

Prototipo de sistema de ayuda al diagnóstico de la esclerosis múltiple

Trabajo Terminal No. 2020-A042

Alumnos: Bueno Cabrera Francisco, *Cornelio González Uriel Hiram

Directores: Puebla Lomas Jaime Hugo, Fernández Vázquez Alfonso

*email: uhcg.ipn@gmail.com

Resumen– El uso de las imágenes de resonancia magnética (MRI) han sido de mucha ayuda a los médicos especialistas al momento de diagnosticar, tratar y dar seguimiento a las enfermedades o trastornos que pueden padecer los pacientes. Una de estas enfermedades es la esclerosis múltiple cuyas lesiones son visibles en el cerebro y medula espinal, la observación de las lesiones se puede ver en las imágenes de resonancia magnética, el uso de esta técnica de estas imágenes para el diagnóstico es muy efectiva debido a su alta calidad de resolución y contraste.

En este trabajo se hará un prototipo usando Redes Neuronales Artificiales, para que el médico o especialista tenga una herramienta base que le ayude en el diagnóstico y tratamiento del paciente. Para esto usaremos redes neuronales convolucionales, estos nos ayudarán en la detección de las lesiones que causa la esclerosis múltiple, le daremos al prototipo diversas imágenes de resonancias magnéticas, en este caso lo delimitaremos a encefalogramas (cerebro, cerebelo y tronco espinal) para que aprenda a detectar las lesiones.

Palabras clave – Redes neuronales, MRI, análisis de imágenes, esclerosis múltiple

1. Introducción

La enfermedad conocida como esclerosis múltiple es una enfermedad auto inmunitaria que causa lesiones desmielizantes y de daño axonal en el sistema nervioso central. Generalmente estas lesiones son visibles en los estudios de resonancia magnética los cuales están presentes en placas y de manera digital en imágenes, dichas imágenes son revisadas por un especialista, en este caso un neurólogo, pero hay limitantes que pueden surgir en el diagnóstico de las imágenes. Por ejemplo, factores como el ojo humano, errores en la impresión, hace que el diagnostico sea menos preciso y con ello se pueda llegar a ignorar las regiones afectadas del cerebro que no son visibles hasta que se hayan desarrollado más, haciéndolas un peligro a las personas que padecen esta enfermedad.

Para ello se ocupará las Redes Neuronales Convolucionales, es un tipo de Red Neuronal Artificial que procesa sus capas imitando al cortex visual del cerebro humano para identificar distintas características en las entradas. Para ello, la CNN contiene varias capas ocultas especializadas y con una jerarquía: esto significa que las primeras capas detectan propiedades o formas básicas y se van especializando hasta llegar a capas más profundas capaces de reconocer formas complejas como un rostro o una silueta.

Algunos modelos de CNN son los siguientes:

1. LeNet [1]
2. ResNet[1]
3. DenseNet[1]

MODELO	CARACTERÍSTICAS
LeNet	Desarrollada por Yann LeCun y sus colaboradores, fueron capaces de implementar una red neuronal convolucional capaz de detectar caracteres haciendo uso de los conceptos de <i>backpropagation</i> y <i>feedforward</i> . Entre sus características más llamativas destacan: <ul style="list-style-type: none">• Gran cantidad de capas escondidas.• Numerosos mapas de unidades replicadas en cada capa.• Agrupación de las salidas cuyas unidades replicadas estuvieran cercanas
ResNet	Las <i>residual networks</i> o redes residuales son capaces de aprender funciones más complejas y consecuentemente conducir a un mejor rendimiento. Sin embargo, en ocasiones agregar más capas tuvo eventualmente un efecto negativo en el rendimiento final. Este fenómeno se conoce como el problema de degradación, aludiendo al hecho de que, si bien las mejores técnicas de inicialización de parámetros y la normalización de lotes permiten que las redes más profundas converjan, en ocasiones convergen a tasas de error más altas que las menos profundas. Aplicar doble umbral para determinar posibles bordes. Seguir borde por histéresis (finaliza la detección de bordes al suprimir todos los otros bordes)

	que son debiles y no de conectaron con los bordes fuertes).
DenseNet	Las redes de convolución densas pueden ser útiles para referenciar mapas futuros desde el inicio de la red. Así, cada capa del mapa de características está concatenada con la entrada de cada capa sucesiva dentro de un bloque denso. Esto permite que las capas posteriores dentro de la red aprovechen directamente las características de las capas anteriores fomentando la reutilización de características dentro de la red. Concatenar los mapas de características aprendidos por diferentes capas incrementa la variación en la entrada de las capas subsecuentes mejorando la eficiencia. Debido a que la red es capaz de usar directamente cualquier mapa de características previo, se puede reducir considerablemente el número de parámetros necesarios.

