

Sistema de apoyo para la detección temprana del Alzheimer utilizando Inteligencia Artificial.

Brenda Antonella Avalos^[0009-0002-8886-848X], Marisa Daniela Panizzi^[0000-0002-9699-1544],
Iris Ines Sattolo^[0000-0002-2132-0033]

¹Escuela Superior de Ingeniería, Informática y Ciencias Agroalimentarias Universidad de Morón. Cabildo 134 (B1708JPD), Partido de Morón, Argentina.
brenanto2018@gmail.com, marisapanizzi@outlook.com, iris.sattolo@gmail.com

Resumen. La detección temprana del Alzheimer mejora la calidad de vida de pacientes y familias, y la inteligencia artificial (IA) se presenta como una herramienta prometedora para abordar el diagnóstico tardío. El presente trabajo de tesis de Licenciatura en Sistemas de la UM evaluará el impacto de diferentes tecnologías de IA en la precisión diagnóstica del Alzheimer, explorando sus desafíos y oportunidades clínicas. Se realizó un mapeo sistemático de la literatura (*Systematic Mapping Studies* o SMS) para ofrecer una visión global sobre el uso de IA en la detección temprana, identificando y seleccionando estudios relevantes, extrayendo datos y sintetizándolos para responder a preguntas claves sobre la precisión de los modelos de IA, las investigaciones médicas existentes y los desafíos de privacidad asociados al uso de datos médicos.

Palabras claves: Detección temprana de Alzheimer, inteligencia artificial, mapeo sistemático de la literatura.

1 Introducción

El enfoque tradicional para la detección del Alzheimer, basado en evaluaciones clínicas y neuropsicológicas manuales, ha sido reemplazado progresivamente por técnicas de aprendizaje automático, o en combinaciones de éstas con otras técnicas avanzadas. Actualmente, diversas investigaciones en el ámbito de la inteligencia artificial se centran en mejorar la precisión del diagnóstico del Alzheimer mediante el análisis de imágenes de resonancia magnética, tomografías por emisión de positrones y otros datos relevantes. [1]

En el marco de esta tesis de grado, se lleva a cabo un análisis de las tecnologías de IA aplicadas a la detección temprana del Alzheimer. Antes de comenzar el análisis se realiza un SMS de acuerdo con las directrices propuestas por Kitchenham y Charters [2] para construir el estado del arte sobre el tema en estudio. El objetivo del SMS es identificar y sintetizar los estudios más relevantes que exploran el uso de la IA en el diagnóstico del Alzheimer, evaluando la precisión de los modelos, las metodologías empleadas y los desafíos asociados, como la privacidad de los datos y la interpretabilidad de los modelos.

El artículo se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 se describe la planificación del SMS, en la Sección 3 se describe su ejecución y resultados. En la Sección 4 se exponen las conclusiones y trabajos futuros.

2 Planificación del SMS

Se presenta la definición del protocolo de revisión del SMS: preguntas de investigación (PI), estrategia de búsqueda, selección de los estudios, criterios y proceso de selección, formulario de extracción y el proceso de síntesis de los datos.

El objetivo de este SMS es responder la siguiente pregunta de investigación (PI):

"¿Cómo puede la inteligencia artificial ser una herramienta de apoyo para mejorar la precisión del diagnóstico y detección temprana de la enfermedad de Alzheimer?"

Esta pregunta principal se descompone en un conjunto de sub-preguntas (PI1-4), las cuales se presentan en la Tabla 1 junto con su motivación.

Tabla 1. Preguntas de investigación (PI) y su motivación.

