Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

Campus Puebla

Implementación de redes seguras (Gpo 501)

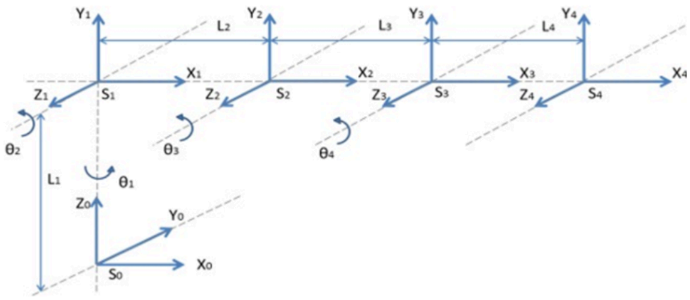
Presentación Final (Cinemática Diferencial de Piernas)

Alumno
Víctor Manuel Vázquez Morales A01736352

Fecha de entrega
Viernes 31 de Mayo de 2024

1. Obtener la matriz de transformación **homogénea global T, empleando variables simbólicas** de los siguientes sistemas la cual relacione la posición y orientación del extremo del robot respecto a su sistema de referencia fijo (la base). Simulando cada una de las transformaciones desde la trama absoluta hasta la trama final.

Sistema 1:



Implementación en código:

a) Nuestro sistema comienza en el origen, situando sus ejes en alineación con los ejes del sistema global en el punto 0, 0, 0.

```
H0 =SE3; % Punto de origen
```

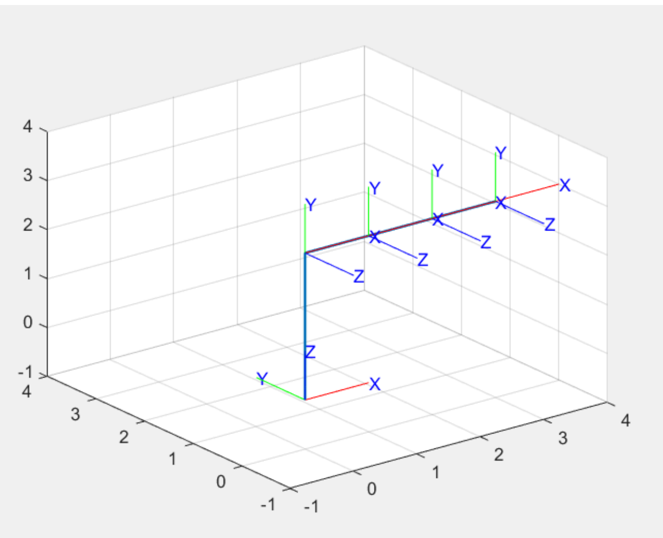
b) Posteriormente, observemos que el sistema se mueve cierta cantidad de unidades en el eje z (3 unidades en este caso) y, además, rota 90 grados sobre su eje x:

```
H1=SE3(rotx(pi/2), [0 0 3]);
```

Finalmente, observemos que el sistema se mueve en repetidas ocasiones cierta cantidad de unidades sobre su eje x. Para este caso, movemos el sistema en 3 ocasiones una unidad:

```
H2=SE3([1 0 0]);
H3=SE3([1 0 0]);
H4=SE3([1 0 0]);
```

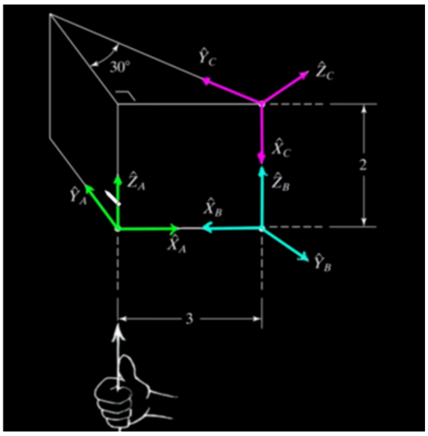
Simulación:



Además a esto, se obtiene la matriz de transformación homogénea global de 3 a 0:

```
H20= H1*H2;
H30= H20*H3;
H40= H30*H4;
```

