



Inteligencia artificial para la detección automática y evaluación de la estabilidad de aneurismas cerebrales en imágenes médicas

Artificial intelligence for automatic detection and stability assessment of cerebral aneurysms on medical images

MARIO OMAR MATA CASTILLO^a, NELLY GORDILLO CASTILLO^a, JOSÉ DAVID DÍAZ ROMÁN^{a*}

^aDepartamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Avanzada, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: david.roman@uacj.mx

No. de resumen 4CP22-24	Formato Cartel
Evento 4.º Coloquio de Posgrados del IIT	Presentador Mario Omar Mata Castillo
Tema Procesamiento de Señales Digitales	Estatus Estudio en curso
Fecha de la presentación Noviembre 24, 2022	

Resumen

Los aneurismas cerebrales afectan al 3 % de la población mundial. El diagnóstico por medio de imágenes médicas puede llegar a ser extenuante y, en consecuencia, pasar desapercibidos. Además, existe una incertidumbre en la prognosis de la enfermedad. En esta investigación se desarrollará y validará un sistema para detectar automáticamente aneurismas cerebrales y determinar su estabilidad. Este sistema estará compuesto de dos subsistemas: uno para la detección de los aneurismas cerebrales en imágenes de MRA, por medio de aprendizaje profundo; y otro para la clasificación de los aneurismas en estables e inestables, mediante aprendizaje automático. Para el primer subsistema, se utilizará la base de datos del reto ADAM que se compone de imágenes de MRA de 93 pacientes con aneurismas cerebrales y 20 controles. El sistema estará basado en la arquitectura 3D U-Net y el entrenamiento se realizará por medio de subvolumenes de 64x64x64 extraídos de las imágenes de la base de datos. Para el segundo subsistema se recopilarán de manera retrospectiva, imágenes de MRA de aneurismas con evidencia de ruptura o crecimiento (inestables) e imágenes de aneurismas estables. Los resultados objetivo de este subsistema es de AUC>0.9. El conocimiento de los factores que provocan la ruptura de aneurismas cerebrales es limitado y no existe un modelo de predicción robusto para determinar su riesgo. El sistema de diagnóstico asistido por computadora propuesto en esta investigación ayudará a los médicos especialistas a decidir si es necesario un procedimiento quirúrgico o monitorear la evolución del aneurisma mediante imagenología.

Palabras clave: aneurismas cerebrales, aneurismas intracraneales, inteligencia artificial.

Abstract

Cerebral aneurysms affect 3% of the world population. Diagnosis through medical images can be exhausting and, consequently, go unrecognized. In addition, there is uncertainty in the prognosis of the disease. In this research, a system to automatically detect brain aneurysms and determine their stability will be developed and validated. This system will be composed of two subsystems: one related to cerebral aneurysms detection on MRA images, through deep learning; and another one for aneurysms classification into stable and unstable, using machine learning. For the first subsystem, the



ADAM challenge database will be used, which is composed of MRA images of 93 patients with cerebral aneurysms and 20 controls. The system will be based on the 3D U-Net architecture and will be trained using 64x64x64 patches extracted from the database images. For the second subsystem, MRA images of aneurysms with evidence of rupture or growth (unstable) and images of stable aneurysms will be collected retrospectively. The target result of this subsystem is $AUC > 0.9$. The knowledge of cerebral aneurysms rupture factors is limited, and there is no robust prediction model to determine their risk. The computer-aided diagnosis system proposed in this research will help medical specialists to decide whether a surgical procedure is necessary or to monitor the evolution of the aneurysm through imaging.

Keywords: cerebral aneurysms, intracranial aneurysms, artificial intelligence.

Entidad legal responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Financiamiento

CONACYT, número de beca: 812749.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.



