



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sistema para la detección y localización de tumores cerebrales en resonancias magnéticas mediante inteligencia artificial

Integrantes:

Sebastián Landázuri G.
Xavier Changoluiza.

Tutor:

Ing. Freddy Tapia PhD.

06/03/2023





Índice

x

01 Aspectos generales

02 Marco conceptual

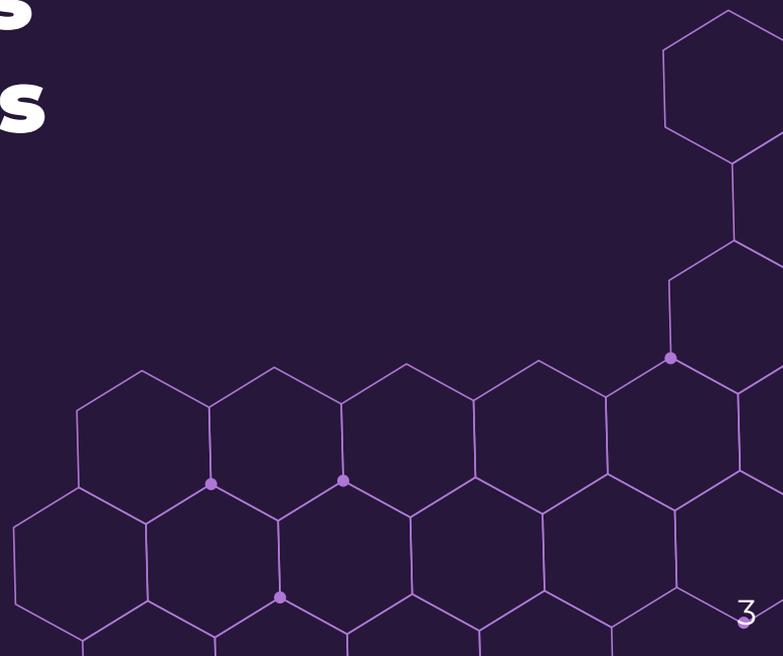
03 Pruebas de análisis y resultados

04 Conclusiones



1

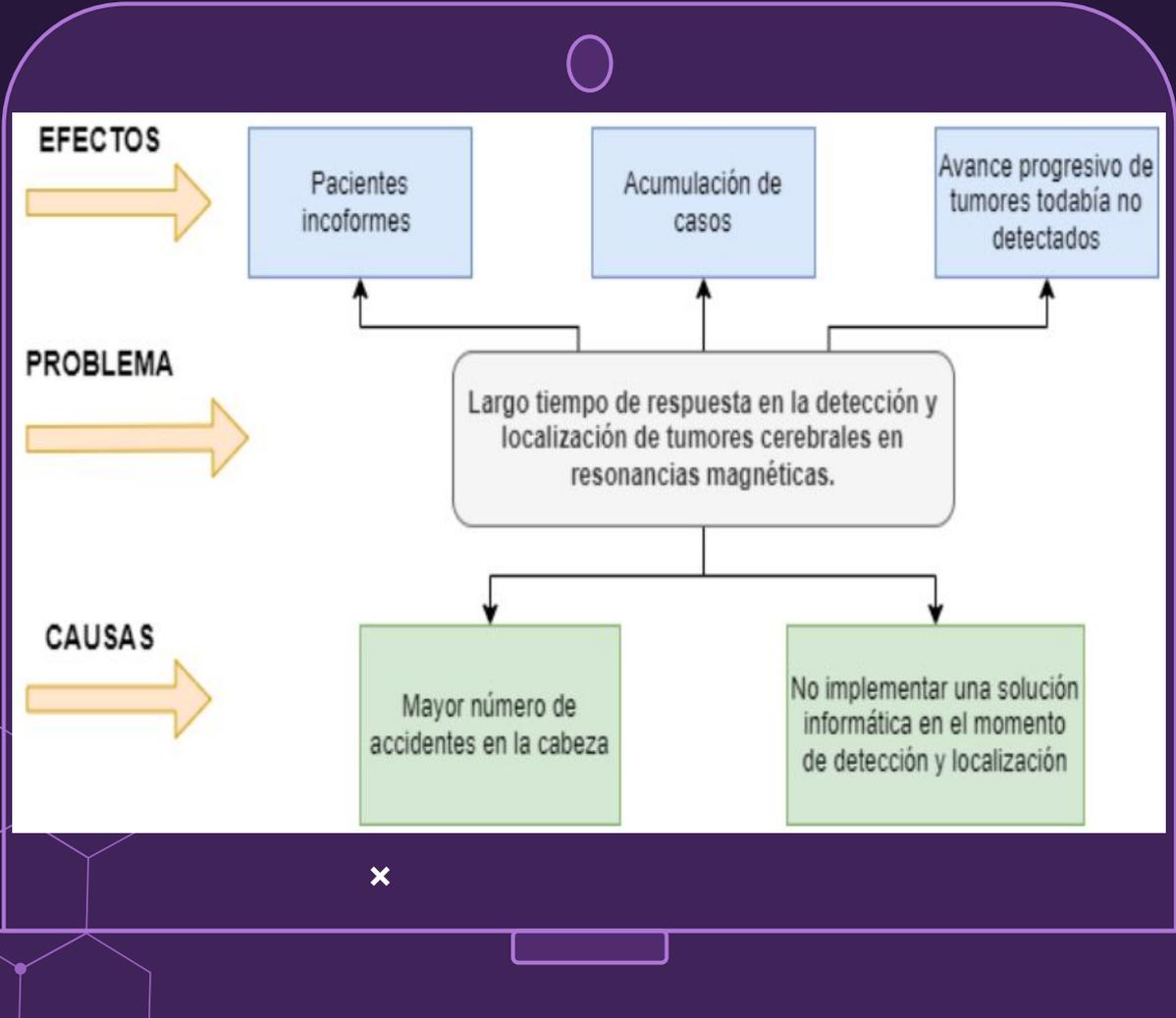
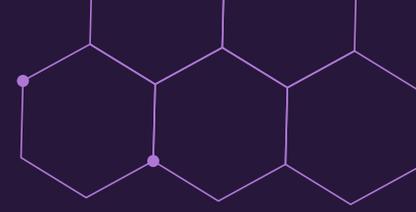
Aspectos generales



Antecedentes

Según el Servicio Nacional de Salud del Reino Unido (NHS), los resultados de una resonancia magnética craneal pueden estar disponibles en un plazo de 2 a 3 semanas después del examen (NHS website, 2023).

En Estados Unidos, los tiempos de entrega de resultados se espera que estén disponibles en un plazo de entre 24 y 48 horas después del examen (Radiological Society of North America (RSNA) , 2022).



Problemática

x

x

Objetivos específicos



Investigar sobre el entrenamiento de una Inteligencia Artificial mediante el reconocimiento de imágenes en este caso serán resonancias craneales empleando las redes ResNet y ResUnet, usando el Deep Learning.



Determinar las ventajas y desventajas de usar una Inteligencia Artificial al momento de detectar y localizar tumores cerebrales en resonancias magnéticas craneales, en conjunto con el punto de vista médico profesional.



Encontrar las patologías y tumores en determinadas zonas con porcentajes de afectación en el cerebro, y por tanto implementarlo en el sistema de consola en el sistema operativo Windows Validando el sistema con un Dataset proporcionado por la empresa RSSNA (Radiological Society of North America).

Definiciones



Tumor cerebral

Masa dañada que aumenta de tamaño en la zona afectada del encéfalo.



Tomografía

Técnica exploratoria radiográfica que permite obtener imágenes radiológicas de una sección o un plano de un órgano.

x

Definiciones



DICOM

Estándar de transmisión de imágenes médicas y datos entre hardware de propósito médico.



