

**DETECCIÓN TEMPRANA DE ALZHEIMER UTILIZANDO EEG E
IMÁGENES DE MRI**

ANGELICA MARÍA ARDILA HERRERA

VICTORIA CATALINA PÉREZ NAVARRO

DIANA MARCELA ESCOBAR OROZCO

EMANUEL CRUZ TABARES

YESID ORLANDO RAMIREZ

DOCENTE

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE INGENIERIA

MEDELLIN

2024

Introducción

El Alzheimer es una de las condiciones neurodegenerativas más prevalentes y perjudiciales, que afecta mayormente a adultos mayores y ocasiona un deterioro progresivo en la memoria, el razonamiento y otras capacidades cognitivas. Con el envejecimiento de la población mundial, la incidencia de esta enfermedad está aumentando considerablemente, resaltando la urgencia de desarrollar métodos eficaces para su diagnóstico temprano y su tratamiento oportuno. En este contexto, tecnologías avanzadas como la Electroencefalografía (EEG) y la Resonancia Magnética (MRI) han emergido como herramientas prometedoras para identificar el Alzheimer en sus primeras etapas.

La EEG, que mide la actividad eléctrica cerebral, ha demostrado utilidad para analizar alteraciones en los patrones de actividad neuronal que podrían reflejar el inicio de la enfermedad. Por su parte, la MRI ofrece imágenes detalladas de la estructura cerebral, permitiendo detectar atrofas, un indicador clave del Alzheimer. La integración de estas dos herramientas tiene el potencial de mejorar la precisión y rapidez del diagnóstico, favoreciendo intervenciones más oportunas y efectivas antes de que la enfermedad alcance etapas avanzadas.

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema automatizado que combine el análisis de señales EEG e imágenes MRI para la detección temprana de Alzheimer, buscando transformar y optimizar el proceso de diagnóstico y manejo clínico de esta enfermedad.

Justificación

La identificación precoz del Alzheimer es esencial para ralentizar su progreso y mejorar las condiciones de vida de los pacientes. Sin embargo, las técnicas diagnósticas actuales, como evaluaciones clínicas y pruebas cognitivas, a menudo carecen de la sensibilidad necesaria para detectar cambios cerebrales en etapas iniciales, lo que limita la eficacia de los tratamientos. Las tecnologías avanzadas como el EEG y la MRI ofrecen una alternativa prometedora al permitir la detección de alteraciones sutiles antes de la aparición de síntomas evidentes.

El EEG, una técnica no invasiva, registra en tiempo real la actividad eléctrica del cerebro, y las anomalías en los patrones de ondas cerebrales pueden ser indicadores tempranos de deterioro cognitivo relacionado con el Alzheimer. A su vez, la MRI proporciona imágenes detalladas de la estructura cerebral, destacando la atrofia en áreas como el hipocampo, considerada un marcador temprano de la enfermedad.

Este proyecto propone la integración de ambas tecnologías para desarrollar un sistema más eficiente y preciso en la detección del Alzheimer. La combinación de EEG y MRI permitirá optimizar la evaluación clínica, facilitando intervenciones tempranas y un uso más eficiente de los recursos médicos. En última instancia, el objetivo es ofrecer a los profesionales de la salud una herramienta confiable y accesible para realizar diagnósticos más tempranos y efectivos.

Metodología

Para abordar este problema, se desarrolló un programa utilizando el paradigma Modelo-Vista-Controlador (MVC) en Python, con una interfaz de usuario diseñada mediante QtDesigner. Además, se optó por el uso de SQLite como motor de base de datos relacional

de código abierto, conocido por su versatilidad y compatibilidad con la mayoría de los lenguajes de programación y sistemas operativos.

En particular, el módulo `sqlite3` de Python se utilizó para interactuar con bases de datos SQLite, permitiendo la creación, conexión y gestión de bases de datos, así como la ejecución de consultas SQL para la manipulación de datos.

Para enfrentar el desafío de la detección temprana del Alzheimer, se adoptó un enfoque multidisciplinario que combina el procesamiento de señales EEG con el análisis de imágenes de MRI. A continuación, se describen los principales pasos y tecnologías empleadas:

1. **Adquisición y Preprocesamiento de Datos EEG:** El primer paso fue obtener señales EEG de pacientes que podrían estar en las primeras etapas del Alzheimer. Estas señales fueron preprocesadas para eliminar ruido y artefactos utilizando técnicas de filtrado, como el filtrado de bandpass para enfocarse en las frecuencias relevantes para la actividad cerebral. Además, se segmentaron las señales en épocas y canales para permitir un análisis más detallado.

2. **Análisis de Imágenes MRI:** Se utilizaron imágenes de Resonancia Magnética (MRI) para obtener mapas detallados de la estructura cerebral. Las imágenes fueron procesadas para identificar áreas de atrofia, especialmente en el hipocampo, que es un indicador clave en el diagnóstico de Alzheimer. El análisis se realizó utilizando técnicas de segmentación y comparación de volúmenes cerebrales en diferentes etapas de la enfermedad.

3. Algoritmo de Clasificación y Diagnóstico: Para combinar los datos EEG y las imágenes de MRI, se desarrolló un algoritmo de aprendizaje automático capaz de identificar patrones relevantes para el diagnóstico temprano de Alzheimer. El modelo fue entrenado con un conjunto de datos etiquetado. El objetivo era predecir la probabilidad de que un paciente presentara Alzheimer a partir de las características extraídas de ambos tipos de datos.