Sistema 2:



Implementación en código:

a) Para este segundo ejercicio, nuestro sistema iniciará en la posición 0,0,0 (origen):

```
H0=SE3;
```

b) Nuestro sistema se deberá trasladar 3 unidades sobre su eje x y, además de esto, deberá rotar 180 grados sobre su eje z de tal forma que los ejes se ajusten como en el diagrama:

```
H1=SE3(rotz(pi), [3 0 0]);
```

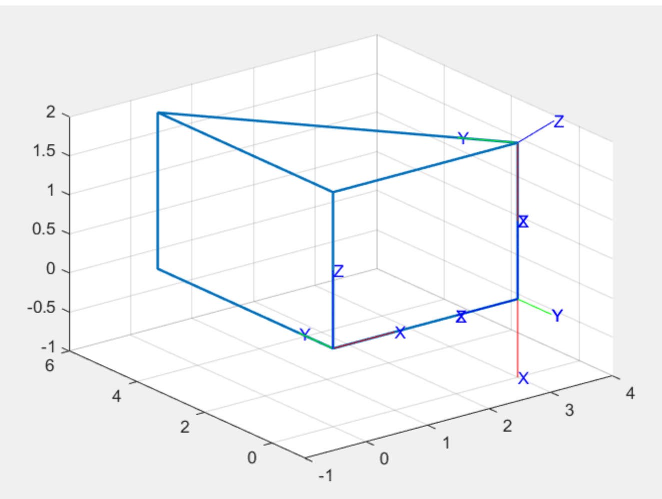
a) Posteriormente, sin haber ninguna traslación, el sistema deberá rotar 90 grados sobre su eje y:

```
H2=SE3(roty(pi/2), [0 0 0]);
```

a) Finalmente, el sistema se trasladara -2 unidades sobre su eje x a la vez que rota 150 grados sobre su eje x para llegar a la posición final:

```
H3=SE3(rotx(150*pi/180), [-2 0 0]);
```

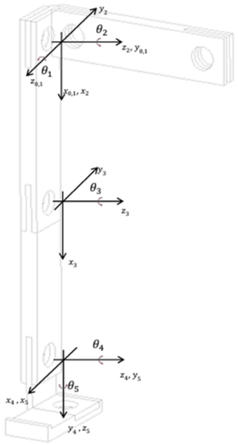
Simulación:



Cálculo de matriz de transformación homogénea global:

```
H20= H1*H2;
H30= H20*H3;
```

Sistema 3:



Implementación en código:

a) Para este ejercicio, observemos que el sistema original se encuentra rotado de tal manera que el eje x se encontrase apuntando de manera positiva hacia abajo, el eje z se encuentra saliendo de pantalla y el eje y se encuentre alineado con la junta superior. Para lograr esto, partimos de un sistema rotado 90 grados tanto en y como en x y trasladado 6 unidades en z:

```
initial_rotation = roty(pi/2)*rotx(pi/2);
%Posición inicial
H0=SE3(initial_rotation, [0 0 6]);
```

b) Posteriormente, para que el sistema llegue a la siguiente posición/orientación deberá girar 90 grados negativos sobre su eje x:

```
H1=SE3(rotx(-pi/2), [0 0 0]);
```

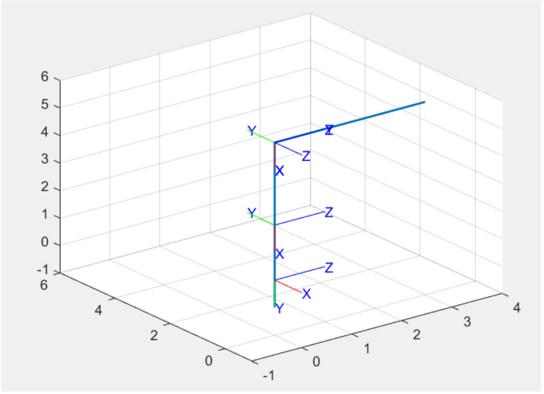
c) Posteriormente, el sistema se traslada 3 unidades sobre su eje x:

```
H2=SE3([3 0 0]);
```

d) Por último, el sistema se traslada 2 unidades sobre su eje x a la vez que rota -90 grados sobre su eje z:

```
H3=SE3(rotz(-pi/2), [2 0 0]);
```