Red neuronal convolucional

Corresponden a campos receptivos de una manera muy similar a las neuronas en la corteza visual primaria de un cerebro biológico.

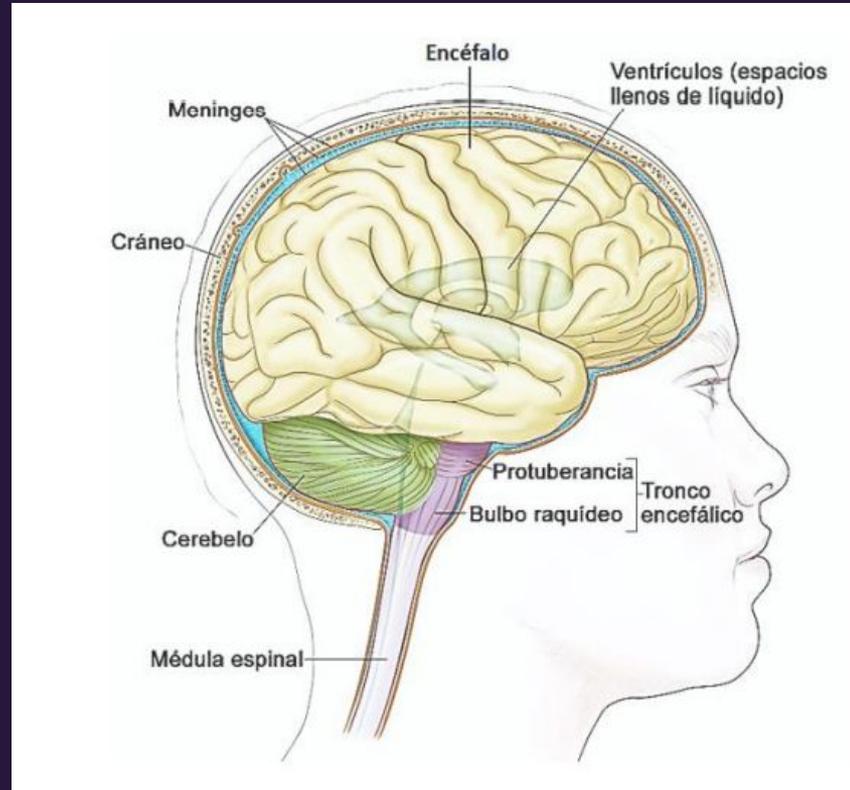
x

Definiciones



Hemisferio

División del encéfalo en 2 mitades.

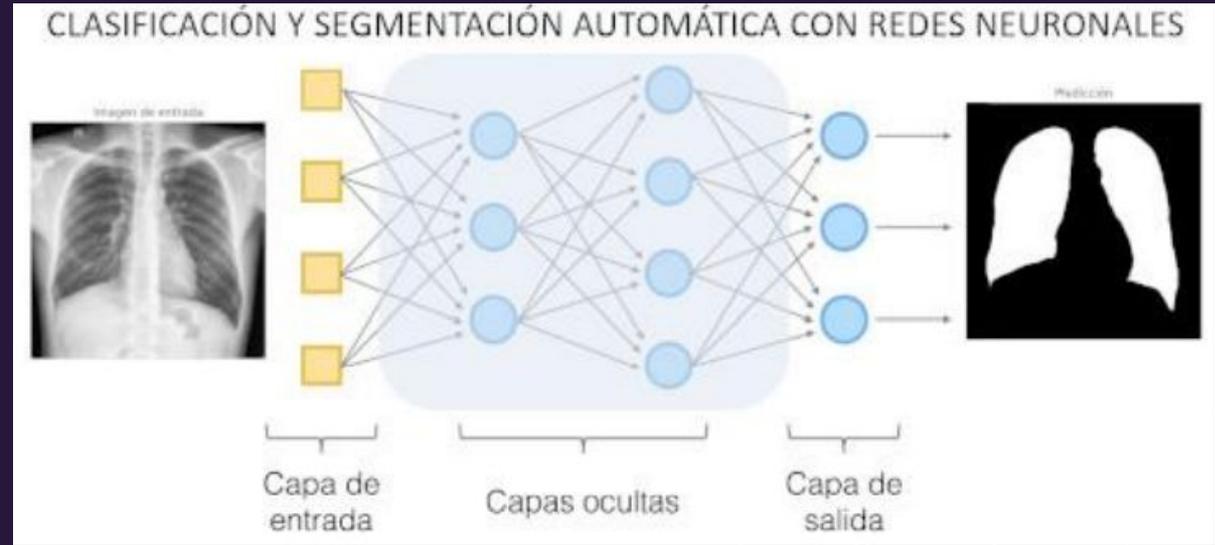


Aprendizaje por transferencia



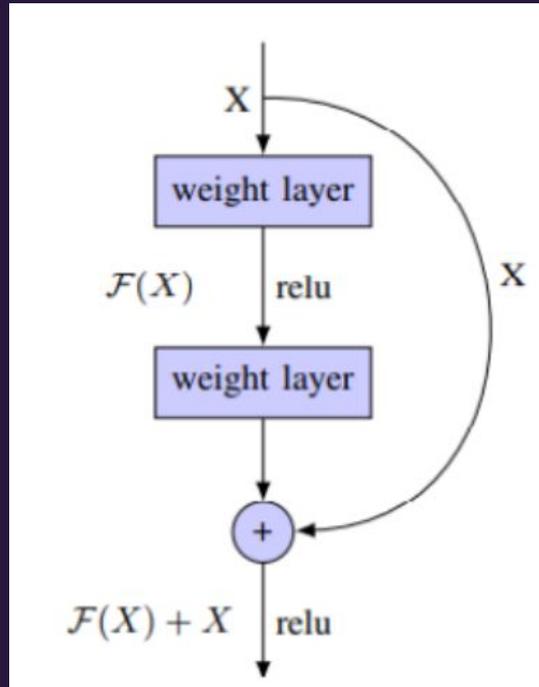
Segmentación de imágenes

El objetivo de la segmentación de imágenes es comprender y extraer información de las imágenes a nivel de píxel.