Pregunta de investigación (PI)	Motivación
<i>PI1: ¿Qué modelo de IA se considera más preciso para la detección por imagen?</i>	Determinar el modelo más preciso y adecuado para la detección de imágenes.
<i>PI2: ¿Cuáles son las investigaciones médicas que involucran inteligencia artificial en la detección por imagen?</i>	Explorar la variedad de investigaciones que emplean inteligencia artificial en el ámbito de la medicina, enfocando especialmente en proyectos que integran la detección por imagen.
<i>PI3: ¿Cuáles son los desafíos de privacidad al considerar el uso de un conjunto de datos médicos ?</i>	Analizar los desafíos de privacidad en el uso de datos médicos, enfocándose en las preocupaciones éticas y obstáculos relacionados con la gestión de información sensible de pacientes en investigación y desarrollo de tecnologías médicas.
<i>PI4: ¿Existe una relación significativa entre la cantidad de datos de entrenamiento utilizados y la precisión alcanzada por un modelo?</i>	Determinar si hay una relación significativa entre la cantidad de datos de entrenamiento y la precisión alcanzada por un modelo en particular.
<i>PI5: ¿Que tipos de investigación se utilizan?</i>	Evaluación, artículo filosófico, propuesta de solución, validación, reporte de experiencia personal, artículo de opinión. Se utilizó la clasificación de tipos de investigación propuesta por Wieringa <i>et al.</i> (Wieringa <i>et al.</i> , [5]).

Se definieron para la búsqueda de artículos las siguientes librerías, plataformas y repositorios digitales: SEDICI¹, *IEEE Xplore*, *Google Scholar*, *Springer*, *arXiv*, *ACM*

¹ SEDICI: Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/>

Digital Library, Dialnet, considerando artículos de congresos y artículos de revistas. Se considera la búsqueda de resultados de publicaciones realizadas a partir del año 2021.

La cadena de búsqueda resultante es:

(“Inteligencia artificial” AND “detección temprana del Alzheimer” AND (“diagnostico asistido por IA” OR “modelos de IA para Alzheimer” OR “Conjuntos de datos para Alzheimer”))

En la Tabla 2, se presentan los criterios de inclusión y exclusión utilizados para el proceso de selección de artículos.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos que contengan los términos de búsqueda en el título, palabras clave o resumen.	Artículos que no estén accesibles para su lectura completa.
Artículos publicados desde el año 2021	Literatura gris, tesis doctorales, presentaciones en PowerPoint.
Artículos publicados en congresos o revistas con revisión por pares	Artículos que solamente mencionen trabajos o investigaciones en curso.
Artículos en idioma español e inglés	
Artículos duplicados (mismo/s autor/es, misma investigación), se considera el más completo.	

El proceso de selección de los estudios consistió en realizar la búsqueda en las fuentes definidas aplicando la cadena en el título y/o en el resumen, para luego eliminar los artículos duplicados y aplicar los criterios de inclusión y exclusión en el título, resumen y palabras clave, después se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión al texto completo.

Para dar respuesta a cada una de las preguntas de investigación (PI) se definió un esquema de clasificación que junto con el formulario de extracción de datos se presenta en un apéndice por restricciones de espacio [6].

3 Ejecución y resultados del SMS

Se encontraron 217 artículos de los cuales se analizaron 14 estudios primarios que se encuentran en el apéndice [6]. Los resultados del SMS para dar respuesta a las preguntas de investigación en base a la literatura analizada se presentan mediante una síntesis temática.

PI1: ¿Qué modelo de IA se considera más preciso para la detección por imagen?

La inteligencia artificial (IA) puede aumentar significativamente la precisión en la detección temprana del Alzheimer mediante el uso de diversos modelos, como las Redes Neuronales Convolucionales (CNN), Support Vector Machines (SVM), Gaussian Naive Bayes y las Redes Neuronales Artificiales (ANN). En 14 estudios analizados, se destacó el uso de CNN, que mostró ser la opción más efectiva para identificar patrones asociados con el Alzheimer en imágenes médicas.

P2: ¿Cuáles son las investigaciones médicas que involucran inteligencia artificial en la detección por imagen?

La investigación en medicina con inteligencia artificial (IA) para la detección por imagen ha crecido significativamente. Un ejemplo destacado es el artículo "Inteligencia artificial aplicada a la imagen médica" de los Dres. Federico Aguirre, Leandro Carballo, Ximena González y Verónica Gigirey. Este estudio muestra la eficacia de la IA en la detección de Alzheimer y otras condiciones usando imágenes médicas como radiografías, tomografías y resonancias magnéticas. La capacidad de un modelo de IA para analizar diferentes tipos de imágenes resalta su versatilidad, mejora la eficiencia y precisión diagnóstica, demostrando su aplicabilidad en diversas áreas de la medicina.

