

Tarea 3

Noviembre 2021

Entrega: 4 de diciembre 2021

Profesor: Ángel Jiménez M.

Auxiliar: Rafael De la Sotta V.

Ayudantes: Camila Jorquera, Cristian Correa, Gabriel Iturra, Martín Ríos.

P1.- (3 ptos.) **Clasificación de Imágenes con Redes Neuronales Convolucionales.**

Se tiene un dataset con imágenes de figuras LEGO. Cada figura corresponde a un personaje, y este a su vez pertenece a una clase mayor, la cual corresponde al mundo ficticio del cual son parte (Harry Potter, Marvel, Jurassic World y Star Wars).

Se desea crear un modelo que clasifique figuras LEGO por personaje, para esto se pide realizar los siguientes pasos.

Considere el archivo: **Dataset LEGO**, accesible en:

<https://drive.google.com/file/d/15aGlbGNn2N7JZXQh9nfat5km-SPriJ8N/view?usp=sharing>

1. (0.5 ptos.) Realice un análisis exploratorio de los datos (EDA). Este análisis debe incluir distribución de los datos y características de las imágenes.
2. (1.0 ptos.) Utilice generadores para preprocesar los datos y realizar Data Augmentation en estos. Especificar qué variaciones se aplican a las imágenes, con su respectiva justificación.
3. (1.5 ptos.) Cree una red neuronal convolucional (CNN) para clasificar las figuras. Realice un entrenamiento con y sin data augmentation. Finalmente, pruebe ambos modelos en el conjunto de prueba. Concluya.

P2.- (3 ptos.) **Clasificación de Carga Cognitiva con Redes Neuronales Recurrentes.** ¹ El monitoreo continuo de la carga cognitiva inducida por una página Web es esencial para mejorar la experiencia de navegación de los usuarios. La carga cognitiva corresponde al esfuerzo mental inducido en una persona por la o las actividades (estímulos) que se encuentra realizando. Medir la carga cognitiva puede mejorar la experiencia de navegación del usuario de muchas maneras, por ejemplo, identificando automáticamente los momentos más adecuados para entregar contenidos de manera proactiva al usuario, o previniendo intrusiones irritantes del entorno; adaptar interfaces gráficas de usuario en tiempo real; evaluar la probabilidad de abandono, frustración o estrés tecnológico del usuario, entre otros beneficios. Además, la clasificación instantánea del nivel de carga cognitiva permitiría detectar ventanas de tiempo de carga cognitiva reducida para activar

¹ Los datos anonimizados utilizados en esta pregunta provienen de un experimento desarrollado en el DII, el cual fue aprobado por el comité de ética de la facultad, y los usuarios participantes consintieron en su uso para fines de investigación y docencia.

la entrega de diferentes tipos de recomendaciones de manera oportuna y discreta, como noticias contextuales en portales de noticias o ventanas emergentes de publicidad comercial. Además, puede utilizarse para mejorar las tareas de búsqueda, por ejemplo, para restaurantes, pasajes de avión o productos minoristas, proporcionando comentarios relevantes al motor de búsqueda según el estado cognitivo del usuario.

Para abordar el problema de clasificación en tiempo cercano al real de la carga cognitiva, se puede aprovechar la correlación que existe entre los estímulos psicológicos y las respuestas fisiológicas desencadenadas por el sistema nervioso, que se miden con sensores psicofisiológicos no invasivos de alta frecuencia durante períodos muy cortos de tiempo (del orden de milisegundos).

Los datos corresponden a ventanas de tiempo de 500 milisegundos de señales psicofisiológicas de una muestra de usuarios, medidas mientras navegaron por el mismo sitio Web y etiquetadas con cuatro niveles de carga cognitiva.² La frecuencia de medición de cada señal corresponde a 100 Hz, es decir, se capturaron 100 muestras de cada señal por segundo. Cada ventana cuenta con las siguientes señales:

- ECG: señal de electrocardiograma.
- EDA: dos señales de conductividad eléctrica en la piel. La primera representa el nivel de conductividad eléctrica, y la segunda a una componente de la señal denominada componente fásica.
- EEG: 14 señales electroencefalográficas medidas en diferentes puntos del cráneo.
- HR: heart rate por su nombre en Inglés, que corresponde a la frecuencia cardíaca, más conocida como pulso cardíaco.
- PPG: señal de fotoplethysmografía, photoplethysmography por su nombre en Inglés, a partir de la cual se calcula HR.
- SKT: skin temperature por su nombre en Inglés, que representa la temperatura superficial de la piel.

El archivo `dataVentanasEtiquetadas_500ms.pickle` (estructura de diccionario procesable en python) cuenta con 4198 ventanas, donde cada una de ellas se compone de las siguientes keys:

- 'participant': id del usuario al cual se le capturan las señales descritas anteriormente mientras navega por el sitio Web.
- 'label': etiqueta de la carga cognitiva de 1 a 4.
- 'fs': frecuencia de captura de la señal, fijada en 100 Hz.
- 'ecg': valor de la señal de electrocardiograma ('data') medida en el timestamp 'time', es decir ['time', 'data'].
- 'eda': valores de las dos señales de conductividad eléctrica en la piel en el timestamp 'time', es decir ['time', 'data', 'phasic']

² El etiquetado de las ventanas se realizó con un gold-standard fisiológico que no es necesario considerar para el desarrollo de esta pregunta

- 'hr': valor de la señal de frecuencia cardíaca medida en el timestamp 'time', es decir ['time', 'data'].
- 'ppg': valor de la señal de fotoplethysmografía medida en el timestamp 'time', es decir ['time', 'data']
- 'skt': valor de la señal de temperatura superficial de la piel medida en el timestamp 'time', es decir ['time', 'data']
- 'eeg': valores de las 14 señales electroencefalográficas medidas sincrónicamente en el timestamp 'time', es decir ['time', 'ch1', 'ch2', 'ch3', 'ch4', 'ch5', 'ch6', 'ch7', 'ch8', 'ch9', 'ch10', 'ch11', 'ch12', 'ch13', 'ch14'], donde chi representa a un punto específico del cráneo.

Al respecto, desarrolle los siguientes pasos para clasificar el nivel de carga cognitiva en cada ventana en base a las señales psicofisiológicas:

1. (1 pto.) Preprocese adecuadamente y realice un análisis exploratorio de los datos, discutiendo sus hallazgos.
2. (1 pto.) Proponga una red neuronal recurrente según las vistas en clases que permita clasificar la carga cognitiva en cada ventana. Discuta las métricas de desempeño apropiadas para este problema y justifique su selección.
3. (1 pto.) Implemente la red neuronal recurrente anterior, utilizando fundadamente métodos de mejoramiento y regularización. Entregue un diagrama del modelo final, aplique la red sobre los datos preprocesados de entrenamiento y prueba, y compare los resultados obtenidos con distintas configuraciones. Concluya.

Evaluación de la tarea

La tarea se realiza en grupos. Se debe entregar el código reproducible en un cuaderno de Jupyter o en Google Colab, explicando de manera ordenada los pasos realizados. Debe incluir sus supuestos, justificaciones, procedimientos bien detallados y discusiones en el mismo cuaderno. Cite acórdemente si utiliza alguna fuente de información para realizar su trabajo.

Dado que el problema se puede abordar de diferentes maneras, más que los valores de las métricas de desempeño escogidas, se evaluará la implementación de modelos, utilidad del análisis estadístico, la coherencia del informe y las respuestas entregadas según los resultados obtenidos.

Recuerden que el foro siempre está abierto para preguntas.