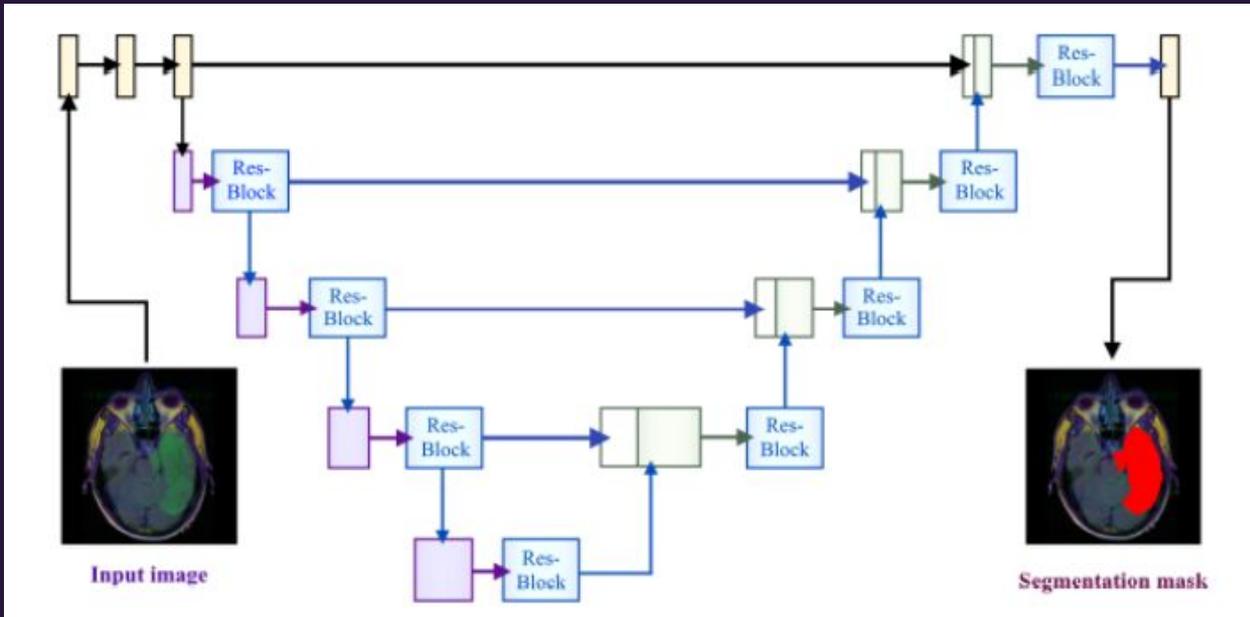
ResNet

- ResNet es una arquitectura de red neuronal profunda que se utiliza en tareas de visión por computadora, como la clasificación de imágenes.



ResUnet

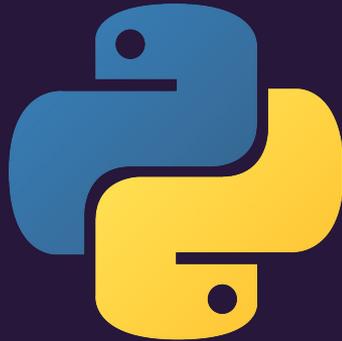
- Red neuronal convolucional profunda utilizada para la segmentación de imágenes médicas.



