

DISEÑO DE INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA.

INTRODUCCIÓN

Los avances logrados en neurociencia en los últimos tiempos están revolucionando campos de estudio como la medicina y la informática. Hoy el control de objetos, tales como una silla de ruedas, prótesis y otros, es posible gracias al desarrollo de la interfaz cerebro-computadora.

En este trabajo se pretende dar una introducción sobre las ondas cerebrales, los métodos utilizados para interpretarlas y propuestas para trabajos futuros.

ONDAS CEREBRALES

Nuestro cerebro produce impulsos eléctricos que viajan a través de nuestras neuronas. Estos impulsos eléctricos producen ritmos que son conocidos como ondas cerebrales.

En neurociencia, hay cinco frecuencias de ondas cerebrales distintas Alfa, Beta, Theta, Delta y Gamma.

Beta (14-40 Hz): Se producen cuando el cerebro está despierto e implicado en actividades mentales. Son ondas amplias y las de mayor velocidad de transmisión. Su frecuencia oscila entre 14 y 40 Hz.

Denotan una actividad mental intensa. Cuando una persona está dando un discurso, estudiando, realizando un problema de matemáticas, etc. su cerebro se encuentra emitiendo este tipo de ondas.

Alfa (8-14 Hz): Alfa representa un estado de escasa actividad cerebral y relajación. Estas ondas son más lentas y de mayor amplitud que las beta. Su frecuencia oscila entre 8 y 14 Hz. Una persona que ha terminado una tarea y se sienta a descansar, se encuentra a menudo en un estado alfa; así como la persona que está dando un paseo, disfrutando del paisaje.

Theta (4-8 Hz): Se alcanzan bajo un estado de calma profunda. La persona que está fantaseando (o soñando despierta), se encuentra en este estado, así como la persona que tras conducir un rato, de repente se da cuenta de que no recuerda como ha hecho los últimos kilómetros. Se dice que es un estado de inspiración de ideas y soluciones creativas.

Delta (0.5-4 Hz): La frecuencia Delta es la más lenta y está presente en el sueño profundo, sin sueños y en una meditación trascendental muy profunda, donde la conciencia está completamente separada.

Gamma (por encima de 40 Hz): El rango más recientemente descubierto es Gamma, que es el más rápido en frecuencia, por encima de 40 Hz (algunos investigadores no distinguen las ondas Beta de las Gamma).

Aunque se sabe poco de este estado de ánimo, la investigación inicial muestra que las ondas gamma están asociadas con explosiones de perspicacia y de alto nivel de procesamiento de la información.

FUENTES DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA PARA INTERFACES

Un tipo particular de interfaz utiliza la actividad del sistema nervioso como fuente de actividad biológica o, mejor dicho, como fuente o señal de actividad electrofisiológica. Las señales que más se emplean son el electromiograma (EMG), el electrooculograma (EOG) y el electroencefalograma (EEG).

El tipo de actividad que se extrae define el tipo de interfaz y su finalidad; por ejemplo, el EMG se ha usado para la operación de prótesis con las que se restituyen funciones motoras utilizando zonas cercanas a la ruta que controla los músculos y que no están afectadas por la lesión. El EOG se utiliza para quienes carecen del control voluntario de los músculos, excepto los oculares, y sustituye a los músculos paralizados. Tanto el EMG como el EOG se emplean para desarrollar prototipos que restauren algunas funciones de los enfermos con una discapacidad motora grave, pero que aún tienen algún control muscular. Para quienes no poseen ningún tipo de control voluntario, la alternativa es utilizar un canal totalmente independiente de las rutas de salida neuromusculares, es decir, emplear sólo la actividad del cerebro como fuente de información que pueda traducirse como la voluntad del sujeto.

COMUNICACIÓN BASADA EN EL ELECTROENCEFALOGRAMA (EEG)

Se considera que el electroencefalograma (EEG) es una de las opciones más viables para generar interfaces destinadas al control simple de aparatos y a la comunicación, puesto que se obtiene de

forma no invasiva y corresponde a funciones normales del cerebro que pueden detectarse y procesarse en tiempo real. Existe una correlación en el tiempo, bien con la realización de tareas mentales mediante estímulos estereotipados o bien con la imaginación de movimientos.

MÉTODOS PARA INTERPRETAR ONDAS CEREBRALES

Existen diferentes métodos utilizados para clasificar señales de EEG y realizar inferencia a partir de ellas. De entre estos métodos se destacan los algoritmos evolutivos (AE), modelos de Markov, redes neuronales artificiales, análisis lineales, métodos probabilísticos, filtrado espacial y Support Vector Machines. Cada uno de estos métodos presenta ciertas ventajas y desventajas.

Los métodos lineales trabajan con datos linealmente separables y tienden a ser más rápidos, simples y robustos. Sin embargo, si los datos no lo son o hay gran cantidad de ruido, estos métodos no son adecuados.

Después de consultar varias bibliografías el método basado en un perceptron multicapa (Multilayer Perceptrón, MLP) combinado con un algoritmo evolutivo (AE), se considera que es el que obtiene mejores resultados.

Este método está basado en un algoritmo evolutivo (AE), que facilita el diseño de perceptrones multicapa (MLP) buscando los parámetros de aprendizaje, los pesos iniciales y la arquitectura de red para un MLP que resuelva un problema de clasificación concreto.

En este caso, los MLP son redes feedforward en las que cada capa está totalmente conectada con la anterior y siguiente, y con cualquier número de capas intermedias.

TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo propone el desafío de implementar una interfaz cerebro-computadora basados en MLP y AE para mejorar la decodificación de señales cerebrales y traducirlas en salidas para controlar dispositivos externos.