

# ALGORITMO PARA EL MODELADO DEL TEMBLOR EN PACIENTES CON PARKINSON

Martínez Alvarado Jocelyn (1), Ibarra Manzano Mario Alberto (2)

1 [6AING-M, Escuela de Nivel Medio Superior de Salvatierra] | [jocemtzalvarado@hotmail.com; j.martinezalvarado@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Electrónica, División de ingenierías, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [ibarram@ugto.mx]

## Resumen

La enfermedad de Parkinson se clasifica, según la Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDS por sus siglas en inglés), por su grado de avance en el paciente, en una escala del 1 al 4. Para lograr determinar el nivel de Parkinson en el paciente a partir del análisis del temblor de la mano, se requiere capturar las posiciones de cada uno de los dedos y la palma por medio de un sensor Leap Motion. Al obtener estos datos se crea un modelo utilizando el lenguaje de programación Python y se le aplica una serie de estadísticos, para utilizar un algoritmo y así poder clasificar el grado de esta enfermedad.

## Abstract

Parkinson's disease is classified, according to Movement Disorder Society sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Scale (MDS-UPDS), by its degree of progress in the patient, on a scale of 1 to 4. To determine the level of Parkinson's in the patient from the analysis of hand tremor, it is required to capture the positions of each of the fingers and the palm by means of a Leap Motion sensor. When obtaining this data, a model is created using the Python programming language and a series of statistics is applied to use an algorithm to classify the degree of this disease.

### Palabras Clave

Modelo; aprendizaje de maquina; dopamina; movimiento; ciencia de datos

## INTRODUCCIÓN

El Parkinson es una enfermedad neurodegenerativa que afecta a millones de personas en todo el mundo; ocurre cuando no se produce suficiente dopamina, la cual nos permite transportar información entre neuronas de distintos grupos, por consecuencia, se producen temblores, lentitud en los movimientos, pérdida del equilibrio, entre otros.

Existen diversas escalas para evaluar los movimientos motores y no motores, sin embargo, la Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDS por sus siglas en inglés), es la más utilizada de forma global. Esta escala mide el avance de la enfermedad en 4 secciones, de 0 (normal) a 4 (severo).

Para este proyecto se utilizaron diversos métodos y materiales para su realización, los cuales se explican a continuación.

### Sensor Leap Motion

Este dispositivo es una herramienta tecnológica para la captura de movimientos y gestos, de las manos y dedos. Está compuesto por tecnología de luz estructurada para crear un mapa de profundidad de la escena en el espacio 3D, su campo de visión es de  $120^\circ$  grados dentro de un rango de 25 mm a 600 mm desde su superficie. Cabe destacar, que se compone de dos cámaras

infrarrojas, tres LEDs y una potente interfaz de programación de aplicaciones. [1]



**IMAGEN 1: Dimensión física y componentes básicos que conforman el controlador Leap Motion.**

### Números complejos

Un número complejo es cualquier número que puede escribirse como  $a+bi$ , donde  $i$  es la unidad imaginaria y  $a$  y  $b$  son números reales.

El plano complejo consiste en dos líneas rectas numéricas que se intersecan en un ángulo recto en el punto  $(0,0)$ . La recta numérica horizontal (que conocemos como el eje  $x$  en el plano Cartesiano) es el eje real. La línea recta numérica vertical (el eje  $y$  en el plano Cartesiano) es el eje imaginario. Cada número complejo puede representarse como un punto en el plano complejo. [2]

### Base de datos

Una base de datos es un "almacén" que nos permite guardar grandes cantidades de información de forma organizada para que luego podamos encontrar y utilizar fácilmente. [3] La base de datos utilizada está compuesta por 20 carpetas, cada una por paciente, contienen las posiciones de las manos izquierda y derecha, de 15 segundos capturados mientras hacían un desplazamiento horizontal, en cada segundo, se capturaron 60 posiciones. [4]

## Estadísticas

Los métodos estadísticos suelen ser de utilidad para establecer el valor mayormente probable de una cantidad a partir de un grupo limitado de datos [1]. Las estadísticas que se emplearon para la elaboración del proyecto fueron:

**Curtosis:** medidas de grado de apuntamiento de una distribución. Es utilizada para detectar movimientos bruscos o picos en la distribución.