Tecnologías utilizadas



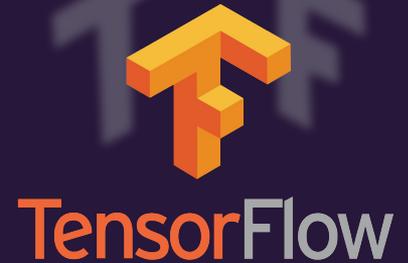
Google
colab



3.9.5



1.59



TensorFlow

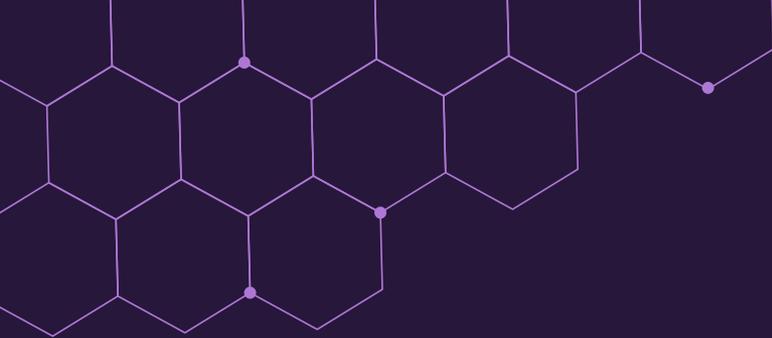
2.5.0



kaggle



Micro
Dicom

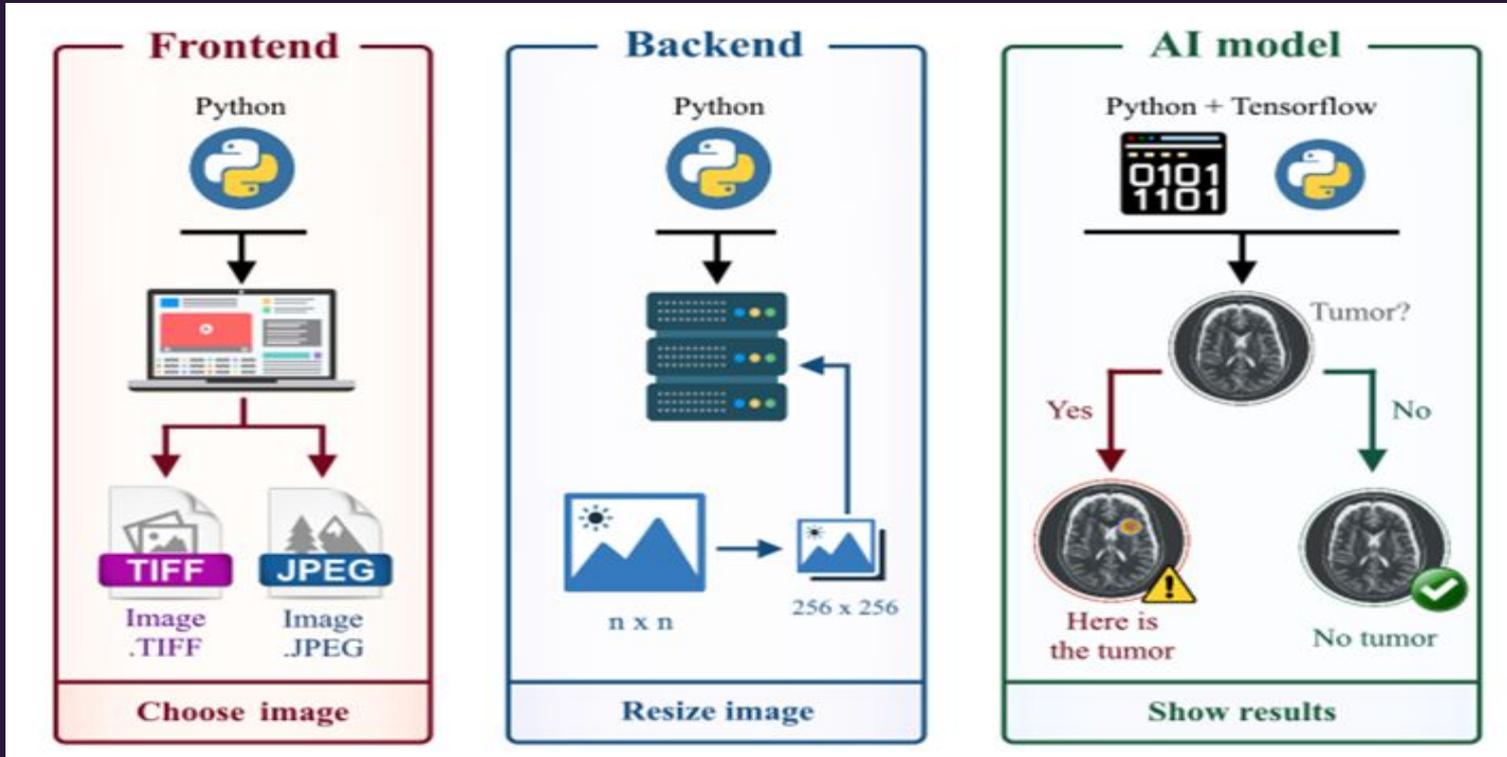


2

Marco conceptual



× Arquitectura del sistema

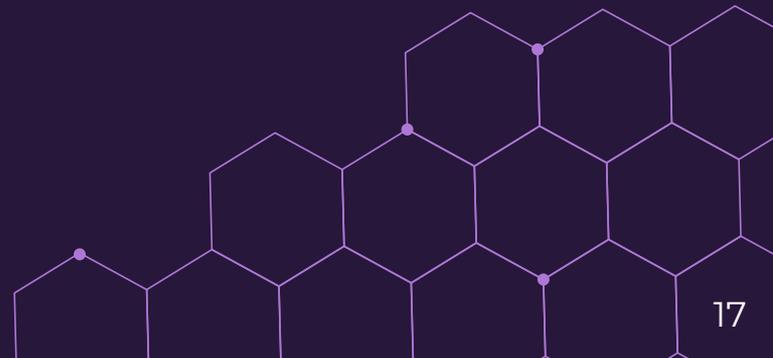


x

Fase 1

Formación del Dataset

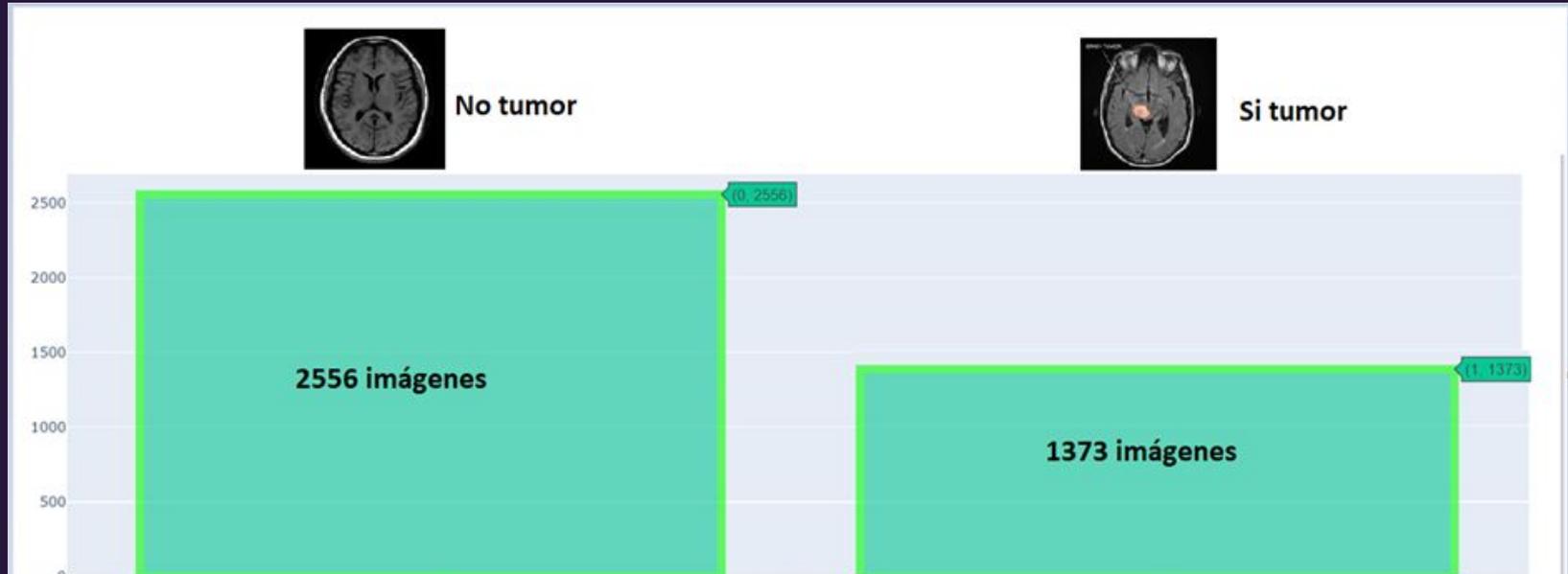
x



Comprensión de los datos

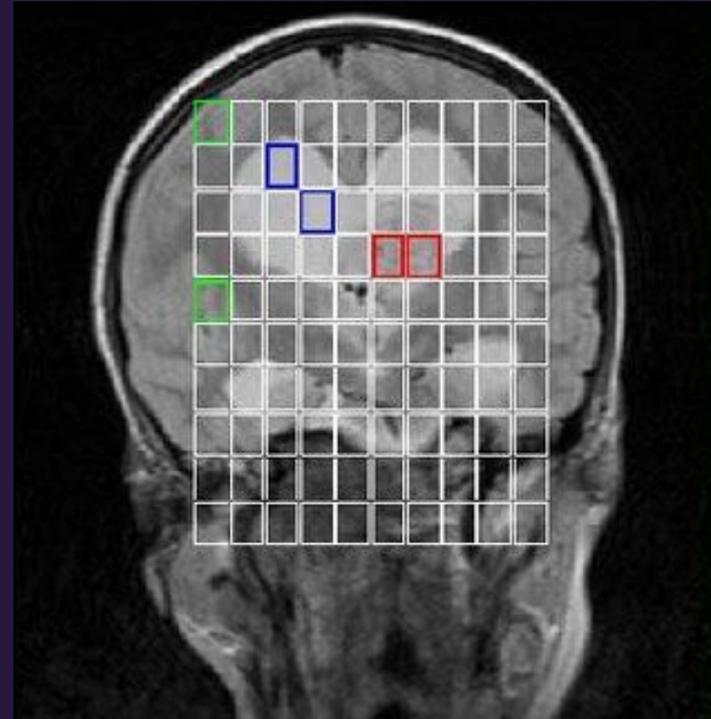
×

Dataset de **3929** imágenes de resonancias craneales en formato .tif



× Descripción de los datos

La digitalización de una tomografía se muestra en un mapa de bits en blanco y negro, donde se observa que el área de color más claro (color blanquecino) representa un tumor cerebral; y a diferencia de la parte sana × que se caracteriza por un tono más oscuro (negro).



× Limpieza de datos

Esta depuración se realiza con funciones de Python, con la que ofrece la librería de **PANDAS**, la cual nos permite descartar imágenes que no poseen contenido que aporte al entrenamiento de esta red neuronal convolucional.

```
▶ brain_df_train.info()
```

```
ⓘ <class 'pandas.core.frame.DataFrame'>  
RangeIndex: 3929 entries, 0 to 3928  
Data columns (total 3 columns):  
#   Column      Non-Null Count  Dtype  
---  -  
0   image_path  3929 non-null   object  
1   mask_path   3929 non-null   object  
2   mask        3929 non-null   object  
dtypes: object(3)  
memory usage: 92.2+ KB
```

×

Formatos de Imágenes

×

JPEG/JPG, imágenes fijas de tonos continuos en escala a grises o tonos continuos.



PNG, admiten 16 millones de colores, lo que los diferencia indudablemente de la mayoría de los tipos de archivo



TIF, se estableció este formato ya que representan el 80% de imágenes utilizadas en el proceso de entrenamiento y validación de los modelos de Deep Learning.

×

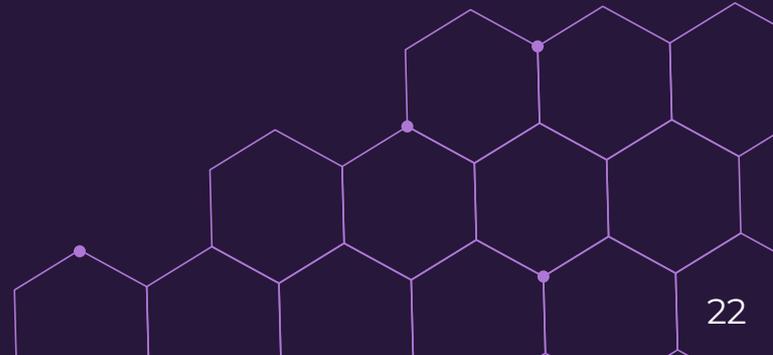


x

Fase 2

Análisis de las imágenes

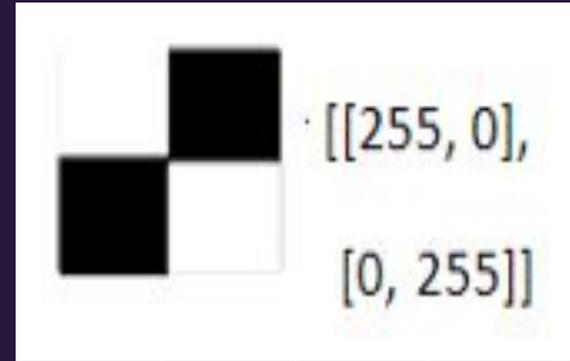
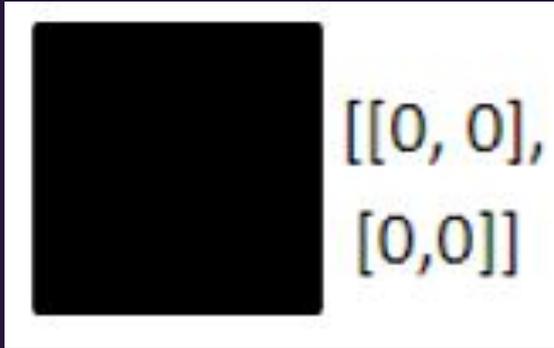
x