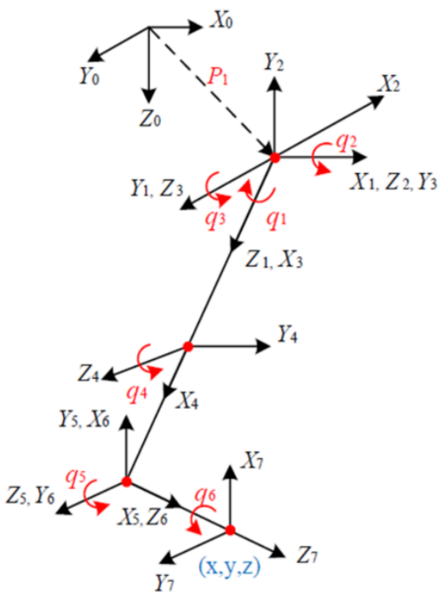
Simulación:



Cálculo de matriz de transformación homogénea global:

```
H10 = H0*H1;
H20 = H10*H2;
H30 = H20*H3;
```

Sistema 4:



Implementación en código:

a) Para este ejercicio, nuestro sistema se encuentra inicialmente en la posición 3,3,11 y, además, se encuentra rotado -180 grados sobre el eje x:

```
%Posición inicial
H0 = SE3(rotx(-pi), [3 3 11]);
```

b) Para la siguiente posición, el sistema se traslada hacia el punto 3, 1, 9:

```
%Movmos a la siguiente posición:
H1 = SE3(rotx(pi), [3 1 9]);
```

c) Posteriormente, el sistema rota la cantidad de ángulos suficiente para alinearse a la siguiente junta:

```
H2 = SE3(rotx(-345*pi/180), [0 0 0]);
H3 = SE3(roty(-pi/2), [0 0 0]);
```

d) Una vez rotado, el sistema se traslada cierta longitud sobre su eje x:

```
H4 = SE3([3.5 0 0]);
```

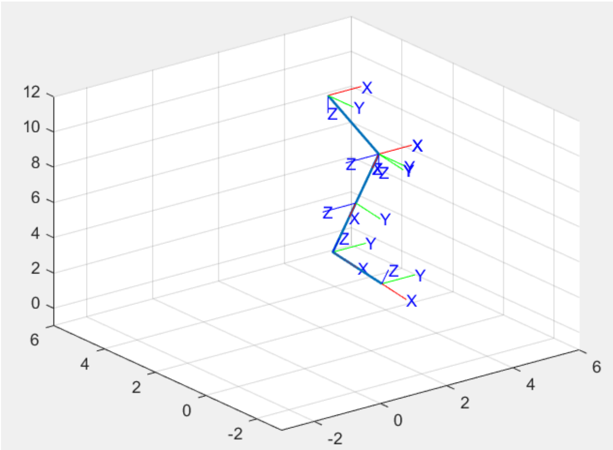
e) Finalmente, el sistema se traslada ciertas unidades sobre el eje x a la vez que rota sobre el eje y y z de tal forma que el eje x esté alineado con la última junta.

```
H5 = SE3(roty(-pi/2)*rotz(pi/2) , [3.5 0 0]);
```

f) Por último, existe una traslación sobre x:

```
H6 = SE3([2 0 0]);
```

Simulación:

