

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

INGENIERÍA BIOMÉDICA

PROYECTO MODULAR

***IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFACE CEREBRO COMPUTADOR
BASADA EN POTENCIALES VISUALES EVOCADOS DE ESTADO
ESTABLE USANDO MÉTODOS DE CORRELACIÓN CANÓNICA***

MILLÁN-CASTILLO CÉSAR

GUADALAJARA JALISCO, MÉXICO 4 DE SEPTIEMBRE DE 2018

Nombre del proyecto: Implementación de una BCI basada en potenciales visuales evocados de estado estable usando correlación canónica.

Integrantes: César Millán Castillo (Código 215255153)

Asesor: Rebeca del Carmen Romo Vázquez

Código: 2947170

e-mail: rebeca.romo@academicos.udg.mx

Departamento: Ciencias Computacionales

Introducción

La capacidad de controlar dispositivos con la mente comienza a ser una realidad gracias a las Interfaces Cerebro-Computadora (*Brain Computer Interfaces* o BCI por sus siglas en inglés). Estas tecnologías se basan en el registro de señales cerebrales que, luego de ser procesadas, son utilizadas como señales de control para activar/desactivar un dispositivo [1]. En este contexto, una de las aplicaciones más amplias que ha tenido esta tecnología es en el campo de las prótesis, órtesis y dispositivos terapéuticos auxiliares y de rehabilitación permitiendo a las personas con alguna capacidad diferente, patología permanente o temporal tener un método alternativo para interactuar o comunicarse con su medio.

Por su naturaleza no invasiva, el electroencefalograma (EEG) es la técnica más empleada para el registro de señales eléctricas cerebrales en técnicas de BCI. Estudios recientes en este campo han registrado EEG en estados de consciencia activos para analizar cómo se modifican al momento de recibir estímulos externos causados por un evento como potenciales visuales evocados de estado estable [2].

Los Potenciales Visuales Evocados de Estado Estable (*Steady-State Visual Evoked Potentials* o SSVEP por sus siglas en inglés) son respuestas periódicas visuales a estímulos modulados a una frecuencia mayor a 6 Hz. Estos potenciales son registrados en la corteza visual del cerebro localizada en el lóbulo occipital con el uso de electrodos activos colocados en esta zona. El uso de sistemas basados en SSVEP ha demostrado tener resultados de hasta 92% de precisión y un tiempo de respuesta de 2.1seg [3], además de que uno de los principales beneficios de aproximarse a las BCI basadas en SSVEP es que no requieren de un entrenamiento previo para los usuarios ya que no es necesario que estos realicen intenciones de movimiento imaginario.

El análisis de correlación canónica (*Canonical Correlation Analysis* o CCA por sus siglas en inglés) es un método estadístico empleado para investigar la relación entre dos o más sets de variables, como lo es en el caso de un EEG, es un método muy usado en el área de investigación por ser un modelo lineal además de que el CCA produce funciones canónicas que consisten en pesos estándar por lo que de la misma manera cada función devuelve un coeficiente de correlación canónica que va de 0.0 a 1.0 indicando que tanta correlación existe entre ambos sets de variables. [4]

Objetivo general

Desarrollar una BCI que a partir de estímulos derivados de SSVEP y usando CCA envíe una señal de control a un dispositivo activo externo.

Metodología

Para alcanzar el objetivo planteado anteriormente, hemos propuesto dividir nuestra metodología en dos grandes bloques.

1. Equipo g.USBamp de GTEC

El primer paso de la BCI corresponde al registro "Online" del EEG. Esto se realizará usando un equipo de adquisición y amplificación de señales llamado g.USBamp de la marca GTEC el cual cuenta con 16 canales que pueden ser muestreados simultáneamente. El presente protocolo únicamente contempla el uso de los electrodos de la región occipital por ser la zona cerebral asociada a la visión.

2. Clasificador CCA para la detección de SSVEP

Una vez adquirido el EEG, se diseñará un clasificador en MatLab® basado en el Análisis de Correlación Canónica (*Canonical Correlation Analysis* o CCA por sus siglas en inglés). El CCA es un método estadístico avanzado de clasificación que trabaja con dos "sets" de información y busca una correlación lineal entre ambos para que de esta manera sepamos que tanto se asemeja una señal a otra.

Justificación Módulo Biomecánica

Como se mencionó anteriormente, este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema de BCI el cual pretende controlar un dispositivo a partir de señales provenientes de potenciales visuales evocados de

estado estable. Con base en los conocimientos adquiridos en la materia de Prótesis y Órtesis, podemos afirmar que este trabajo se inserta en este dominio de forma natural ya que en dicha materia aprendemos a desarrollar sistemas de adquisición de bioseñales para el control de servomotores. Desde la óptica de las prótesis, poder contar con sistemas que muevan dispositivos a partir de bioseñales es un tema de actualidad y que cada día va en aumento por las ventajas que implica.

Justificación Módulo Electrofisiología

Tal y como se enunció en líneas previas, este proyecto se basa enteramente en el registro y procesamiento de una de las señales electrofisiológicas más estudiadas a lo largo de la carrera: el cerebro. Por un lado, conocer su origen y características son conocimientos que se adquieren en materias como Electrofisiología mientras que la extracción de información a partir de esta señal se estudia en materias como Acondicionamiento y Procesamiento de Bioseñales. Todos estos cursos están comprendidos en los módulos correspondientes a la Electrofisiología.

Justificación Módulo Instrumentación

Finalmente, aunque no se va a diseñar ningún aparato en físico (EEG y estimulador), lo que sí se va a programar es una interfaz en MatLab® que comunique a estos dos equipos. De fábrica, estos dos instrumentos no tienen ninguna forma o medio de comunicación entre sí. Sin embargo, leyendo las características de ambos consideramos que es posible conectarlos a través de software. Además, a esta misma interfaz se va integrar el análisis de correlación canónica. Con base en lo anterior es que solicito se me evalúe el módulo de Instrumentación.

Referencias

- [1] H. Bakardjiana, T. Tanaka y A. Cichocki, "Optimization of SSVEP brain responses with application to eight-command Brain-Computer Interface", *Neuroscience Letters*, no.469, pp.34-38, 2010.
- [2] G. Bin, X. Gao, Z. Yan, B. Hong y S. Gao, "An online multi-channel SSVEP-based brain-computer interface using a canonical correlation analysis method", *J. Neural Eng.* vol.6, June 2009.
- [3] G. R. Müller-Putz y G. Pfurtscheller, "Control of an Electrical Prosthesis With an SSVEP-Based BCI" *Ieee Transactions On Biomedical Engineering*, Vol. 55, No. 1, January 2008.
- [4] B. Thompson, "Canonical Correlation Analysis", vol 1, pp. 192 – 196, Chister, 2005.