



Maestría en Ingeniería en Sistemas y Computo Inteligente

Título

**Implementación de un algoritmo de locomoción
bípeda en un robot con morfología humana**

Autor

Raymundo Gabriel Martínez Cruz

Contribuyente

Antonio Benítez Ruíz

Septiembre-Diciembre 2011



IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE LOCOMOCIÓN BÍPEDA EN UN ROBOT CON MORFOLOGÍA HUMANA

RAYMUNDO GABRIEL MARTÍNEZ CRUZ, ANTONIO BENÍTEZ RUIZ
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA. MAESTRÍA EN SISTEMAS Y CÓMPUTO INTELIGENTE. Tercer Carril del Ejido "Serrano" s/n San Mateo Cuauaná, Juan C. Bonilla, Puebla. C.P. 72640

RESUMEN

El presente trabajo muestra los avances en la generación de un locomoción bípeda. Para la generación de movimiento se analiza la estructura física del prototipo a dotar de movimiento. La plataforma bioild Premium kit en su configuración A cuenta con seis articulaciones en cada pierna por lo que inicialmente se hace el análisis sobre una pierna. Se realiza un análisis cinemático y un análisis dinámico en cadenas articuladas de seis grados de libertad con el uso de la convención Denavit-Hartenberg y las matrices Jacobianas directa e inversa.

INTRODUCCIÓN

El análisis de sistemas mecánicos, desde el punto de vista cinemático, permite obtener información de dónde se encuentra ubicado cada elemento del sistema mecánico de un robot. Esta información es necesaria para los análisis: dinámico, de trayectorias y de control.

Los pasos básicos en el análisis cinemático de cualquier sistema mecánico se puede resumir de la siguiente manera:

- Definir los grados de libertad.
 - Asignar sistemas de coordenadas de referencia.
 - Establecer restricciones de movimiento.
 - Relacionar velocidades generalizadas a las restricciones y a la geometría del sistema.
- Una vez que se cuenta con el análisis cinemático se procede a calcular la dinámica de sistema mecánico. Es decir,
- El momento de fuerza (torque)
 - Aceleración Angular
- Finalmente, se procede a la planificación del movimiento o generación de paso.

OBJETIVO GENERAL

Implementar un algoritmo de locomoción bípeda para un robot con morfología humana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- * Realizar un análisis cinemático con la convención Denavit-Hartenberg para cadenas cinemáticas de seis grados de libertad.
- * Implementación de un algoritmo de caminado para la locomoción bípeda.
- * Simular el proceso de locomoción bípeda en un ambiente virtual

AVANCES Y RESULTADOS

Solución a una cadena articulada con seis grados de libertad en Microsoft Excel con el uso de la convención Denavit-Hartenberg para la cinemática directa

$$T = \begin{pmatrix} R_{03} & P_{03} \\ I_{03} & \mathbf{0}_{3x1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Rotación & Traslación \\ Perspectiva & Escalado \end{pmatrix} \quad \text{y} \quad \mathbf{0}^T = \mathbf{0}^T A^1 A^2 A^3 \dots A^{n-1} A^n$$

θ_i	d_i	a_i	α_i
θ_1	0	4	0
θ_2	0	4	0
θ_3	0	4	0
θ_4	0	4	0
θ_5	0	4	0
θ_6	0	4	0

Solución a una cadena articulada con tres grados de libertad en Microsoft Excel con el uso de la convención Denavit-Hartenberg y el método geométrico para la cinemática inversa

θ_i	d_i	a_i	α_i
θ_1	0	4	90
θ_2	0	4	90
θ_3	0	4	0

Se experimento con cadenas cinemáticas de seis grados de libertad para el calculo de la cinemática directa (Figura 1 y 2).

Se experimento con cadenas cinemáticas de tres grados de libertad para el calculo de la cinemática inversa (Figura 3 y 4).

Se efectuó el análisis cinemático de la pierna del bioild Premium kit configuración A (Figura 5) y se experimento la cinemática directa (Figura 6).

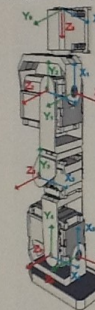


Figura 5.

LINK	ORIGEN DEL ESQUEMA	FIN DEL ESQUEMA	DESPLAZAMIENTO DEL ESQUEMA	ANGULO ART. EDUCACION
1	0	0	0	0
2	0	0	0	$\theta_2 - 90$
3	0	-90	0	$\theta_3 - 90$
4	L_4	0	0	θ_4
5	L_5	0	0	θ_5
6	0	90	0	$\theta_6 - 90$

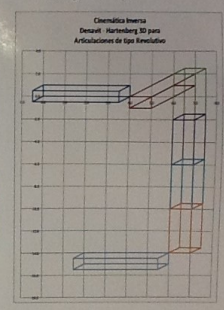


Figura 6.

Primeras pruebas en el Actor Digital (Figura 7).

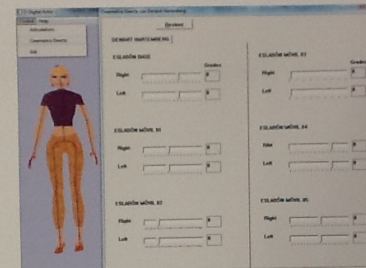


Figura 7.

Para la experimentación de la cinemática inversa fue necesario usar una aproximación diferencial con el uso la matriz jacobiana (Figura 7).

$$\Delta \mathbf{e} \approx \mathbf{J} \cdot \Delta \Phi$$
 entonces

$$\Delta \Phi \approx \mathbf{J}^{-1} \cdot \Delta \mathbf{e}$$

$$\mathbf{J}(\mathbf{f}, \mathbf{x}) = \frac{d\mathbf{f}}{d\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1} & \frac{\partial f_m}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n} \end{bmatrix}$$

Figura 8.

Figura 10.

Una vez obtenida la matriz jacobiana directa e inversa. Se procede a calcular las Fuerzas.

$$\frac{d\mathbf{J}}{dt} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{J} = \dot{\boldsymbol{\omega}} \cdot \mathbf{J}$$

CONCLUSIONES

Se resolvió el problema cinemático directo e inverso para cadenas de seis grados de libertad.

STATUS

Actualmente se están verificando los resultados de la dinámica directa arrojados en dev-C++, una vez validados se procederá a la búsqueda de la generación de paso. Faltan las pruebas en el actor digital.



"Este material se distribuye bajo los términos de la
Licencia 2.5. de Creative Commons
(CC BY-NC-ND 2.5 MX)".

A decorative footer graphic consisting of three overlapping, curved bands of color: a dark purple band at the bottom, a gold band in the middle, and a green band at the top. The year "2011" is written in white, serif font on the purple band.

2011