x Máscara de las imágenes

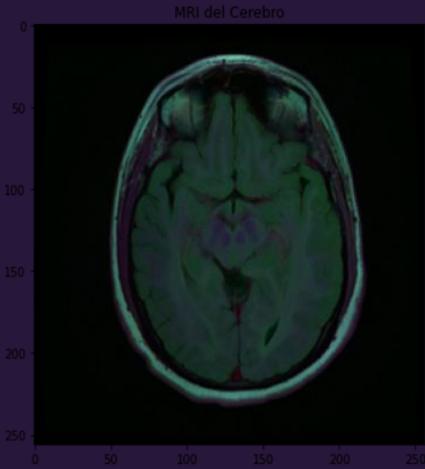
Asocia cada píxel con una determinada clase y la salida producida por el modelo de segmentación de imágenes se denomina “máscara” de la imagen.

Dimensión 1-D

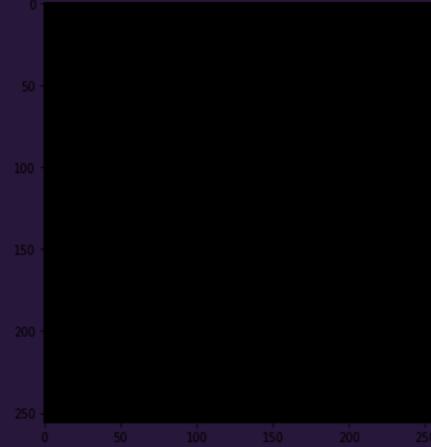


Máscara de las resonancias magnéticas

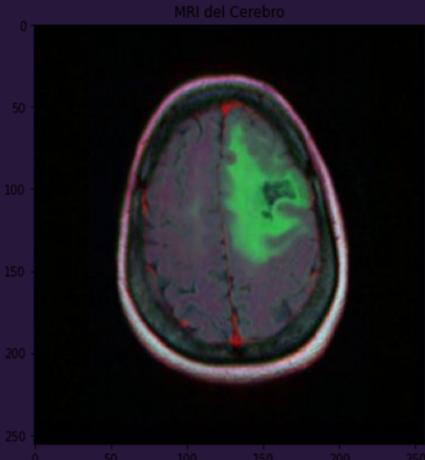
×



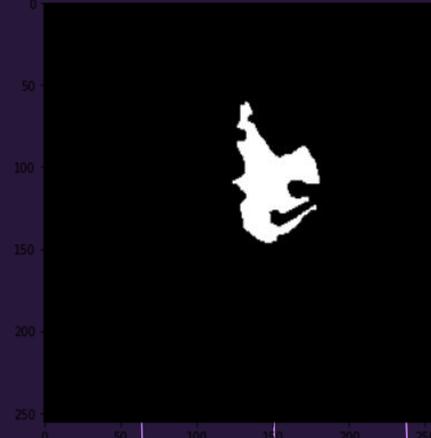
Máscara - 0



×



Máscara - 1



x

Fase 3

Entrenamiento de los modelos IA

x



Entrenamiento del modelo IA para la detección (ResNet)

590^x imágenes que representan el 15% se utilizaron para validación y 339 imágenes se utilizaron para entrenamiento.

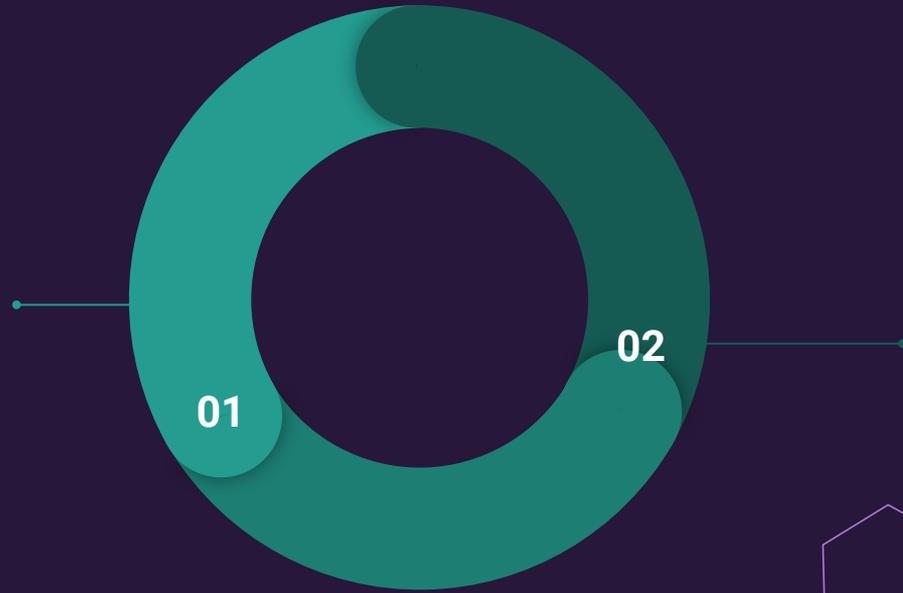


Rendimiento del modelo IA ResNet

×
Para evaluar el rendimiento del modelo IA guardado en un archivo JSON del entrenamiento, debemos cargar:

Carga objeto
JSON

×



Predicción

Tumor " 1 "

No tumor " 0 "

Matriz de predicción

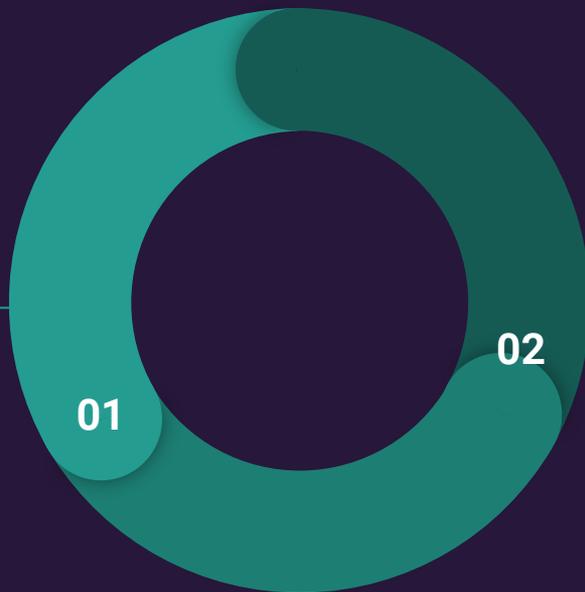
predict

```
array([[1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0],
       [0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
       [1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0],
       [0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0],
       [0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0],
       [0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1],
       [0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1],
       [1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 1],
       [1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1],
       [1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0],
       [0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1],
       [1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1],
       [0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1],
       [0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0],
       [0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
       [0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1],
       [1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1],
       [1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1]]
```

