

PROCESAMIENTO DE SEÑALES EEG PARA DETECCIÓN DE INTENCIONES MOTORAS DE EXTREMIDADES INFERIORES EN SUJETOS CON LESIÓN LEVE EN MÉDULA ESPINAL

PROBLEMA

En los últimos años se ha desarrollado una amplia investigación en sistemas robóticos basados en la interfaz cerebro-computador (BCI - por sus siglas en inglés: Brain-Computer Interface). Las aplicaciones BCI requieren de la adquisición de señales de Electroencefalografía (EEG), las cuales son muy susceptibles al ruido, principalmente para los dispositivos de bajo costo. Algunas fuentes de ruido son el parpadeo, el movimiento relativo entre el cuero cabelludo y los electrodos, entre otros. Para superar estos problemas, se ha utilizado el paradigma de Reconocimiento de Patrones (RP) para reducir la complejidad de los datos ruidosos y aumentar la precisión de la clasificación de datos con técnica de Inteligencia Artificial (IA).

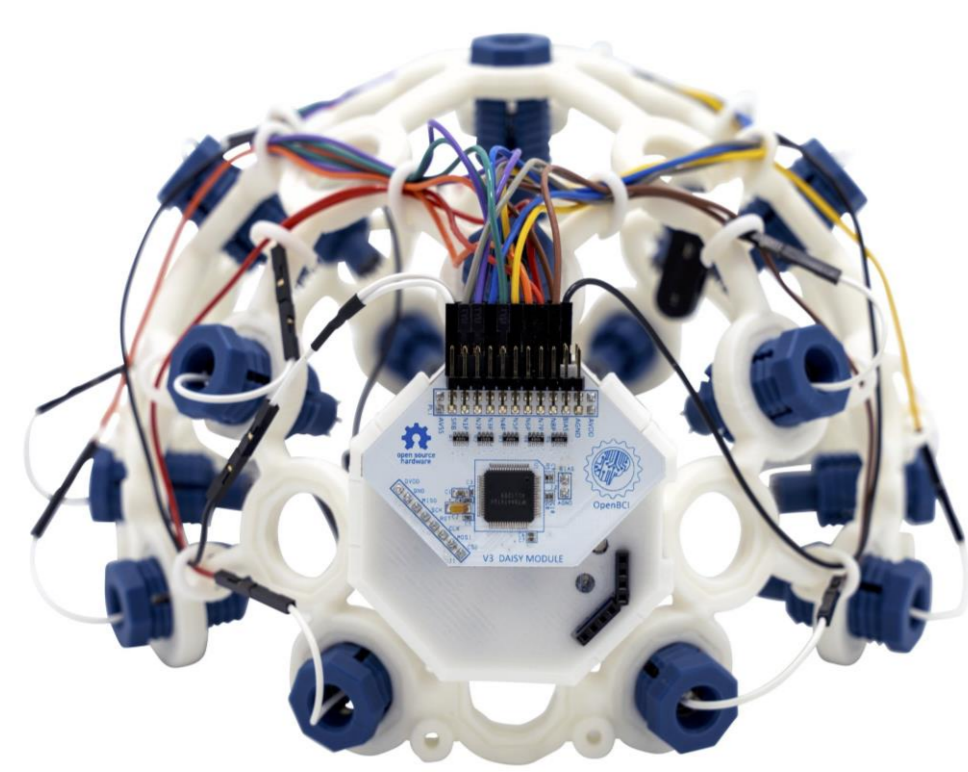
OBJETIVO GENERAL

- Capturar señales EEG para la detección de intenciones motoras en extremidades superiores, utilizando un sistema OpenBCI.
- Clasificar las señales EEG y comparar el desempeño de varios clasificadores al detectar tareas motoras e imagenético motoras en extremidades superiores, utilizando técnicas de IA.

