

Control de un Robot tipo PUMA utilizando celdas neuronales analógicas

Tesista: Enrique Martínez Peña

Asesores: MC. Wilberth Alcocer Rosado
Dr. Gerardo Guerrero Ramírez

Coordinación de
Ingeniería Mecatrónica

Resumen

En el presente trabajo de investigación se busca, utilizando un brazo robótico tipo PUMA de tres grados de libertad, emular el comportamiento del movimiento del brazo humano bajo el paradigma del Generador Central de Patrones (GCP), que es capaz de producir los patrones requeridos para controlar los órganos (extremidades) de los seres biológicos.

En primer lugar, se implementa el modelo matemático de las Redes Neuronales Celulares (CNN, por sus siglas en inglés) para obtener un GCP que genere las señales de excitación apropiadas que permitan provocar movimientos periódicos similares al brazo humano.

En segundo lugar, se determinan los parámetros de la señal del GCP que se requieren para que el brazo robótico realice el movimiento similar al de una persona que camina y se implementa el GCP usando amplificadores operacionales.

Finalmente, se propone un método alternativo de control a partir del fundamento matemático de las CNN, se comparan todos los resultados obtenidos tanto en simulación como en experimentación real y se obtienen las conclusiones pertinentes.

Objetivo

Evaluar el desempeño de las Redes Neuronales Analógicas en el control de un robot tipo PUMA de tres grados de libertad.

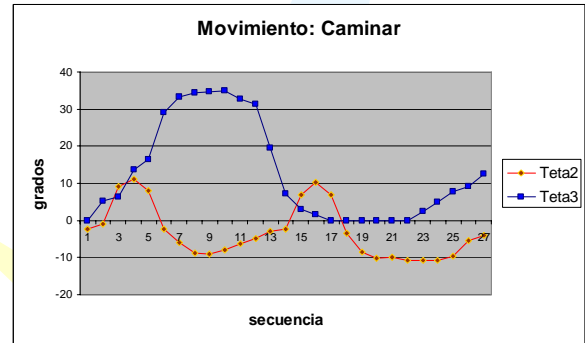
Metodología

Los movimientos realizados por animales cuando realizan actividades tales como caminar, volar, correr, nadar, etc.; se llevan a cabo empleando patrones periódicos en sus extremidades. La hipótesis relacionada propone la existencia de un GCP que se encarga de realizar estos patrones. Basados en el paradigma de las CNN, el modelo del GCP se establece como:

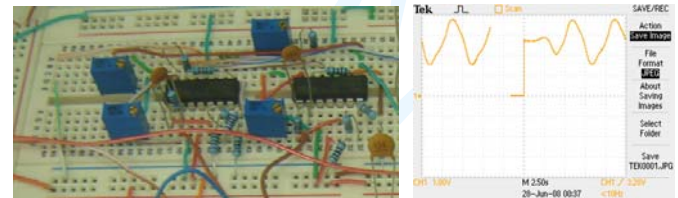
$$\frac{dx_1}{dt} = -x_1 + \alpha y_1 - \beta y_2 + i_1 \quad \frac{dx_2}{dt} = -x_2 + \alpha y_2 + \beta y_1 + i_2$$

$$y_i = \frac{1}{2} (|x_i + 1| - |x_i - 1|) \quad \text{para } i = 1, 2$$

Con el fin de que los movimientos producidos por el GCP estuvieran determinados por el movimiento del ser humano al caminar, con énfasis en los ángulos del hombro y codo, se decidió emplear un estudio realizado en el departamento de ciencias computacionales del CENIDET. Los ángulos proporcionados por el modelo de cinemática inversa son:



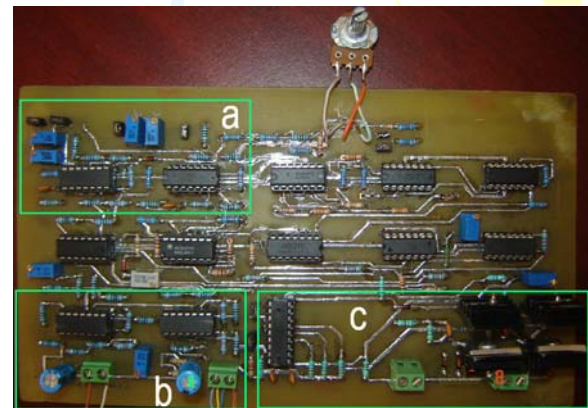
Por medio de simulaciones se determinaron los parámetros del GCP, para reproducir los movimientos arriba descritos y mediante el uso de amplificadores operacionales se llevó a cabo la implementación de las ecuaciones diferenciales.



Una vez obtenida la trayectoria deseada entregada por el GCP, se obtuvo un control de seguimiento utilizando el fundamento matemático de las CNN y agregando una entrada externa la cual está basada en el error de posición.

Resultados

Se diseñó un control basado en celdas neuronales analógicas. Se construyeron dos tarjetas controladoras del robot, una para el hombro y otra para el codo.



Cada tarjeta electrónica contiene una a) una celda neuronal para control, b) un GCP, c) una etapa de potencia.