

PENSAR PARA CONTROLAR

SEÑALES EEG Y BCI BASADOS EN IMAGINACIÓN MOTORA

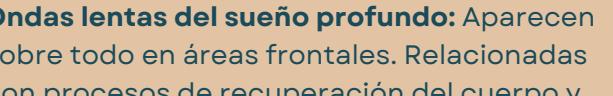


¿QUÉ ES LA ELECTROENCEFALOGRAFÍA (EEG)?

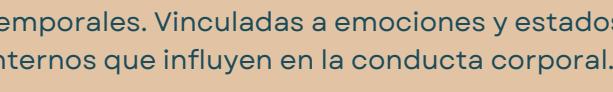
Es una técnica **no invasiva** que registra la **actividad eléctrica** del cerebro mediante electrodos ubicados en el cuero cabelludo. Estas señales reflejan la actividad sincronizada de millones de neuronas y se organizan en **bandas de frecuencia**, como delta, theta, alpha, beta y gamma, cada una asociada con estados mentales específicos.

El EEG es fundamental en **áreas clínicas** (epilepsia, trastornos del sueño) y en tecnologías de **Interacción Cerebro-Computador** (BCI), especialmente en el paradigma de **Imagenación Motora** (MI), donde analiza los patrones eléctricos generados al imaginar movimientos sin ejecutarlos físicamente.

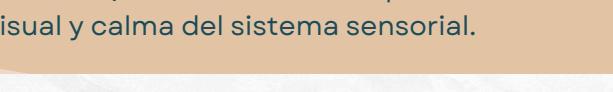
PRINCIPALES TIPOS DE ONDAS CEREBRALES DETECTABLES



Ondas lentas del sueño profundo: Aparecen sobre todo en áreas frontales. Relacionadas con procesos de recuperación del cuerpo y regulación fisiológica.



Ondas de somnolencia, imaginación y memoria emocional: Se ven en zonas frontales y temporales. Vinculadas a emociones y estados internos que influyen en la conducta corporal.



Ondas de relajación con ojos cerrados: Predominan en la región occipital (cerebro posterior). Relacionadas con procesamiento visual y calma del sistema sensorial.



Ondas rápidas de atención, pensamiento activo y movimiento: Aparecen en la corteza motora y prefrontal. Se relacionan con control muscular, planificación y acciones del cuerpo.

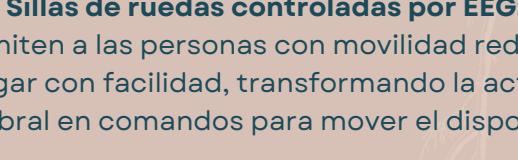


Ondas muy rápidas del procesamiento cognitivo complejo: Distribuidas en varias zonas según la tarea. Asociadas a integración de información, percepción y coordinación cerebral.

APLICACIONES REALES DE UN BCI BASADO EN MI

Control de prótesis robóticas:

Permiten a los usuarios mover extremidades artificiales solo con el poder de su mente, mejorando la autonomía y la calidad de vida.



Tomado de: Heraldo de Aragón, Prótesis robótica controlada por señales cerebrales.

Sillas de ruedas controladas por EEG:

Permiten a las personas con movilidad reducida navegar con facilidad, transformando la actividad cerebral en comandos para mover el dispositivo.



Tomado de: IIEH, Silla de ruedas con interfaz cerebro-computador.

¿CÓMO FUNCIONA EL EEG EN UN SISTEMA BCI?

Una BCI es un sistema que permite comunicar el cerebro con un computador sin necesidad de usar músculos. Detecta patrones en las señales EEG y los convierte en comandos, como mover un cursor, controlar una prótesis o seleccionar una opción en pantalla.

¿QUÉ ES IMAGINACIÓN MOTORA (MI)?

La Imagenación Motora (MI) consiste en imaginar un movimiento sin realizarlo físicamente (por ejemplo, cerrar la mano o mover el pie).

Al imaginar el movimiento, la corteza motora cambia su actividad eléctrica, especialmente en las bandas mu y beta, y esos patrones pueden ser detectados por EEG.

¿CÓMO SE TRANSFORMA LA SEÑAL EN UN COMANDO?

Adquisición

Los electrodos EEG colocados en el cuero cabelludo, registran la actividad eléctrica generada cuando la persona imagina un movimiento. La señal cruda es débil y contiene ruido, por lo que necesita procesamiento.

Filtrado y procesamiento

La señal EEG se limpia mediante filtros y técnicas para eliminar parpadeos, ruido muscular, interferencias... Se aíslan las bandas mu (asociadas con el reposo motor) y beta, que cambian durante la imagenación motora.

Extracción de características

La señal filtrada se analiza en el dominio de la frecuencia para identificar patrones específicos, como la disminución de los ritmos mu/beta. Aquí se aplican métodos como FFT o algoritmos espaciales.

Clasificación

Modelos machine learning o deep learning detectan si el usuario imaginó mover la mano izquierda, derecha, los pies, etc.

Comando de salida

Finalmente, la intención detectada se convierte en una acción: mover un cursor, controlar una prótesis, seleccionar un botón o interactuar con un dispositivo.

Comunicación en personas con parálisis:

Los sistemas BCI permiten a las personas con parálisis total comunicarse efectivamente mediante señales cerebrales, sin necesidad de movimiento físico.



Tomado de: 20 Minutos, Implantes cerebrales para recuperar el habla.

Realidad virtual controlada por ondas cerebrales:

Abre nuevas posibilidades en el entretenimiento, donde los usuarios pueden interactuar con el entorno virtual solo con la mente.



Tomado de: ResearchGate, Sistema BCI en realidad virtual.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Elaborado por:

Maria de los Angeles Prieto Ortega y Mariana Zuluaga Yepes