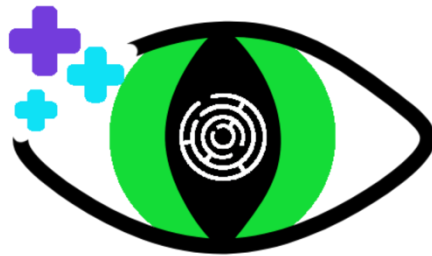


# PROCESAMIENTO DE VARIABLES DEL DISPOSITIVO DRAM

Por *Juan Camilo Castro Rizo* y *Juan Pablo Moreno Garzon*

22/02/2025



En este documento se explica a detalle las tablas donde se registra la información recolectada y el procesamiento de las variables alojadas en la base de datos luego de las pruebas de funcionamiento con el dispositivo DRAM, en el Github se encuentra un archivo CSV y SQL con 4 tablas las cuales son explicadas a continuación.

## ***Tabla 1 - Registro de Usuarios***

La primera tabla corresponde a los usuarios registrados en la base de datos para la rehabilitación individual con el dispositivo, esta tiene una columna de “**ID**” que representa la identificación única del usuario. También tiene una columna “**Users**” que representa el nombre de usuario del individuo que desea realizar la terapia, por último en la columna “**Password**” se ubica la contraseña asociada al nombre de usuario, con la cual podrá acceder a la interfaz gráfica y realizar su rehabilitación por terapias.

## ***Tabla 2 - Check & Errors***

Esta segunda tabla aloja la identificación única como llave foránea en la columna “**ID**”, además en la columna “**Distancia**” se guarda la distancia del usuario en *milímetros* con el dispositivo para garantizar la fidelidad de los datos al ser recogidos en la terapia. También se guarda el nivel en el que el usuario realizó la terapia en la columna “**Nivel**”, esto para poder realizar análisis de la rehabilitación ocular en los distintos niveles. Para poder analizar los distintos tiempos en que el usuario lograba completar las zonas de un nivel y observar el progreso durante ciertas zonas del laberinto se establecieron una serie de *Checkpoints* en todos los

niveles. Dos de ellos son los llamados “**Tiempo\_CHKP\_1**” y “**Tiempo\_CHKP\_2**” que guarda valores de tiempo en nanosegundos, donde el “**Tiempo\_total**” es la suma de los tiempos hasta terminar el nivel del laberinto. Para contabilizar los errores cometidos por el usuario, se propuso que los usuarios no pudiesen tocar las paredes del laberinto, de lo contrario se irían aumentando en uno sus errores, guardando estos en el campo “**Errores**”. Para distinguir estos tiempos de terapia con otras terapias finalizadas o canceladas por el mismo usuario se utilizó el campo “**Num\_Sesiones**”, realizando una trazabilidad de las sesiones hechas por un mismo individuo. Por último, se añaden las zonas antes mencionadas del laberinto, esto para saber en qué zona terminó el usuario en cualquier nivel, percibiendo así si le fue complejo o fácil realizar el nivel de laberinto planteado.

Con estos datos mencionados se realizó la regresión lineal utilizando los campos de “Errores” o “Tiempo\_total” contra el campo de “Num\_Sesiones”, realizando dos regresiones para observar la tendencia de los errores y el tiempo completo contra el número de sesiones hechas por el usuario. Para realizar este tipo de regresiones es necesario que el usuario haya culminado al menos una semana completa de sesiones de rehabilitación (8 días).