Entrenamiento del modelo IA para la localización (ResUnet)

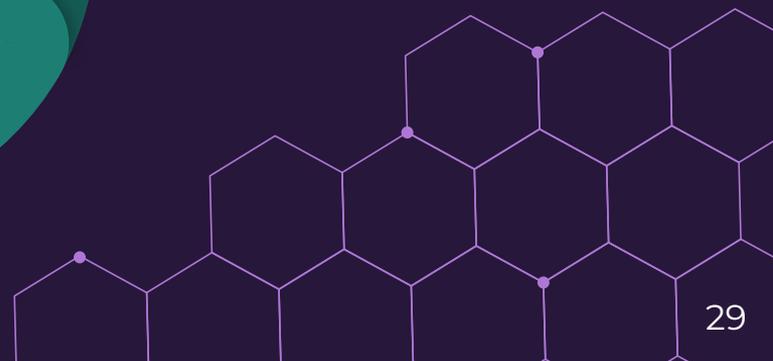
×

Máscara
asociada



Pérdida

×



x

Fase 4

Dimensión y hemisferio

x



Cálculo de área y predicción de hemisferio

La imagen es de 256x256 píxeles, en la vida real se estima un tamaño de 30x30 cm

$$\begin{matrix} Y \\ \text{(Área de la detección)} \end{matrix} = \begin{matrix} m \\ \text{(Área total)} \\ \text{(0.013)} \end{matrix} \times \begin{matrix} X \\ \text{(Áreas a sumar)} \end{matrix} + \begin{matrix} b \\ \text{(Constante 1)} \end{matrix}$$





3

Pruebas de análisis y resultados



Matriz de comparación de Datasets



Indicador	Brain tumor MRI dataset	Brain MRI segmentation	RSNA-MICCAI brain tumor radiogenomic classification
Autor	Masoud Nickparvar	Mateusz Buda	Radiological Society of North America
Cantidad de datos	7022	7860	400116
Obtención de los datos	Recolección de 3 Dataset: <ul style="list-style-type: none"> • Figshare • SARTAJ • Br35H 	The Cancer Imaging Archive (TCIA).	Recopilación de instituciones de todo el mundo como parte de un proyecto de una década para avanzar en el uso de IA en el diagnóstico y tratamiento de tumores cerebrales, el desafío Brain Tumor Segmentation (BraTS)
Año de publicación	2021	2020	2021
Licencia	CC0: Public Domain	CC BY-NC-SA 4.0	CC0: Public Domain
Tipo de dato	JPG	TIF	DICOM
Peso	158,6 MB	1,06 GB	136,85 GB
Tipo de tumor	glioma, meningioma, sin tumor y pituitaria	gliomas de grado inferior y sin tumor	Cáncer cerebral general y sin tumor
Enlace	lr	lr	lr

Prueba de rendimiento del sistema

×

Se tomaron 100 imágenes de resonancias magnéticas con presencia de tumor en formato JPG, TIF y PNG respectivamente.

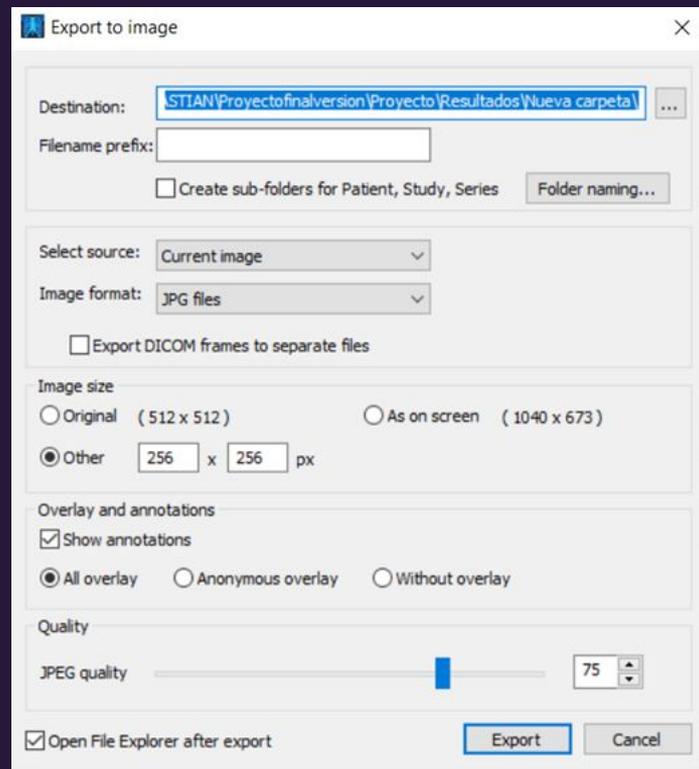
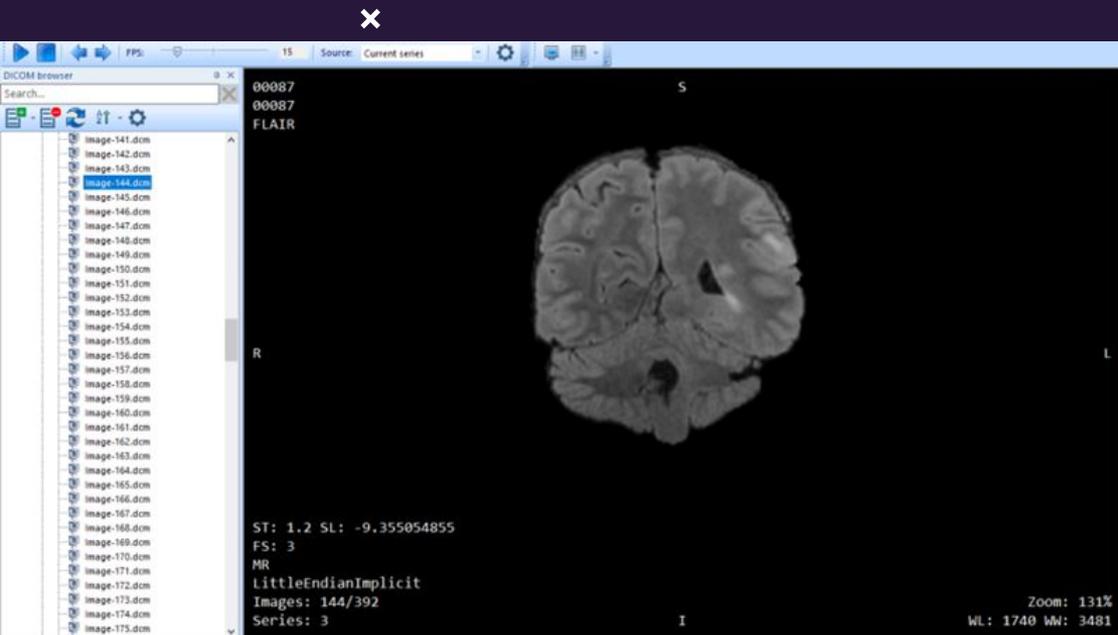
Se tomaron 100 imágenes de resonancias magnéticas con ausencia de tumor en formato JPG, TIF y PNG respectivamente.