4. Tecnologías y Bibliotecas Utilizadas:

- Python: El lenguaje de programación principal utilizado para desarrollar el sistema.
- pydicom: Una biblioteca para leer, escribir y manipular archivos DICOM (estándar para imágenes médicas).
- sys: Este módulo proporciona acceso a algunas variables utilizadas o mantenidas por el intérprete y funciones que interactúan con el intérprete. En este caso, se utiliza para manejar argumentos de línea de comandos y la terminación de la aplicación.
- numpy y pandas: Para la manipulación de matrices y estructuras de datos.
- Integración con Bibliotecas de Python: PyQt5.QtWidgets: PyQt5 es una biblioteca de Python que permite crear aplicaciones gráficas mediante la utilización de la biblioteca Qt. QtWidgets proporciona una serie de widgets y herramientas para crear interfaces de usuario (UI) interactivas
- scipy.io: es un módulo de la biblioteca SciPy en Python que se utiliza para manejar la entrada y salida de datos, especialmente formatos de archivo científicos populares. Proporciona funciones para leer y escribir datos en varios formatos específicos de la ciencia y la ingeniería

5. Integración de Resultados: Finalmente, se desarrolló una interfaz para presentar los resultados del diagnóstico al profesional de la salud, mostrando tanto los análisis de EEG como los de MRI, junto con las predicciones del modelo. Esto proporcionó una herramienta integral para la toma de decisiones clínicas.

Resultados



A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Dialog". The background is light blue. It contains two text input fields. The first field is preceded by the label **USUARIO** in bold, italicized black font. The second field is preceded by the label **CONTRASEÑA** in bold, italicized black font. Below the input fields are two buttons: "OK" and "Cancel".



A screenshot of a Windows-style main window titled "MainWin...". The background is light blue. It contains two buttons stacked vertically. The top button is labeled "AGREGAR PACIENTE" and the bottom button is labeled "BUSCAR PACIENTE". Both buttons have a light blue gradient and a thin border.

Dialog

INGRESE NOMBRE

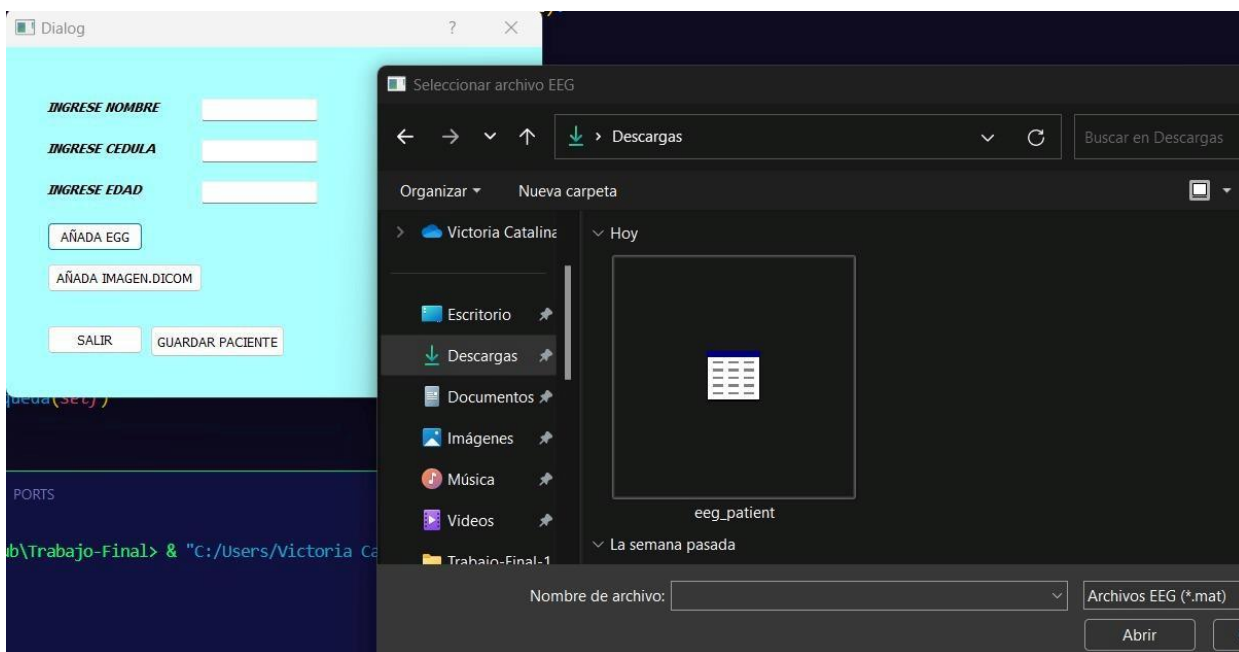
INGRESE CEDULA

INGRESE EDAD

AÑADA EGG

AÑADA IMAGEN.DICOM

SALIR GUARDAR PACIENTE



Dialog ? X

INGRESE CEDULA DEL PACIENTE

BUSCAR SALIR

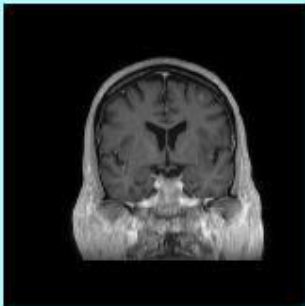
Información del P... ? X

DATOS DEL PACIENTE

Nombre:

Cedula:

Edad:



Diagnostico:

SALIR

Referencias

- Alzheimer's Association. (2023). *What is Alzheimer's?* Recuperado de <https://www.alz.org>
- Hojjati, S. H., Ebrahimzadeh, A., Babajani-Feremi, A. (2017). "Identification of the early stage of Alzheimer's disease using structural MRI and resting-state fMRI." *Frontiers in Neurology*, 8: 1-10.
- Poldrack, R. A., Mumford, J. A., & Nichols, T. E. (2011). *Handbook of Functional MRI Data Analysis*. Cambridge University Press.