

DISEÑO DE UN MODELO ROBÓTICO PARA ANALIZAR EL MOVIMIENTO DE PERSONAS SANAS Y PERSONAS CON PROBLEMAS NEUROMOTORES

Autora: Belén Esther Alemán Santana

Tutores: Dr. Moisés Díaz Cabrera y Dr. José Juan Quintana Hernández

RESUMEN

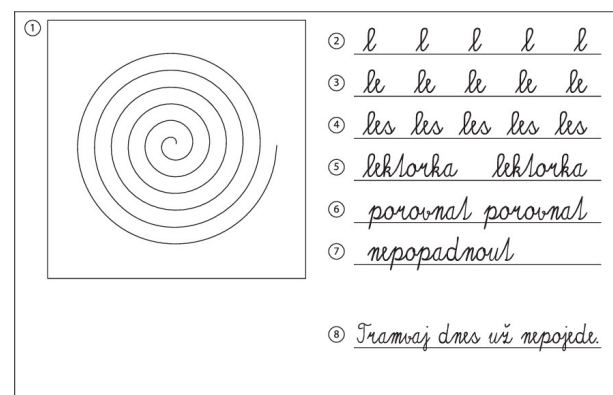
El proyecto comprende el diseño y desarrollo de un modelo robótico, con el objetivo de analizar las diferencias biomecánicas entre personas sanas y personas con trastornos neuromotores. El estudio se ha enfocado en la enfermedad de Parkinson, una de las afecciones neurodegenerativas más prevalentes.

La innovación se encuentra en el diseño de un modelo robótico tridimensional con cinco grados de libertad. El modelo busca reproducir la biomecánica del brazo humano durante la escritura, del mismo modo que se observa en los protocolos neurológicos para diagnosticar el Parkinson.

A partir del modelo robótico, se desarrolló la cinemática y dinámica para hallar las características temporales del movimiento, aplicando técnicas de inteligencia artificial que incluyen la parametrización de las secuencias cinemáticas y dinámicas robóticas, junto con técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo.

Además, se realizaron dos estudios secundarios en el que se compara el movimiento por sexo, tanto de individuos sanos como individuos afectados por Parkinson.

Tareas PaHaw



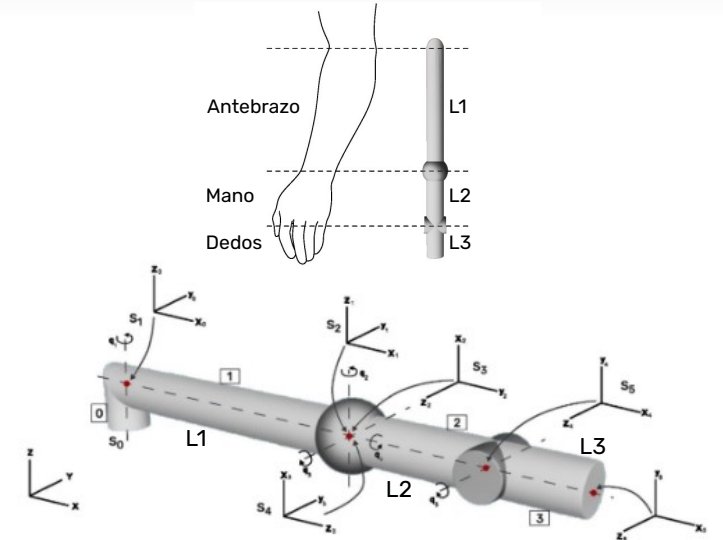
METODOLOGÍA

1º Desarrollo del modelo robótico

3 eslabones: L1, L2 y L3.

5 grados de libertad: ángulos q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 .