Inteligencia artificial para la detección automática y evaluación de la estabilidad de aneurismas cerebrales en imágenes médicas

Mata-Castillo M. O.^a, Gordillo-Castillo N.^a, Díaz-Román J.D.^a

^aDepartamento de ingeniería eléctrica y computación, Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Avanzada, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

Los aneurismas cerebrales afectan al 3% de la población mundial. El diagnóstico por medio de imágenes médicas puede llegar a ser extenuante y, en consecuencia, pasar desapercibidos. Además, existe una incertidumbre en la prognosis de la enfermedad. En esta investigación se desarrollará y validará un sistema para detectar automáticamente aneurismas cerebrales y determinar su estabilidad. Este sistema estará compuesto de dos subsistemas: uno para la detección de los aneurismas cerebrales en imágenes de MRA, por medio de aprendizaje profundo; y otro para la clasificación de los aneurismas en estables e inestables, mediante aprendizaje automático. Para el primer subsistema, se utilizará la base de datos del reto ADAM que se compone de imágenes de MRA de 93 pacientes con aneurismas cerebrales y 20 controles. El sistema estará basado en la arquitectura 3D U-Net y el entrenamiento se realizará por medio de subvolumenes de 64x64x64 extraídos de las imágenes de la base de datos. Para el segundo subsistema se recopilarán de manera retrospectiva, imágenes de MRA de aneurismas con evidencia de ruptura o crecimiento (inestables) e imágenes de aneurismas estables. Los resultados objetivo de sensibilidad y especificidad de ambos subsistemas son de 90%. El conocimiento de los factores que provocan la ruptura de aneurismas cerebrales es limitado, y no existe un modelo de predicción robusto para determinar su riesgo. El sistema de diagnóstico asistido por computadora propuesto en esta investigación ayudará a los médicos especialistas a decidir si es necesario un procedimiento quirúrgico o monitorear la evolución del aneurisma mediante imagenología.

Introducción



Fig. 1. Imagen reconstruida tridimensionalmente a partir de imágenes de MRA.

Afecta al 3% de la población mundial [1]
 2 - 22.5 por cada 100,000 habitantes/año [1]
 40% mueren un mes después de la ruptura de un aneurisma [1]

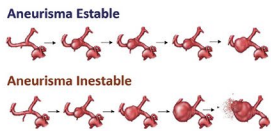


Fig. 2. Evolución de los aneurismas cerebrales, recuperada y adaptada de [2]

Base de datos

Base de datos ADAM [3]

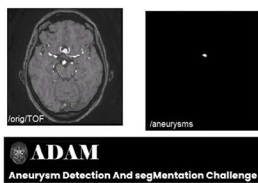


Fig. 3. Imágenes representativas de la base de datos ADAM. Recuperada de [3]

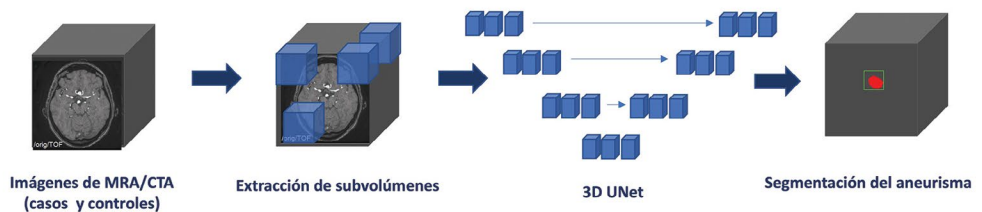
Hipótesis

Un sistema basado en inteligencia artificial puede detectar eficientemente y de forma automática aneurismas cerebrales y evaluar su estabilidad a partir de imágenes médicas con un AUC>0.9.

Objetivos

- Generar una base de datos de imágenes médicas de pacientes con aneurismas cerebrales estables e inestables y de sujetos sanos.
- Diseñar y validar un sistema de detección automática de aneurismas cerebrales.
- Definir nuevos parámetros para caracterizar los aneurismas cerebrales.
- Diseñar y validar un sistema de evaluación de la estabilidad de aneurismas cerebrales.

Detección automática de aneurismas cerebrales



Evaluación de la estabilidad de aneurismas cerebrales



Referencias

- [1] M. T. Lawton et al., "Subarachnoid Hemorrhage," *New England Journal of Medicine*, vol. 377, no. 3, pp. 257–266, Jul. 2017, doi: 10.1056/NEJMc1605827.
- [2] N. Ertman et al., "Unruptured intracranial aneurysms: Development, rupture and preventive management," *Nature Reviews Neurology*, vol. 12, no. 12, *Nature Publishing Group*, pp. 699–713, Dec. 01, 2016. doi: 10.1038/nrneurol.2016.150.
- [3] Timmins, K. M., et al. (2021). Comparing methods of detecting and segmenting unruptured intracranial aneurysms on TOF-MRAS: The ADAM challenge. *NeuroImage*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118216>.