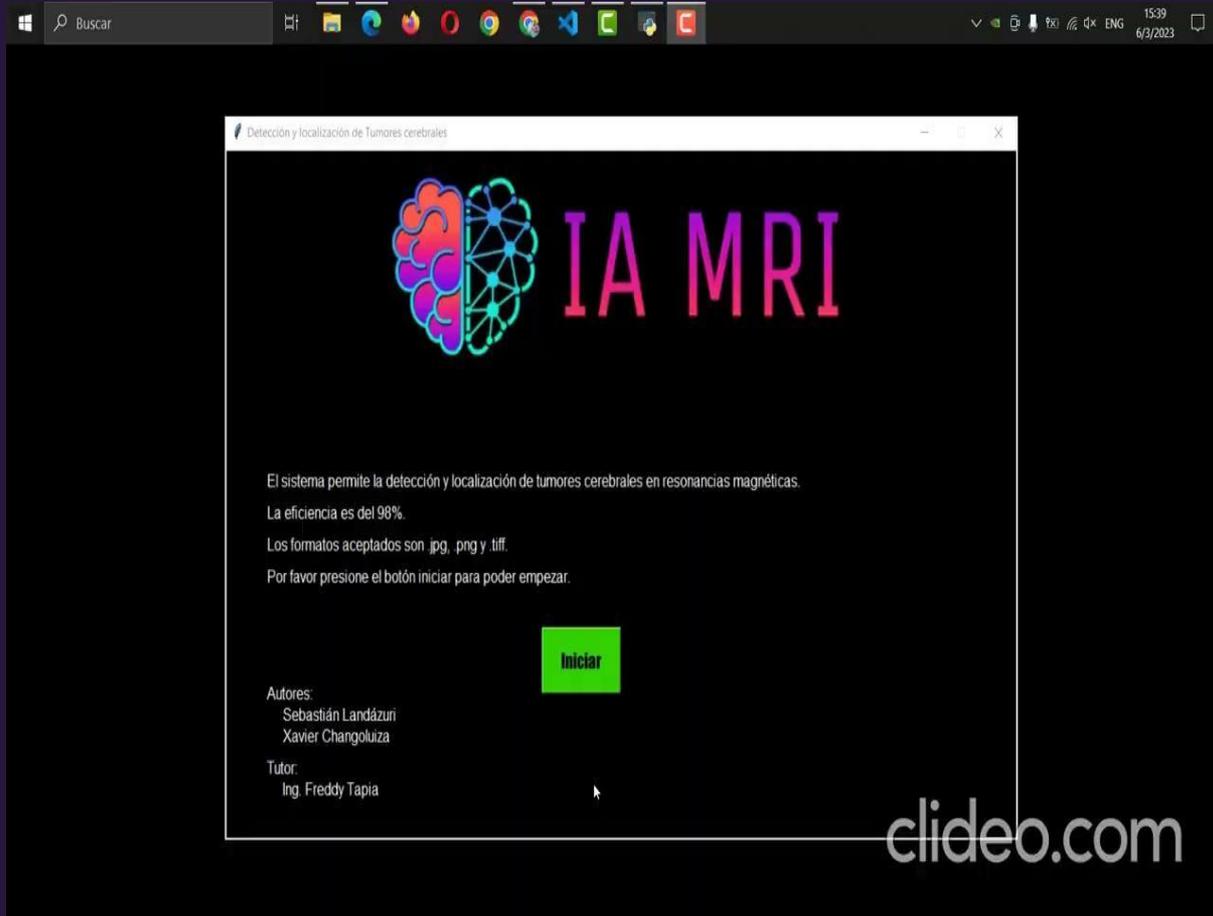
×



Depuración de imágenes DICOM



Funcionamiento del sistema



Buscar

15:39
6/3/2023

Detección y localización de Tumores cerebrales



IA MRI

El sistema permite la detección y localización de tumores cerebrales en resonancias magnéticas.
La eficiencia es del 98%.
Los formatos aceptados son .jpg, .png y .tiff.
Por favor presione el botón iniciar para poder empezar.

Iniciar

Autores:
Sebastián Landázuri
Xavier Changoliza

Tutor:
Ing. Freddy Tapia

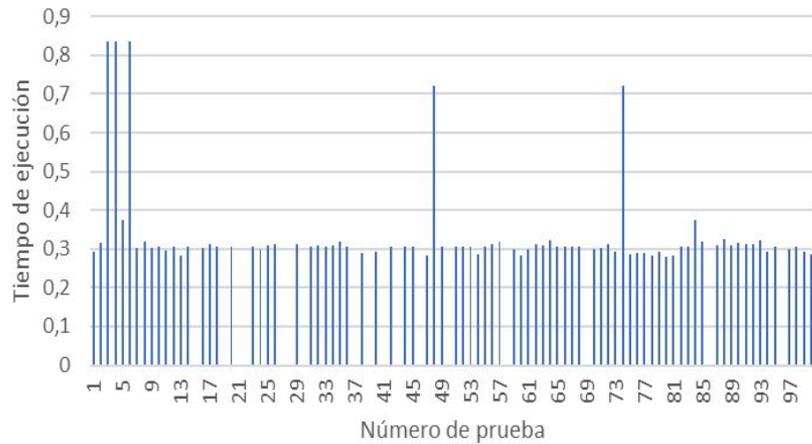
clideo.com

×

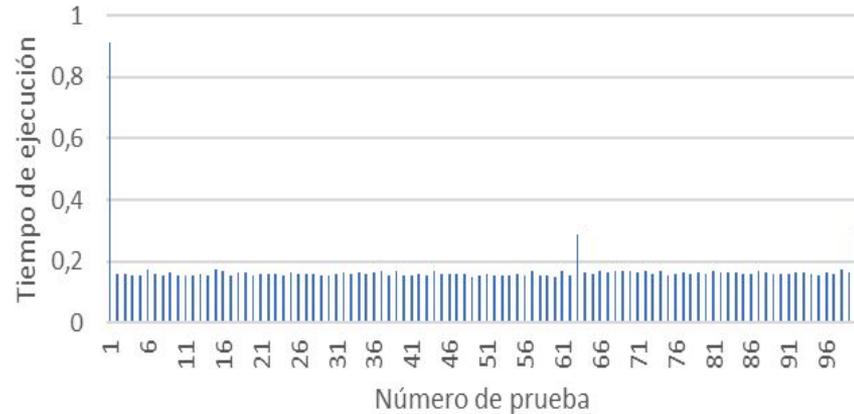
Tiempos de ejecución en formato JPG

×

Sí tumor - JPG



No tumor - JPG



Éxito 83 y 13 fallaron en su detección.