**Varianza:** también llamada desviación típica es una medida de dispersión o variación de los valores de la variable aleatoria alrededor de la media. [5]

**Rango:** Rango: Es la medida de variabilidad o dispersión más simple. Se calcula tomando la diferencia entre el valor máximo y el mínimo observado.  $Rango = Máximo - Mínimo$ .

**Coefficiente de asimetría de Fisher:** se basa en las desviaciones de los valores observados respecto a la media. La interpretación de los resultados proporcionados por este coeficiente es igual a la del primer coeficiente de Pearson. [6]

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizó el lenguaje de programación Python, una base de datos que nos proporcionó el profesor con validación médica, y un sensor Leap Motion.

Graficamos el movimiento del temblor con ojivas de far, se decidió trabajar en dos dimensiones y con números complejos, se emplearon ventanas y se aplicaron los estadísticos: curtosis, coeficiente de variación, rango, varianza, coeficiente de asimetría de Fisher y desviación estándar. También utilizamos algoritmos, arboles de decisión y validación cruzada.

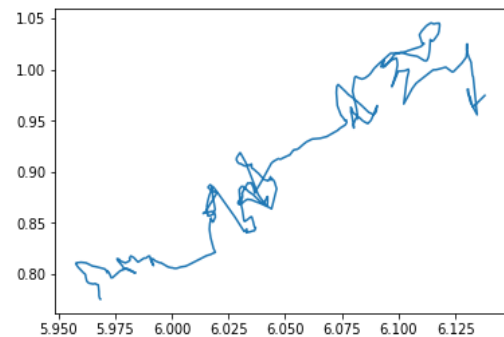
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se graficaron los movimientos de cada uno de los dedos y de la palma de un paciente en dos dimensiones, para conocer el movimiento del temblor. Primero en (x, y) y luego en (x, z). En la imagen 2 podemos ver una de las gráficas (ojiva de far) resultantes de la palma de uno de los pacientes.

Haciendo distintas pruebas con diversos algoritmos nos dimos cuenta de que ninguno era tan eficiente como se esperaba, por mucho, pues al tener pocos datos, y estos tener que dividirlos en datos de entrenamiento y de prueba, el programa tenía bajo porcentaje de eficacia y precisión. Por lo que optamos en agregar mayor número de características y utilizar validación cruzada, de esta manera aumento el porcentaje, pero no era suficiente para determinar el grado de Parkinson. Por lo tanto, el programa solo dice si el paciente presenta la enfermedad o no.

Por otro lado, se hicieron mas pruebas con mayor número de

estadísticas, se cambiaron los algoritmos y las ventanas, a los primeros resultados se les llamo conjunto 1, y a los últimos, conjunto 2.



**IMAGEN 2:** movimiento de la palma en dos dimensiones (x,y)

Tabla 1: Porcentajes de la eficacia del programa del conjunto 1 y 2

|                | Porcentajes del conjunto 1 |               |            | Porcentaje del conjunto 2 |               |            |
|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------------------|---------------|------------|
|                | Accuracy (%)               | Presicion (%) | Recall (%) | Accuracy (%)              | Presicion (%) | Recall (%) |
| Decission Tree | 49                         | 49            | 48         | 58                        | 51            | 58         |
| K-Neighbors    | 46                         | 46            | 45         | 50                        | 52            | 51         |
| Neural Network | 44                         | 45            | 44         | 50                        | 50            | 50         |

## Gradient Boosting

Es una generalización de impulsar a las funciones de pérdida diferenciables arbitrarias. GBRT es un procedimiento comercial preciso y efectivo que se puede usar tanto para problemas de regresión como de clasificación.

Las ventajas de GBRT son:

- Manejo natural de datos de tipo mixto (= características heterogéneas)
- Poder de predicción
- Robustez a valores atípicos en el espacio de salida.