PI3: ¿Cuáles son los desafíos de privacidad al considerar el uso de un conjunto de datos médicos?

Muchos de los 14 artículos analizados usan datasets privados o no detallan sus fuentes, especialmente en estudios de resonancia magnética de Alzheimer donde la privacidad es crucial. El uso de datos privados protege la información sensible de los pacientes, asegurando la calidad y consistencia en los datos. Sin embargo, esto puede dificultar la replicación y comparación de estudios debido a la falta de transparencia. En la investigación médica y neuroimagen, es importante equilibrar la privacidad con la necesidad de proporcionar información suficiente para evaluar y replicar los resultados.

PI4: ¿Existe una relación significativa entre la cantidad de datos de entrenamiento utilizados y la precisión alcanzada por un modelo?

La relación entre la cantidad de imágenes de entrenamiento y la precisión del modelo es fundamental en el desarrollo de sistemas de aprendizaje automático. En general, más imágenes de entrenamiento mejoran la precisión del modelo al permitirle aprender patrones más complejos y generalizar mejor. Sin embargo, la calidad de las imágenes es igualmente importante. Imágenes de baja calidad, con ruido o mal etiquetadas, pueden introducir sesgos y limitar el aprendizaje del modelo, incluso si el conjunto de datos es grande. Por lo tanto, la precisión del modelo depende tanto de la cantidad como de la calidad de las imágenes. Un conjunto de datos diverso y de alta cali-

dad es ideal para un entrenamiento efectivo, combinando cantidad y calidad para lograr las mejores condiciones de aprendizaje.

PI5: ¿Qué tipos de investigación se utilizan?

Basado en los estudios revisados, se observa que la totalidad de los artículos están clasificados como evaluación y validación de la investigación en el ámbito de la inteligencia artificial aplicada a la medicina. En particular, hay un enfoque destacado en la detección temprana y diagnóstico del Alzheimer mediante el uso de modelos de aprendizaje automático en imágenes médicas, como las resonancias magnéticas. Esta línea de investigación no solo se centra en la evaluación, sino también en la validación de métodos y técnicas que mejoran la precisión y eficacia del diagnóstico temprano de la enfermedad.

4 Conclusiones y trabajos futuros

Se desarrolló un estado del arte sobre la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la detección temprana de Alzheimer usando un SMS. Las conclusiones principales son:

- Las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) son las más utilizadas, destacando por su alta precisión en el análisis de imágenes médicas. Modelos específicos de CNN como LeNet-5, AlexNet, VGG16, ResNet50 y DenseNet han mostrado ser muy efectivos en la identificación de características en imágenes de resonancia magnética.
- El uso de datasets privados es común para proteger la privacidad de los pacientes, aunque complica la replicabilidad y transparencia de los estudios.

Para avanzar en la tesis, se planifica: 1) Probar nuevos modelos de IA y técnicas avanzadas, 2) Mejorar la calidad y diversidad de los datos de entrenamiento, y 3) Evaluar comparativamente la eficacia y precisión de modelos en entornos clínicos reales.

5 Referencias

1. J. E. Arco, J. Ramírez, J. M. Górriz, M. Ruz. Data fusion based on Searchlight analysis for the prediction of Alzheimer's disease (2021).
2. B. Kitchenham, S. Charters. Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report (2007).
3. M. J. Toro Paca, D. R. Parra Parra, N. V. Pacheco Mena, A. G. Alvarado Galarza. Enfermedad de Alzheimer (2022).
4. Alzheimer's Association. Alzheimer's Disease Facts and Figures. Chicago: Alzheimer's Association (2010).
5. Alzheimer's Association. 2024 Alzheimer's Disease Facts and Figures. Alzheimer's Dement, (2024).
6. B. A. Avalos. Apéndice- APENDICE - CACIC 2024 (BA MP IS).pdf -. Disponible en: https://figshare.com/articles/online_resource/Apendice_docx/25952746. (2024)