×

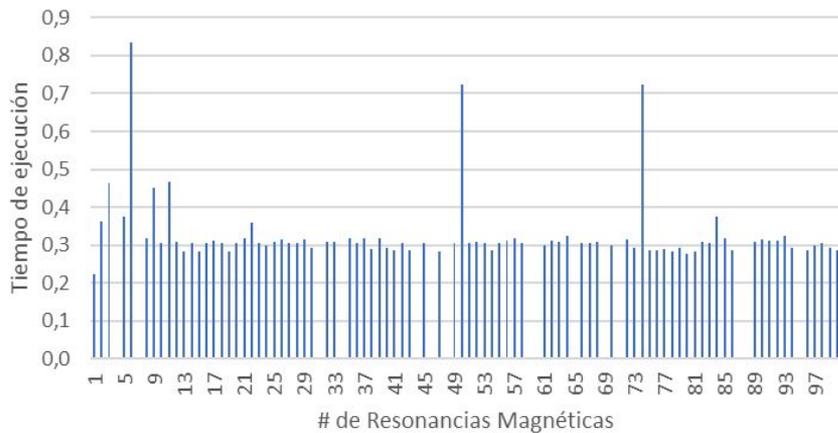
Tiempo promedio 0,3345929 segundos

0,16967404 segundos

Tiempos de ejecución en formato Tif

×

Si tumor - TIF

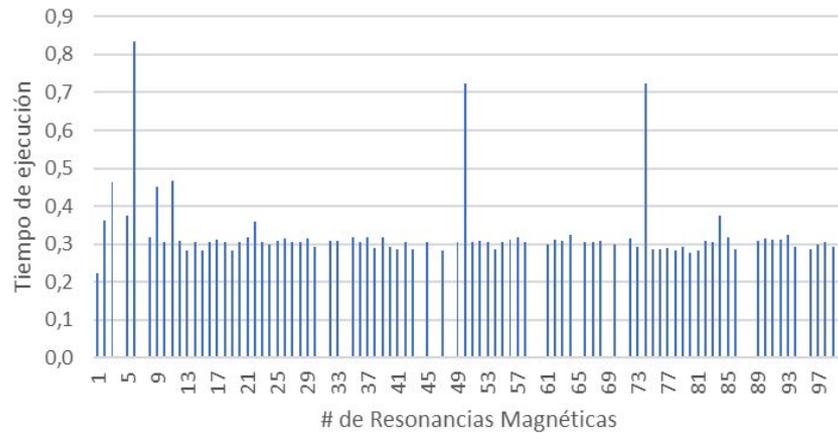


Éxito 85 y 15 fallaron en su detección.

×

Tiempo promedio 0,36311913 segundos

No tumor - TIF

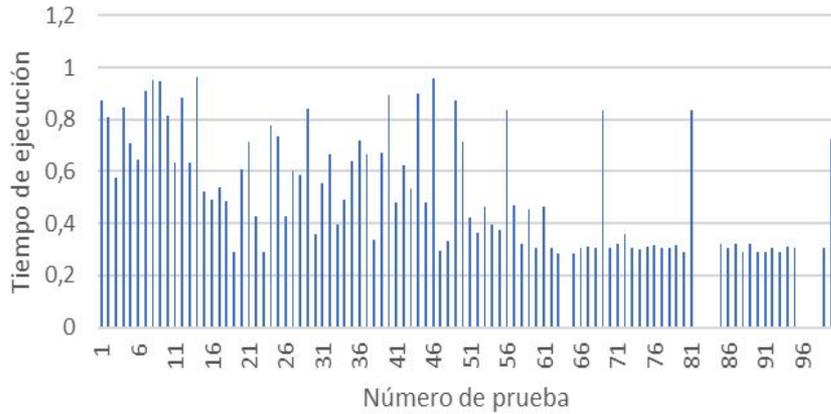


El promedio obtenido fue de 0,224250 segundos

Tiempos de ejecución en formato PNG

×

Sí tumor - PNG

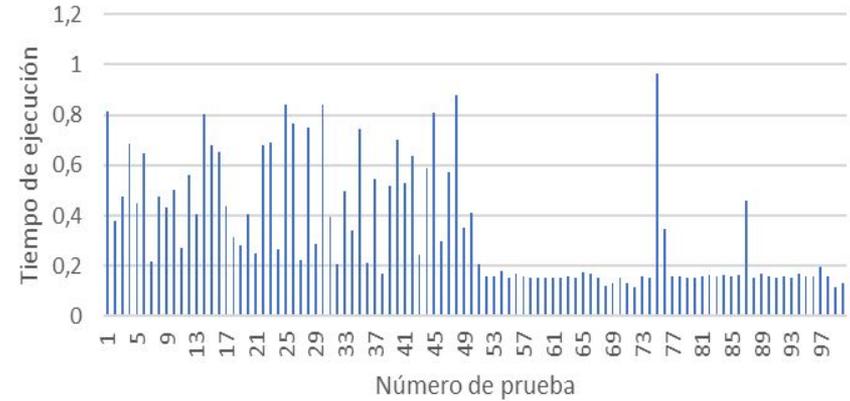


Éxito 88 y 12 fallaron en su detección.

×

Tiempo promedio 0,51861995 segundos

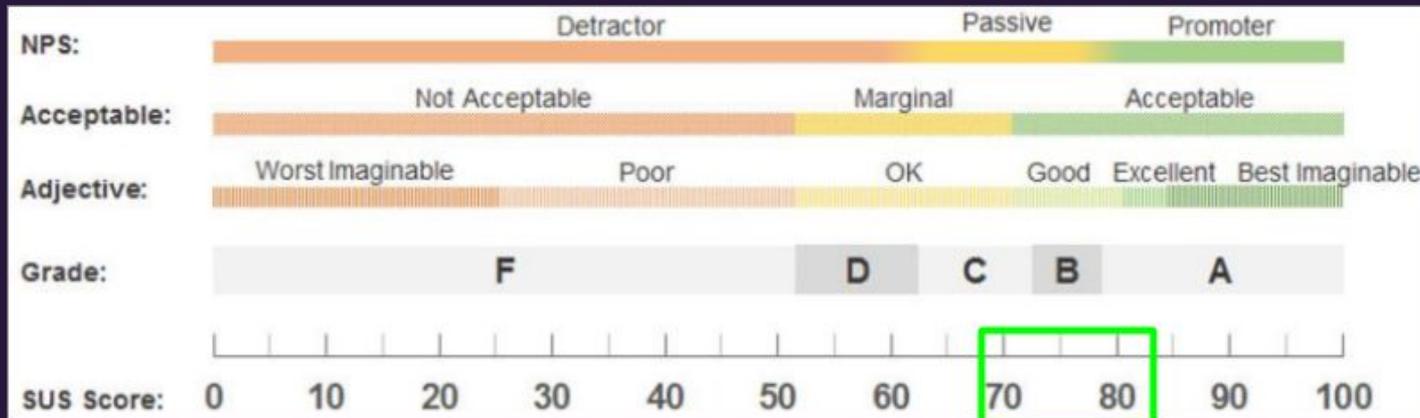
No tumor - PNG



El promedio obtenido fue de 0,34260309 segundos

Encuesta SUS (System Usability Scale)

- 10 preguntas con puntuación desde 1 (Completamente en desacuerdo) a 5 (Completamente de acuerdo).
- 7 usuarios técnicos del área de radiología del hospital Pablo Arturo Suárez.
- Porcentaje obtenido 76.2%





4

Conclusiones



Conclusiones

- En base a los resultados obtenidos con una población de 300 resonancias magnéticas con casos positivos de tumor en formatos PNG, TIF y JPG se concluye que el sistema tiene un porcentaje de acierto del 86.667% debido a que la muestra de error fue del 13.333% siendo 40 resonancias magnéticas en total las que presentaron fallas en su detección de tumor cerebral.

Conclusiones

- El uso de redes neuronales pre-entrenadas, ResNet y ResUnet, con las redes de búsqueda profunda, facilitaron el entrenamiento de los modelos de Inteligencia Artificial y la precisión de los resultados.

Conclusiones

- El promedio en tiempo para la detección de tumores cerebrales en formato JPG fue de 0,3345929 segundos, en formato TIF fue de 0,36311913 segundos y en formato PNG fue de 0,51861995 segundos, demostrando que el tipo de formato de la imagen, influye en el sistema para una detección óptima.
- La matriz de predicción logró obtener una precisión en el modelo del 98%, es decir que de cada 100 resonancias analizadas por el modelo tendrá un margen de error de 2% que es equivalente a 2 resonancias, evidenciando que el modelo es altamente efectivo para la localización y segmentación de tumores cerebrales

Contribuciones

“IA-based system for detecting and location brain tumors on cranial magnetic resonance imaging”

Artículo publicado en LACCEI (Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions) 2022.

International Multi-Conference for Engineering Education, and Technology.



¡Gracias!