2. Objetivo

El objetivo principal de este trabajo es diseñar e implementar un prototipo de sistema para la detección de lesiones causadas por la esclerosis múltiple, aplicando redes neuronales convolucionales sobre imágenes de resonancia magnética para apoyar al diagnóstico y tratamiento de la esclerosis múltiple.

3. Justificación

Con los avances tecnológicos que se han realizado es posible ver lesiones cerebrales con la ayuda de las imágenes de resonancia magnética, debido a su excelente resolución y contraste que presentan. Por ello para el diagnóstico de la esclerosis múltiple es necesario el uso de estas imágenes para visualizar lesiones [3,4], así como los diferentes patrones que pueden existir y que orientan al médico especialista que diagnostica la enfermedad, sin embargo, en ciertas ocasiones el médico especialista necesita opiniones externas para dar un buen diagnóstico y que el mismo no sea erróneo.

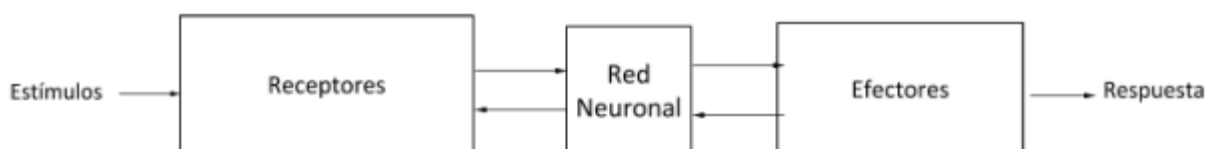
Debido a la calidad que presentan las imágenes de resonancia magnética, en ocasiones no es posible detectar a simple vista las lesiones de un paciente ya que algunas de estas lesiones son tan solo pequeñas regiones en el cerebro que al verlas con el ojo humano no se logran distinguir dentro de la región total, por ello hemos decidido hacer un prototipo de sistema que ayude al médico especialista en el diagnóstico y tratamiento. Esto con la ayuda de redes neuronales convolucionales, para la segmentación de imágenes, siendo el objetivo diseñar e implementar una red para detectar de forma eficiente las lesiones. De esta manera podremos aplicar las técnicas de aprendizaje automático. Esto lo podemos ver reflejado en el trabajo de un estudiante de la Universidad de Sevilla, el cual hizo un trabajo de redes convolucionales en Python para la clasificación de imágenes, el cual fue muy satisfactorio dado que concluyo que: “Las redes son capaces de calcular correctamente casi la totalidad de las imágenes presentes en las bases de datos, pues se alcanzó un entorno de 92% de precisión en todas las situaciones.” [8]

Es así como los beneficios que este prototipo presentará serán dar mejores y más acertados diagnósticos a pacientes que padezcan esta enfermedad que se estén tratando y lleven un seguimiento médico.

4. Productos o Resultados esperados

1. Red Neuronal Convolucional
2. Documentación técnica del prototipo de sistema.
3. Manual de Usuario
4. Banco de imágenes digitales que señalen las lesiones causadas por esclerosis múltiple.
5. Generación de código en Python/Matlab
6. Diseño, implementación y evaluación de la Red

La elección del lenguaje se basó en distintas opiniones para los lenguajes que están enfocados en las ciencias de la computación, y se decidió que Python es una muy buena opción de lenguaje para el análisis de imágenes y redes neuronales, ya que hay una diversidad de librerías enfocadas en la ciencia de datos, y no solo en el nivel de entrada. Gran parte del proceso de ciencia de datos gira en torno al proceso ETL (extracción-transformación-carga). Esto hace que la generalidad de Python encaje perfectamente. Por otro lado, el uso generalizado de MATLAB en una variedad de campos cuantitativos y numéricos tanto en la industria como en el mundo académico, lo convierte en una opción sería para la ciencia de datos, por ende, sería otra opción para el análisis de imágenes. También por el hecho de que sus herramientas facilitarían el trabajo y lo harían mas eficiente.



Este es un ejemplo básico de lo que se espera como resultado del prototipo del sistema. Lo que sería la representación de una red neuronal convolucional. En este caso los estímulos o la entrada serían las imágenes de las resonancias magnéticas que estarían en formato digital. La respuesta o salida del sistema, sería una la imagen procesada con las lesiones que haya encontrado el sistema una vez que la haya analizado.