Figura 1. Regresión Lineal

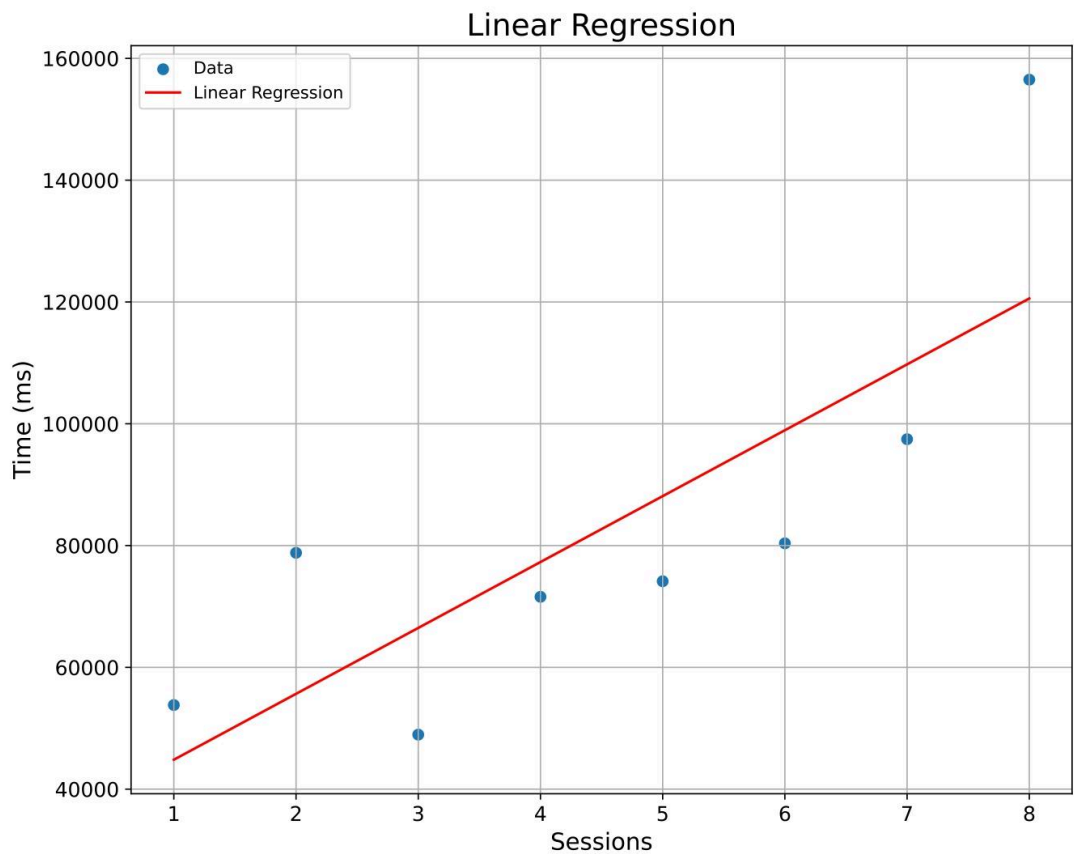


Tabla 3 - Desplazamientos

La tercera tabla es la tabla donde se alojan los registros de desplazamiento ocular realizados en las terapias de rehabilitación por los usuarios. Esta es la tabla más importante ya que con esta se pueden realizar los distintos análisis de los movimientos oculares laterales y anteroposteriores, en cada uno de sus modos de operación como monocular derecho, monocular izquierdo y binocular. Esta tabla se compone de un campo **"Fecha"** para poder ubicar los registros en tiempo y fecha (AAAA/MM/DD), realizando así una búsqueda exhaustiva de los desplazamientos oculares. Como llave foránea se encuentra el identificador único **"ID"** para hacer la relación con el usuario que realiza dicha terapia. Con los campos **"DireOjos\_H"** y **"DireOjos\_V"** se registran la dirección ocular que realiza el usuario para moverse en el laberinto, con caracteres que indican si está desviando sus pupilas hacia la derecha, izquierda, arriba, abajo o las deja centradas. Para poder registrar las coordenadas (x,y) que toman las pupilas al realizar el desplazamiento ocular se utilizan los campos **"Iris\_Der"** para el ojo derecho y **"Iris\_Izq"** para el ojo izquierdo. También se utilizan los campos **"Mov\_Lateral\_D"**, **"Mov\_Lateral\_I"** para poder registrar los movimiento laterales del ojo derecho e izquierdo en pixeles (px) con el modo de operación monocular de la terapia realizada, utilizando también **"Mov\_Lateral\_Bin"** para registrar el movimiento lateral de ambos ojos en el modo de operación binocular en pixeles (px), de la misma manera se registra el movimiento anteroposterior dependiendo del modo de operación con **"Mov\_Anteroposterior\_D"**, **"Mov\_Anteroposterior\_I"** y **"Mov\_Anteroposterior\_Bin"** en pixeles (px). Por último, se registra el modo de operación escogido por el usuario, ya que este puede seleccionar si quiere realizar la terapia para el ojo izquierdo, derecho o con ambos ojos utilizando el campo **"Modo\_Operación"**.