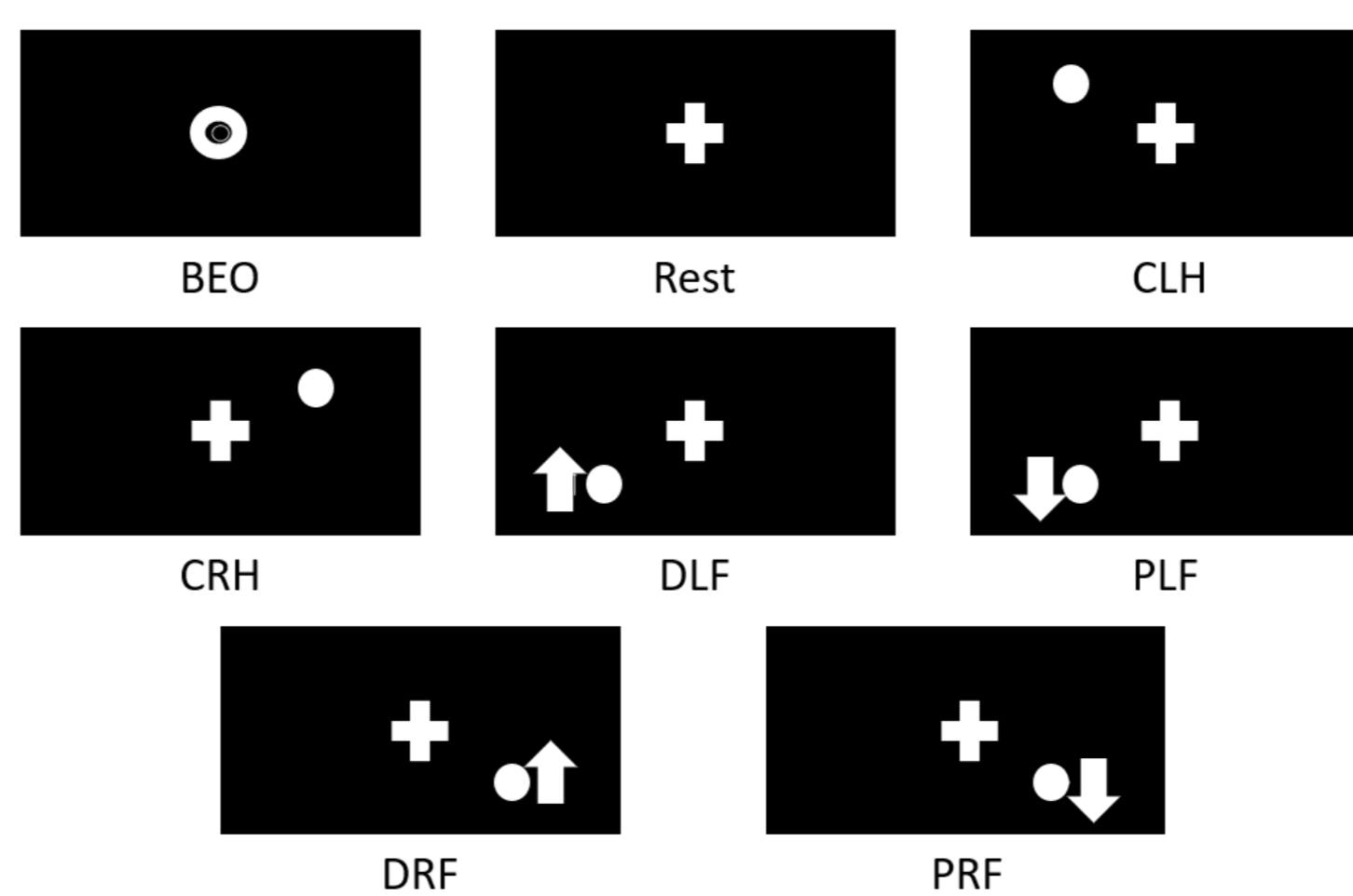


PROPUESTA

- Empleando el equipo "Ultracortex Mark IV" de OpenBCI, se realizó el registro de 60 voluntarios entre colegas de ESPOL y pacientes del Hospital Luis Vernaza de Guayaquil. El dataset cuenta con 8680 registros y fue liberado en la plataforma de "Mendeley Data" con el nombre "MILimbEEG: An EEG Signals Dataset based on Upper and Lower Limb Task During the Execution of Motor and Motorimagery Tasks".
- Se realizó preprocesamiento de las señales, tales como: la normalización para cada uno de los electrodos en cada uno de los registros. Luego, la extracción de características para cada uno de los electrodos. Se extrajo el valor RMS de cada electrodo como extracción de características lo que permitió la reducción de la dimensionalidad. Cada archivo se representa como un vector de 16 valores RMS. Esto representa un conjunto de datos con archivos CSV de 2449 x 17, lo que significa una base de 2449 ejemplos, con 16 características por archivo, más una columna correspondiente a la etiqueta.