Utilizando gradient boosting se pudieron mejorar los resultados como se muestra en las figuras

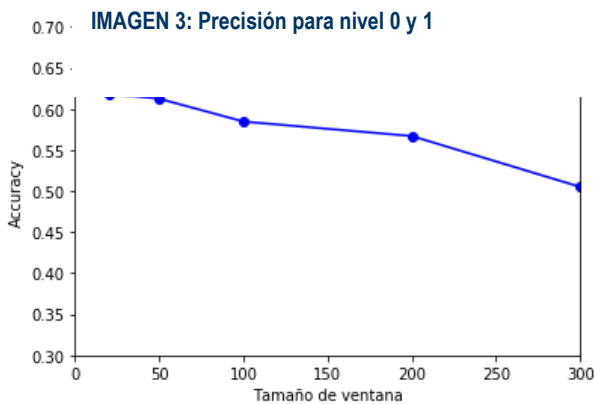
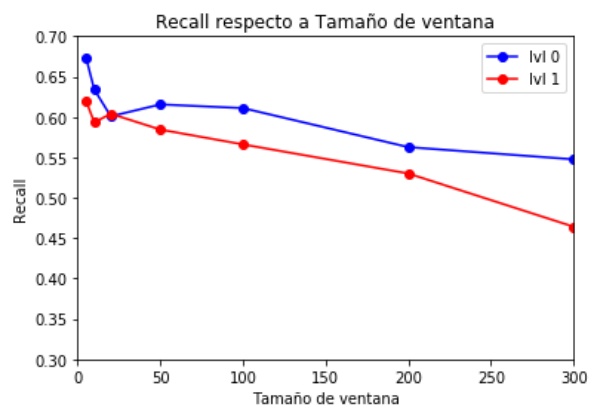
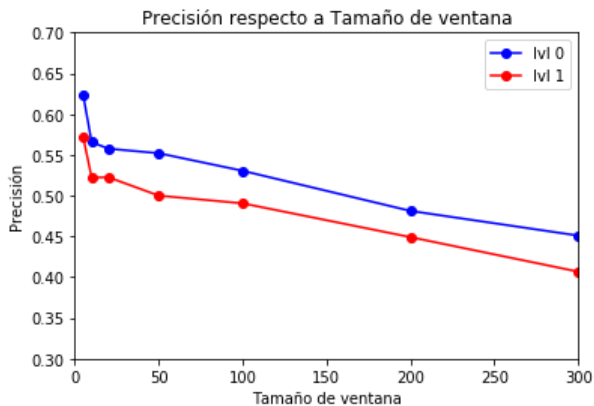


IMAGEN 4: Recall para nivel 0 y 1

IMAGEN 5: Exactitud respecto a nivel 0 y 1

## CONCLUSIONES

Para determinar con mayor precisión el grado de Parkinson en un paciente se requirió utilizar validación cruzada, y aun con esto, no se obtuvo la exactitud que se esperaba, pues solo se pudo decir si el paciente presentaba o no la enfermedad. Por lo que se concluyó de que se pueden obtener resultados más precisos con mayor número de datos y estudio

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente al Dr. Mario Alberto Ibarra Manzano por haberme aceptado en el proyecto y tener la paciencia para explicarme el proceso del trabajo. A mis compañeros de proyecto Santiago Pérez Moncada, Rosa Isela Monrroy Osornio y Roberto García por orientarme a lo largo de verano.

A la universidad de Guanajuato por darme esta gran oportunidad y experiencia, y por último, a la maestra Rocío Rubio Rivera por asesorarme e invitarme a los veranos de investigación UG

## REFERENCIAS

- [1] Lugo Bustillo, G. A. (2017). Sistema para el estudio y análisis del movimiento de las manos en pacientes con Parkinson. (tesis de maestría). Universidad de Guanajuato. Salamanca, Gto. México.
- [2] Khan, S. (2018). Números Complejos. 19/07/2018. Recuperado de <https://es.khanacademy.org/math/algebra2/introduction-to-complex-numbers-algebra-2>
- [3] Pérez Valdés, D. (2018). ¿Qué son las bases de datos? 19/07/2018. Recuperado de <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>
- [4] Lugo, G., Ibarra Manzano, M., Ba, F., Cheng, I. (2017). Virtual reality and hand tracking system as a medical tool to evaluate patients with parkinson's. PervasiveHealth '17. ACM. 405-408. 10.1145/3154862.3154924
- [5] Spiegel, M. R. (1975) Teoría y problemas de probabilidad y estadística. (1ra edición). McGraw-Hill.
- [6] Clase 2: Estadística. 20/07/2018. Recuperado de: <http://www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2011/2do/clase2.pdf>.