs`, `qr` y `qa`.
 - d. Los resultados parecen diferentes!!
 - e. Le sugiero que haga ahora el cálculo de la Cinemática Directa con los nuevos “`qinvx`”.
 - f. Haga el plot del manipulador con ambos “`q`” (con los `qx` y los `qinvx`) ¿Qué puede concluir?

