

Interfaz cerebro computadora (BCI): Técnicas de Machine Learning aplicadas al análisis de actividad neurológica mediante un dispositivo de electroencefalografía (EEG)

Guillermo Eduardo De Jesus Jorge (gdejesusjorge@gmail.com),
Luis Miguel Luna (luismluna87@gmail.com), and
Director: Martin Bilbao (martinbilbao@ing.unp.edu.ar)

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Abstract. En los últimos tiempos uno de los campos con mayor crecimiento a nivel mundial es el uso de Interfaces Cerebro Computadora (BCI), que permiten mediante la lectura de ondas cerebrales, tomar algún tipo de acción a partir de su análisis.

Por otro lado, existe un gran avance de las tecnologías de Inteligencia Artificial en la vida de las personas. Uno de sus campos de estudio de mayor auge es el de Machine Learning, que cuenta con grandes fuentes de información de acceso público.

El propósito de este proyecto es desarrollar un prototipo de herramienta no invasiva, mediante el uso de la tecnología EEG y BCI, que permita caracterizar la actividad eléctrica del cerebro, procesarla y convertirla en información que pueda ser interpretada por una máquina y tomar acción en base a la misma. Para lograr esto se utilizará un dispositivo de EEG comercial en conjunto con distintos modelos de Machine Learning. Con base en las métricas obtenidas, se seleccionará el modelo más apto.

Cumplir este objetivo ayuda a comprobar la viabilidad del uso de estas tecnologías para la mejora en la calidad de vida de las personas, y disponibilizar cualquier producto obtenido para el público en general.

Keywords: Electroencefalografía (EEG), Interfaces Cerebro Computadora (BCI), Inteligencia Artificial (IA), Machine Learning, Árboles de Decisión, JavaScript, Node.js, Open Source

1 Introducción

Las BCI en conjunto con la Inteligencia Artificial son una tecnología emergente, de rápido crecimiento, que proporciona un medio de comunicación entre el cerebro (que “habla” silenciosamente) y dispositivos de biomonitorización. Éstas interfaces pueden verse como una colaboración entre un dispositivo, que permite el paso de señales eléctricas desde las neuronas, con un sistema externo: una computadora, un brazo robótico, u otro tipo de actuador que ejecuta una acción específica. Es una tecnología muy poderosa que no depende de la participación de ningún músculo o vías neuronales para completar la comunicación, el comando y por tanto la acción que se desea producir.

Motivación Se pretende investigar la viabilidad del uso de la tecnología EEG y BCI para desarrollar herramientas que faciliten y mejoren la calidad de vida de las personas con capacidades motrices reducidas.

Objetivo Implementar un prototipo de herramienta no invasiva con la cual caracterizar la actividad eléctrica del cerebro, para luego procesarla y convertirla en un formato apto para visualización y análisis.

2 Solución propuesta

2.1 Arquitectura

La solución ideada para el desarrollo consta de 3 aplicaciones, la aplicación principal desarrollada en Node.js que realiza la adquisición de los datos, procesamiento y posterior predicción del movimiento en base a la información analizada. Y 2 aplicaciones soporte: un gráfico en vivo, y un laberinto.

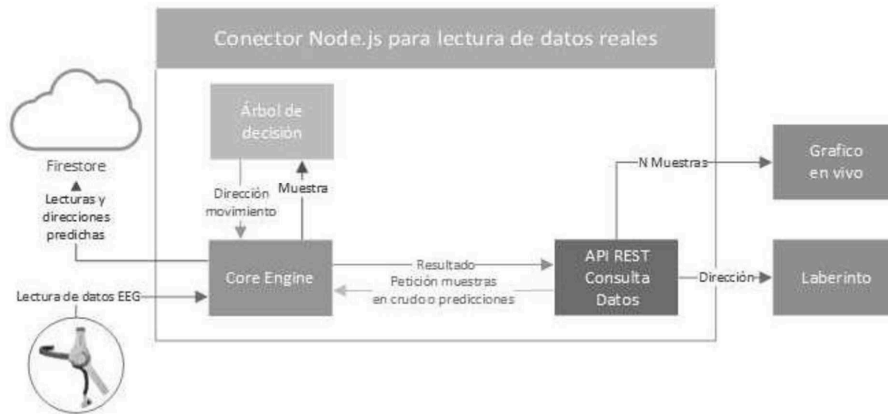


Fig. 1. Diagrama de interacción entre las distintas partes de la solución

Datos y procesamiento Se preparó un set de datos primarios mapeando los 4 movimientos básicos: arriba, abajo, derecha e izquierda. Éste conjunto de señales estocásticas contiene mucho ruido por lo que se requiere un análisis exhaustivo de cada una y las relaciones entre ellas. La imagen 2 representa el flujo de procesamiento de datos logrado.



Fig. 2. Flujo de procesamiento de datos.

Análisis y predicciones En primer término esta etapa pretende servir como marco de comparación con respecto a los distintos modelos evaluados. Todas las pruebas se realizaron en iguales condiciones de uso del casco, con la misma cantidad de datos observados.

