Plataforma Gough-Stewart

Reporte de medio término

E. Benavides I. Ayala N. González

Centro de Investigación y de Estudios Acanzados del IPN
Robótica y Manufactura Avanzada

RyMA 2019

Contenido

1 Introducción
- Nomenclatura
- Motivación

2 Desarrollo
- Cinemática
- Energía

3 Simulador
- MATLAB

Outline

1 Introducción
- Nomenclatura
- Motivación

2 Desarrollo
- Cinemática
- Energía

3 Simulador
- MATLAB

Definiciones

- Masa del disco parabólico m_{dp}
- Centro de masa del disco parabólico cm_{dp}
- Punto de unión del pistón en la plataforma a_i
- Punto de unión del pistón en la base b_i
- Vector unitario del pistón u_i
- Velocidad lineal del pistón v_p

Outline

1 Introducción
- Nomenclatura
- Motivación

2 Desarrollo
- Cinemática
- Energía

3 Simulador
- MATLAB

Uso de la plataforma Gough-Stewart

- Movimiento preciso de objetos
- Control preciso de la posición de antenas parabólicas
  - Antena parabólica SP8-2.1 de la compañía *radiowaves*

Aplicación

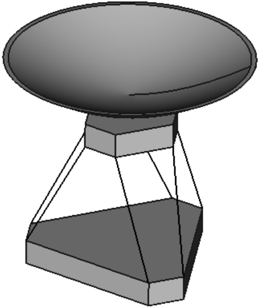

Figura: Aplicación de la plataforma Gough-Stewart.

Outline

1 Introducción
- Nomenclatura
- Motivación

2 Desarrollo
- Cinemática
- Energía

3 Simulador
- MATLAB

Abstracción del modelo

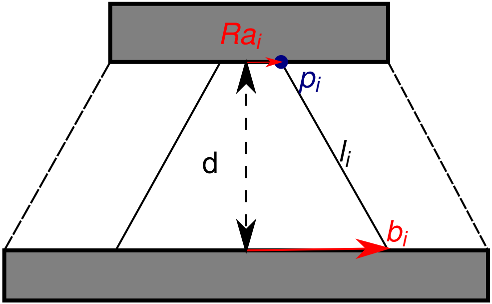

Figura: Abstracción de geometría.

Relación de posiciones

- Se establece la relación de posición entre la base y la plataforma

$$p_i = d + Ra_i = b_i + l_i \tag{1}$$

- La ecuación 1 se expresa en función de la longitud l_i de cada pistón

$$l_i = d + Ra_i - b_i \tag{2}$$

Transformaciones homogéneas

- Definimos R como la matriz de rotación extrínseca de la plataforma respecto a la base.

$$R = R_z R_y R_x = R_{xyz} \tag{3}$$

Coordenadas generalizadas

- Designamos $||l_i||$ como las coordenadas generalizadas q_i

$$q_i = ||l_i|| = \sqrt{l_i^T l_i} \tag{4}$$

Jacobiano inverso

- Considerando

$$\dot{q}_i = J^{-1}\nu = A \begin{bmatrix} v_p \\ \omega \end{bmatrix} \Rightarrow A = J^{-1} \tag{5}$$

- Derivando la ecuación 4 se obtiene

$$\dot{q}_i = \frac{1}{||l_i||}(\dot{d} + [\omega\times]Ra_i) \cdot (d + Ra_i - b_i) \tag{6}$$

Jacobiano inverso

- Desarrollando

$$\dot{q}_i = \frac{1}{||l_i||}\left(v_p \cdot l_i + [(Ra_i)\times] l_i \cdot \omega\right) \tag{7}$$

- Se obtiene

$$\dot{q}_i = \frac{1}{||l_i||}[l_i^T, [(Ra_i)\times] l_i^T] \begin{bmatrix} v_p \\ \omega \end{bmatrix} \tag{8}$$

Jacobiano

- De la ecuación 8 se llega a

$$A = J^{-1} = \left[\vec{u_i}^T, \quad [(Ra_i)\times]\vec{u_i}^T \right] \tag{9}$$

- Dado que $J = A^{-1}$

$$J = \left[\vec{u_i}^T, \quad [(Ra_i)\times]\vec{u_i}^T \right]^{-1} \tag{10}$$

Outline

1 Introducción
- Nomenclatura
- Motivación

2 Desarrollo
- Cinemática
- Energía

3 Simulador
- MATLAB

Energía cinética del sistema

- Obtenemos las velocidades del sistema

$$\left[\vec{u}_i^{\,T}, \quad [(Ra_i)\times]\vec{u}_i^{\,T}\right]^{-1} \dot{q} = \begin{bmatrix} v_p \\ \omega \end{bmatrix} \tag{11}$$

- Expresamos la energía cinética K del sistema

$$K = \frac{1}{2}||v_p||^2 m_{dp} + \frac{1}{2}\omega^T I\omega \tag{12}$$

Energía Potencial

- La energía potencial

$$P_{dp} = m_{dp}gh = [0\ 0\ m_{dp}g]\begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix}$$

$$P_z = d + R\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ cm_{dp} \end{bmatrix} \tag{13}$$

Outline

1 Introducción
- Nomenclatura
- Motivación

2 Desarrollo
- Cinemática
- Energía

3 Simulador
- MATLAB

GSP Toolbox

- Simulador programado en MATLAB
- Interfaz gráfica

Interfaz gráfica

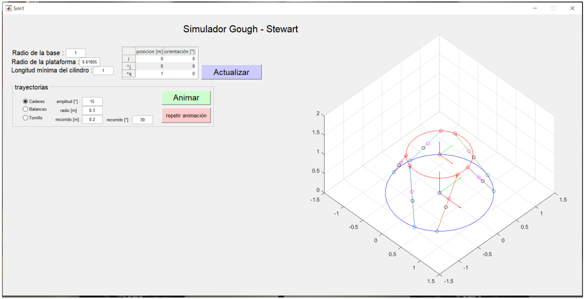

Figura: Interfaz gráfica del simulador.