Los valores de los movimientos laterales y anteroposteriores también se representan por medios de gráficas de elipses, para las cuales se primero se calculó los puntos centrales (h,g). Los cuales se necesita encontrar los valores maximos y minimos del eje "x" (movimiento lateral) y el eje "y" (movimiento anteroposterior) del ojo, posteriormente se utilizan en las siguientes ecuaciones:

$$h = \frac{X_{Min} + X_{Max}}{2} \quad g = \frac{Y_{Min} + Y_{Max}}{2}$$

$$a^2 = \left( \frac{X_{Max} - X_{Min}}{2} \right)^2 \quad b^2 = \left( \frac{Y_{Max} - Y_{Min}}{2} \right)^2$$

Para encontrar los límites laterales y verticales de la elipse ( $a^2$  y  $b^2$  respectivamente), se calcula utilizando las siguientes fórmulas:

Por último para hallar los valores que componen a la elipse, se realizan 3 sucesiones numéricas de 11 componentes con las cuales se encuentran los valores de y de la elipse, los valores "x" de la derecha de la elipse y los valores "x" de la izquierda de la elipse. Para encontrar los valores de "y" el primer valor que tomamos en la sucesión es el valor

anteroposterior máximo, y los otros 10 valores se rigen mediante la siguiente fórmula matemática:

$$\sum_{n=1}^{11} y[n-1] = \frac{(y_{Max} - y_{Min})}{10}$$

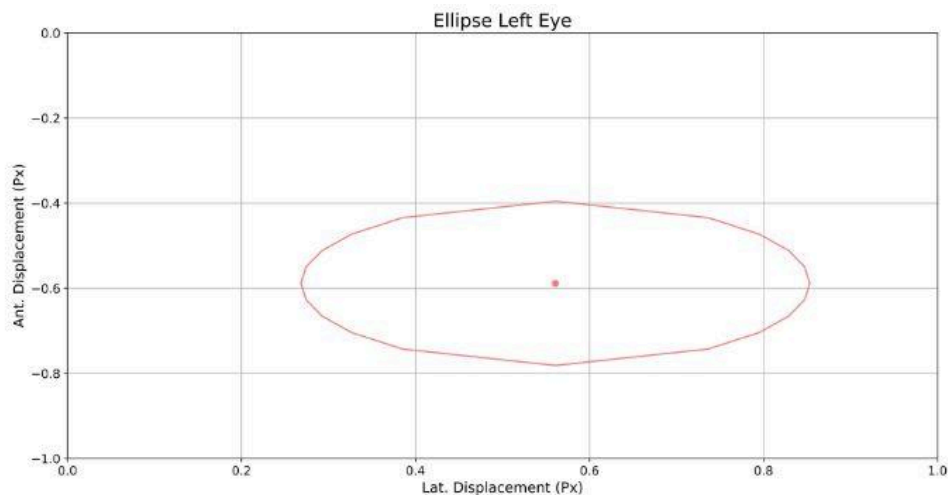
Luego para hallar los valores de x tanto en lado derecho como el izquierdo de la elipse, primero se toma tanto como el valor inicial como el valor final de la sucesión de 11 números, toman el valor de “h” hallado anteriormente, mientras que para el resto de los valores se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$$x_{der} = \sum_{n=1}^{10} = -\sqrt{1 - \frac{(y[n]-g)^2}{b^2}} * a^2 + h$$

$$x_{izqr} = \sum_{n=1}^{10} = \sqrt{1 - \frac{(y[n]-g)^2}{b^2}} * a^2 + h$$

Por último se grafican los datos obtenidos de estas 3 sucesiones y se obtienen una elipse como en la figura 2, las cuales pueden representar los movimiento del ojo derecho, izquierdo y también representa la visión binocular durante la rehabilitación.