5. Metodología

Utilizaremos la metodología en V para crear una clara definición de cada una de las etapas a desarrollar y mostrar los resultados que se tendrán por cada etapa a lo largo del proyecto, así mismo tener mejor verificación constante del control de calidad cada una de estas para evitar inconsistencias y deficiencias[6], hemos decidido usar esta metodología debido a que el proyecto presenta demasiados riesgos y para poder tener un mejor control de estos, esta metodología es flexible para usar distintos mecanismos de verificación que se adecuen a cada una de las etapas que se desarrollaran, de tal manera que por cada fase que se desarrolla se tendrá un mecanismo de verificación para asegurar que los diseños que se realizaran estén sujeto a normativas, para asegurar que el proyecto cuente con una base sólida y de esta manera aumentar la calidad y fiabilidad del proyecto que se desarrollara[7].

Es así que hemos optado por usar esta metodología ya que nos presenta un mejor uso del tiempo para realizar todas las etapas que definimos y realizar la implementación, nos ayuda a evitar riesgos, verificar y solucionar incongruencias antes de crear etapas posteriores y mantener una mejor organización sobre las tareas que se realizarán.

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Bueno Cabrera Francisco

Título del TT: Prototipo de sistema de ayuda al diagnóstico de la esclerosis múltiple

TT No.: 2020-A042

Actividad	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Especificación de requisitos del prototipo.											
Diseño de alto nivel (Arquitectura del sistema)											
Documentación de manual de usuario											
Diseño de bajo nivel (Capacidad de componentes de sistema)											
Pruebas de integración del prototipo											
Diseño de red neuronal											
Verificación de componentes											
Codificación											
Implementación de la red neuronal											
Evaluación de la red.											
Pruebas de prototipo											
Evaluación de TT II.											

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Cornelio González Uriel Hiram
Título del TT: Prototipo de sistema de ayuda al diagnóstico de la esclerosis múltiple
TT No.: 2020-A042

Actividad	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Requerimientos de usuario (Médico especialista)											
Reunión con médico especialista.											
Documentación técnica											
Diseño de alto nivel (Arquitectura del sistema)											
Diseño de bajo nivel (Capacidad de componentes de sistema)											
Diseño de red neuronal.											
Codificación											
Pruebas de unitarias.											
Implementación de la red.											
Evaluación de la red.											
Pruebas de prototipo.											
Evaluación de TT II.											

6. Referencias

- [1] G. Tancev (2019, October 20). Detecting Lesions in Multiple Sclerosis Patients with Deep Learning [Online]. Available: towardsdatascience.com
- [2] Ali, Saleh & Maher, Asmaa. (2015). Image Processing Techniques for Identifying Multiple Sclerosis Lesions in MR Images. International Journal of Scientific Research. IV.
- [3] Mayo Clinic (2019, Abril 19). Esclerosis Multiple [Online]. Available: mayoclinic.org
- [4] Lucia Ferré Rincón, “Actualidad en el tratamiento de esclerosis múltiple.”, Trabajo fin de grado, Universidad Complutense, España, Mad, 2015
- [5] Dr. N. P. Álvarez (comunicación privada), 2020.
- [6] Modelo V. (2020, 23 junio). IONOS Digital Guide. <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/modelo-v/>
- [7] StuDocu. (2018). Que es el modelo V - Ingeniería de Software I Informatica. <https://www.studocu.com/gt/document/universidad-tecnologica-de-panama/ingenieria-de-software-i/resumenes/que-es-el-modelo-v/5556677/view>
- [8] Alvaro Artola Moreno (2019) Clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales en Python [Online]. Available: idus.us.es

1. Alumnos y Directores

Bueno Cabrera Francisco.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016630036, Tel. 5579007762, email Francisco.Bueno.Cabrera@hotmail.com

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Firma: _____

Cornelio González Uriel Hiram.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2020630001, Tel. 5576626822, email: uhcg.ipn@gmail.com

Firma: _____

M. en C. Jaime Hugo Puebla Lomas

Profesor de ESCOM-IPN.

Ing. en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME Zacatenco

Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones de la ESIME Zacatenco

Áreas de interés: Procesamiento Digital de Señales, Percepción Remota Satelital y Reconocimiento de Patrones.

Tel: 5548064374

Email: ingpuebla@gmail.com

Firma: _____

PhD. Alfonso Fernández Vázquez

Ing. en electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla

Maestría en Ciencias y Doctor en Ciencias en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)

Estancia Postdoctoral en Xidian University, Xi'an, China

Investigador de ESCOM-IPN en las áreas de procesamiento de señales y comunicaciones digitales

Áreas de interés: Procesamiento digital de señales, comunicaciones digitales

Tel: 55572960000

Email: afernan@ieee.org

Firma: _____