Eslabón	Longitud (cm)	Masa (kg)
L1 (Antebrazo)	28	1.26
L2 (Mano)	11	0.48
L3 (Dedos)	10	0.01

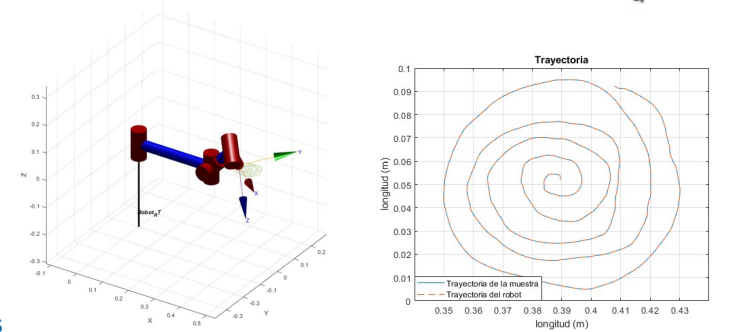


2º Desarrollo de las ecuaciones

Ecuaciones cinemática directa.

Ecuaciones cinemática inversa (Ángulos).

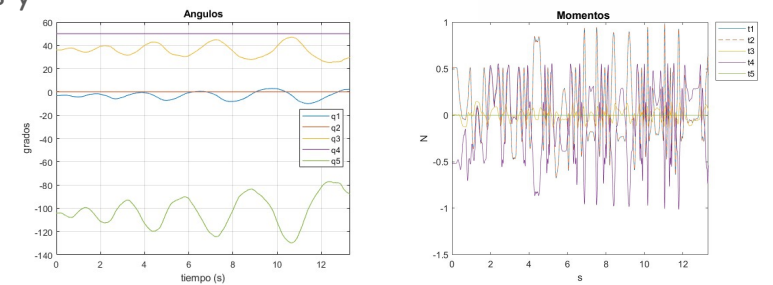
Ecuaciones dinámica (Momentos).



3º Parametrización de las secuencias temporales

Transformar las secuencias temporales (Ángulos y momentos) a coeficientes utilizando:

- Linear Predictive Coding (LPC).
- Periodograma-LPC.
- Cepstrum.
- Singular spectrum analysis (SSA).



4º Experimentos

El análisis estadístico se ha realizado con los modelos de aprendizaje máquina de vectores de soporte (SVM), redes neuronales (NN) y redes neuronales convulsiones (CNN) y los 4 coeficientes para cada uno. La Parkinson's Disease Handwriting Database (PaHaw) ha sido la base de datos utilizada.

Experimento principal:

- Análisis parámetros cinemático, dinámico y cinemático- dinámico para el movimiento enfermo-sano.

Experimentos secundarios:

- Análisis parámetros cinemático, dinámico y cinemático- dinámico para el movimiento por sexo individuos sanos.
- Análisis parámetros cinemático, dinámico y cinemático- dinámico para el movimiento por sexo individuos enfermos.

RESULTADOS

		Coeficiente	Máquinas	Tarea	ACC	AUC
Cinemática	Enfermo-sano	SSA	SVM	4	72,00%	80,44%
	Por sexo individuos sanos	LPC	SVM	8	81,58%	92,78%
	Por sexo individuos enfermos	LPC	NN	8	75,68%	78,36%
Dinámica	Enfermo-sano	periodograma-LPC	NN	1	66,67%	69,98%
	Por sexo individuos sanos	LPC	SVM	4	76,32%	75,28%
	Por sexo individuos enfermos	LPC	SVM	1	75,00%	70,37%
Cinemática y Dinámica	Enfermo-sano	SSA	SVM	2	68,00%	74,61%
	Por sexo individuos sanos	LPC	NN	8	78,95%	80,83%
	Por sexo individuos enfermos	SSA	SVM	1	72,22%	65,12%

CONCLUSIONES

- Las tareas 4 y 8 son las más efectivas.
- Las tareas 3 y 5 son menos efectivas.
- Las secuencias temporales de la cinemática resultan ser mejores que las de la dinámica en la clasificación, pero juntas también destacan.
- Los coeficientes de predicción lineal (LPC) fueron los más significativos en la clasificación, mientras que los cepstrum aportaron menos.
- SVM superó en rendimiento a las CNN y a las NN.

TRABAJOS FUTUROS

- Comprobar el rendimiento del modelo en otros trastornos neuromotores.
- Mejorar el modelo robótico para obtener mayor fidelidad del movimiento humano.
- Continuar investigando y validar los hallazgos con otras bases de datos de escritura a mano para el análisis del movimiento por sexo en colaboración con investigadores de la universidad de Mataró.