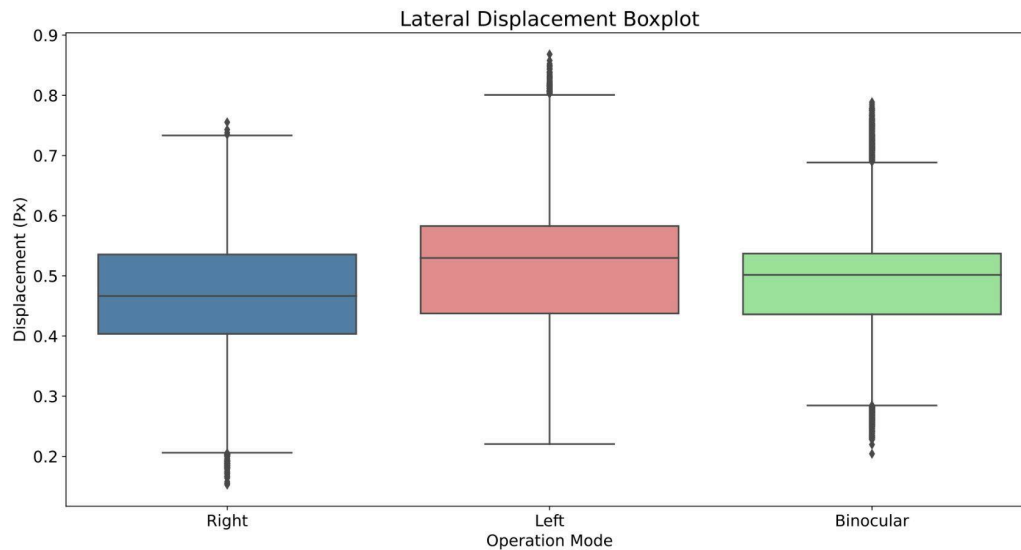
*Figura 2 - Ellipse*



También para poder observar mejor la diferencia de los desplazamientos se realizan Boxplot, tomando las variables **"Mov\_Lateral\_D"**, **"Mov\_Lateral\_I"** y **"Mov\_Lateral\_Bin"** para el desplazamiento lateral de los ojos en pixeles (px) dependiendo la terapia escogida, y **"Mov\_Anteroposterior\_D"**, **"Mov\_Anteroposterior\_I"** y **"Mov\_Anteroposterior\_Bin"** para el

movimiento anteroposterior en pixeles (px) con el cual se pueden realizar análisis de la rehabilitación del usuario al transcurrir las terapias.

*Figura 3 - Boxplot*



**Tabla 4 - Time & Errors**

En esta última tabla se recopilan los datos de tiempos y errores para una sesión de rehabilitación completa. Registrando los tiempos totales y errores que obtuvo en cada uno de los cinco laberintos o los que haya podido completar. Primero se encuentra el identificador único "ID" como llave foránea para relacionar estos resultados con cada usuario. También se utiliza "Fecha\_Inicial" para poder registrar la fecha y el tiempo inicial de la terapia, de igual manera "Fecha\_Final" para registrar la fecha y el tiempo final con el que terminó la sesión de terapia, esto para poder percibir el tiempo transcurrido en las distintas sesiones realizadas por el usuario. Para poder distinguir la sesión realizada por el usuario se registra con un conteo ascendente el número de sesión en el campo "Sesiones". Además para registrar el tiempo total en nanosegundos se hace uso de los campos "Tiempo1", "Tiempo2", "Tiempo3", "Tiempo4", y "Tiempo5". También para registrar los errores en cada nivel realizado se utilizan los campos "Error1", "Error2", "Error3", "Error4" y "Error5" con un conteo ascendente, como se puede observar se utiliza un número en cada campo para determinar el nivel. Por último, con los campos "Error\_total" y "Tiempo\_total" se realiza el cálculo acumulado de los errores y tiempo en nanosegundos por una sesión completa.