Ultracortex Mark IV + Cyton y Dasy



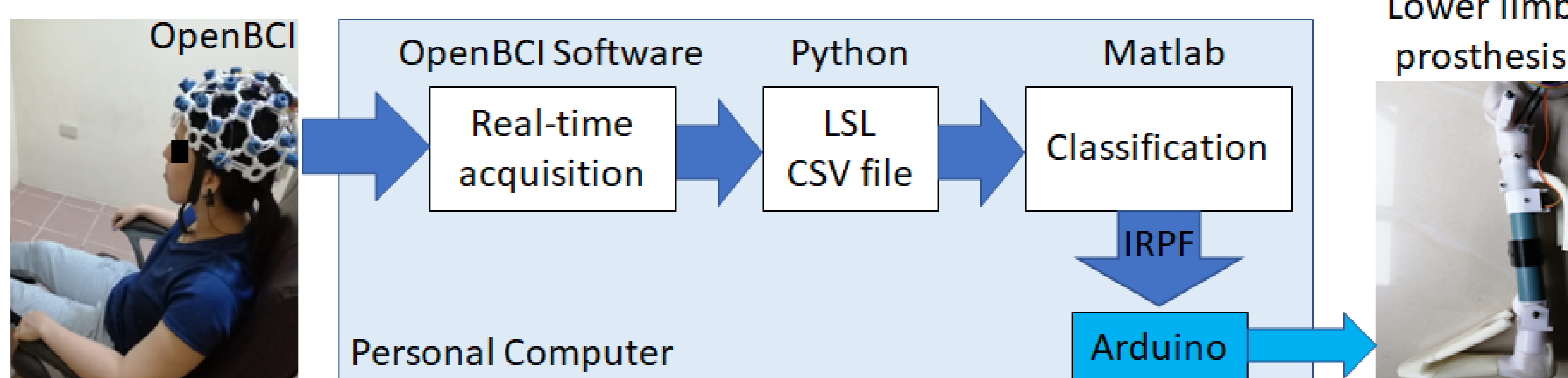
Estímulos visuales utilizados durante el experimento



Voluntario durante el registro de señales EEG

RESULTADOS

- Se implementó dos clasificadores binarios. Uno fue entrenado para detectar cuándo se realiza la tarea motora M-RCH y Descanso. El segundo para detectar cuándo se realiza la tarea imagenético I-RPF.
- El entrenamiento se realizó con el 70% del conjunto de datos; y, se utilizó el 30% para comprobar los resultados. Además, se empleó validación cruzada de diez lotes, dando como resultado un 78% de precisión para la tarea MRCH, y 78% de precisión para la IRPF.
- Con estos resultados se demuestra que es posible realizar la detección de intenciones de tareas motoras en extremidades superiores con un 78% de precisión; y, la detección de tareas imagenético motoras también alcanza un 78% de precisión. Estos resultados fueron los más altos obtenidos por los clasificadores en extremidades derechas, lo que guarda una correlación con el 90% de los sujetos de prueba, que son diestros.



Sistema completo de adquisición de señales EEG en tiempo real para miembros superiores e inferiores

CONCLUSIONES

- En la detección de tareas de movimiento activo con extremidades superiores, se logró obtener hasta un 74.6 % de exactitud con el algoritmo Ensemble Subspace KNN.
- En la detección de tareas imagenético motor con extremidades superiores, se logró obtener hasta un 71.7 % de exactitud con el algoritmo Fine KNN.

RECONOCIMIENTOS

- Publicación en revista MDPI/Biomedical Sensors "Identification of Lower-Limb Motor Tasks via Brain-Computer Interfaces: A Topical Overview": <https://doi.org/10.3390/s22052028>
- Mendeley Data "MILimbEEG: An EEG Signals Dataset based on Upper and Lower Limb Task During the Execution of Motor and Motorimagery Tasks": <https://data.mendeley.com/datasets/x8psbz3f6x/1>