Proof. Filtrar muestras no deseadas por Q3 y desvío estándar es más eficiente que por el resto de los modelos estadísticos evaluados.

Proof. Se demostró una mejor predicción del modelo de Árbol de decisión frente a la Regresión lineal simple, y Naive Bayes.

Proof. Mejoramiento de predicción en base al aumento de datos y filtrado de valores.

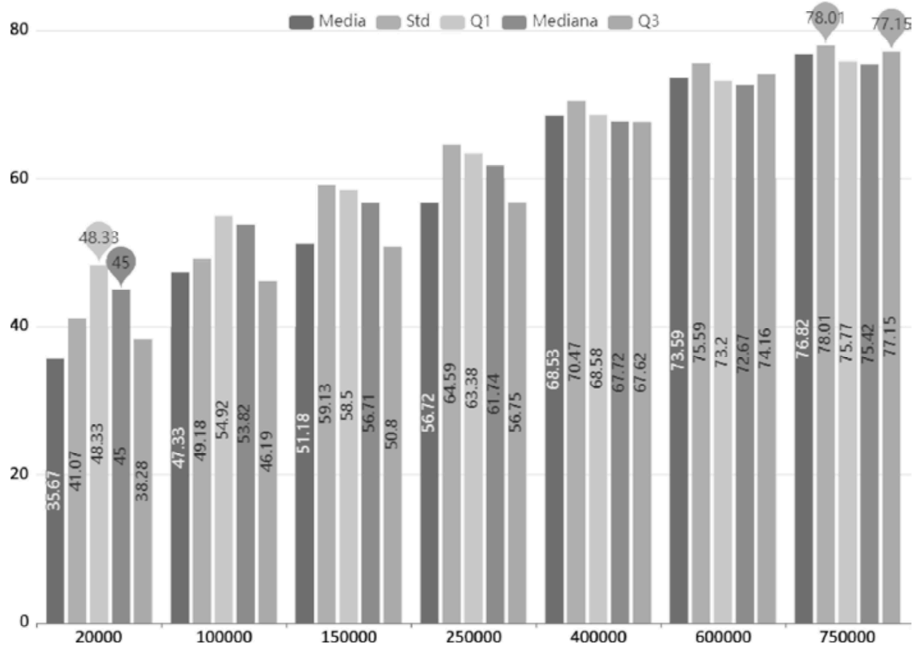


Fig. 3. Resultados filtrando y aumentando set de datos con un modelo de árbol de decisión, usando medidas estadísticas como criterio de remapeo de clases.

El código de este proyecto se encuentra alojado para acceso público en un repositorio de Github. [5]

Una demostración del funcionamiento de la aplicación Laberinto desarrollada para este proyecto pueden encontrarse en YouTube. [6]

3 Conclusiones y trabajos futuros

3.1 Conclusiones

Este proyecto ha permitido implementar un prototipo que, utilizando un casco de lectura EEG comercial, logra obtener lecturas de actividad cerebral y convertirlas en un formato que permita portar la información a otras herramientas para visualización y proceso.

El uso del casco seleccionado permitió comprobar que la tecnología tiene mucho potencial para mejorar la calidad de vida humana, a pesar de que el modelo utilizado presentó inconvenientes técnicos. Se recomienda probar desarrollos similares con hardware más actualizado y mejores métodos de conexión.

Se pudo comprobar la versatilidad de JavaScript, dado que permitió desarrollar soluciones para diversos ámbitos de manera ágil. Sin embargo, en cuanto a modelos Machine Learning, el ecosistema aun no provee las facilidades que brindan otros lenguajes de programación.

Finalmente en cuanto a las herramientas desarrolladas concluimos que en las condiciones actuales no resultan utilizables en entornos reales pero el análisis y las pruebas realizadas demuestran que son una base firme para desarrollos futuros.

3.2 Trabajos futuros

En cuanto a trabajos futuros, se propone mejorar el pre-procesamiento de los set de datos, utilizar un modelo de casco más avanzado (Del mismo fabricante u otros), desarrollar una funcionalidad que permita re-entrenar el modelo de machine learning tomando muestras durante durante la utilización de la solución propuesta, aplicar la solución la solución propuesta a experimentos más avanzados (Por ejemplo complementando con robótica).

Referencias

1. Yongwook Chae, Sungho Jo, and Jaeseung Jeong. Brain-actuated humanoid robot navigation control using asynchronous brain-computer interface. In 2011 5th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering, pages 519–524, 2011.
2. Luis Vergara, Yongrui Huang, Jianhao Yang, Pengkai Liao, and Jiahu Pan. Fusion of facial expressions and eeg for multimodal emotion recognition. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2017:1–8, Septiembre 2017. Article ID 2107451.
3. S.J. Russell and Norvig P.]. *Artificial Intelligence*. PEARSON-PRENTICE HALL, 2019.
4. George C. Canavos. *Probabilidad y Estadística*. McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. de C.V., 1988.
5. Repositorio público de proyecto en Github:
<https://github.com/luisluna-arg/TesinaLicInformaticaUNPJSB>
6. Demostración de aplicación “Laberinto” en YouTube:
<https://youtu.be/joaJ0lnZQg0>