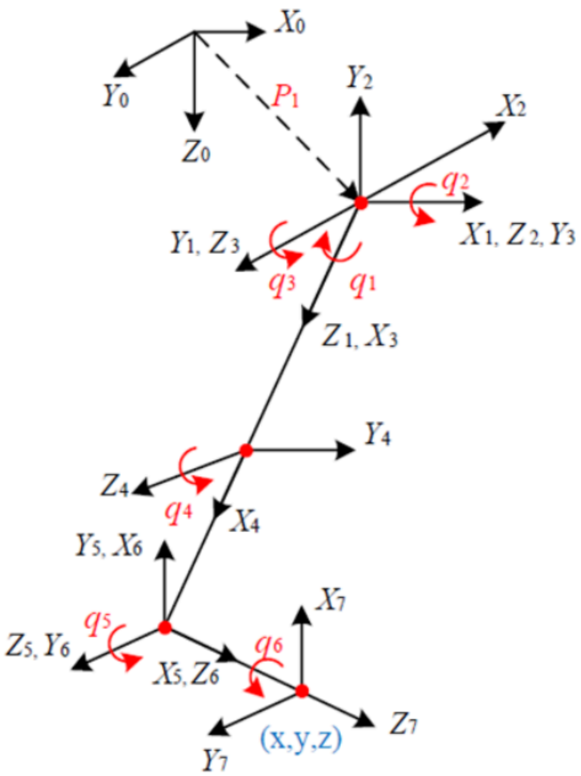


Calculamos la matriz de transformación homogénea global:

```
H20 = H1*H2;
H30 = H20*H3;
H40 = H30*H4;
H50 = H40*H5;
H60 = H50*H6;
```

2. Desarrollar el modelo de **cinemática diferencial simbólica** para cada uno de los sistemas descritos anteriormente y obtener los vectores de la **velocidad angular y velocidad lineal** aplicando variables simbólicas para su análisis en cada caso.

Sistema 4:



1) Comenzamos por declarar las variables simbólicas para el sistema. En este caso, podríamos considerar que contamos con 3 juntas (l1, l2 y l3):

```
syms thX_1(t) thY_1(t) thZ_1(t) l1
syms thZ_2(t) l2
```

```
syms thZ_3(t) thY_3(t) l3
syms t
```

En este caso, notemos que:

a) Para la primera junta existe rotación en cada uno de los ejes (x, y,z).
b) En la segunda junta, únicamente existe rotación en el eje z.
c) En la tercera junta, existe rotación tanto en el eje z como y.

Partiendo de esto, declaramos las matrices de rotación y traslación para cada junta:

Junta 1:

```
%Articulacion 1
P(:,:,1) = [l1*cos(thX_1);  l1*sin(thY_1);  0];
% Matriz de rotación
AZ1 = [cos(thZ_1) -sin(thZ_1) 0;
      sin(thZ_1)  cos(thZ_1) 0;
          0           0       1];
AY1 = [cos(thY_1)   0   sin(thY_1);
          0         1        0    ;
      -sin(thY_1)  0  cos(thY_1)];
AX1 = [ 1     0          0    ;
       0 cos(thX_1) -sin(thX_1);
       0 sin(thX_1)  cos(thX_1)];
R(:,:,1) = AZ1 .* AY1 .* AX1 ;
```

Notemos que para el caso de la matriz de rotación, esta se conforma por todas las rotaciones en cada eje (x,y y z).

Junta2:

```
P(:,:,2) = [l2*cos(thZ_2);  l2*sin(thZ_2); 0];
% Matriz de rotación
R(:,:,2) = [cos(thZ_2) -sin(thZ_2) 0;
           sin(thZ_2)  cos(thZ_2) 0;
               0           0       1];
```

En este caso, la matriz de rotación es más simple ya que solo existe rotación en el eje z para esta articulación.

Junta 3:

```
P(:,:,3) = [l3*cos(thY_3);  l3*sin(thZ_3); 0];
% Matriz de rotación
AZ3 = [cos(thZ_3) -sin(thZ_3) 0;
      sin(thZ_3)  cos(thZ_3) 0;
          0          0       1];
AY3 = [cos(thY_3)    0    sin(thY_3);
          0        1        0    ;
      -sin(thY_3)  0  cos(thY_3)];
R(:,:,3) = AZ3 .* AY3;
```

Finalmente, para este último caso tambien tenemos una rotación compuesta por rotaciones en el eje y y z.