

METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE SEÑALES SINÁPTICAS MEDIANTE UN SISTEMA DE EEG PORTÁTIL

METHODOLOGY FOR STUDYING SYNAPTIC SIGNALS USING A PORTABLE EEG SYSTEM

Carlos Ernesto Peña Goyas

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
cpgoyas@gmail.com

Mauro Santoyo Mora

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
mauro.santoyo@itcelaya.edu.mx

José Alfredo Padilla Medina

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
alfredo.padilla@itcelaya.edu.mx

Recepción: 29/abril/2020

Aceptación: 29/octubre/2020

Resumen

El EMOTIV EPOC+ es un sistema de electroencefalograma (EEG) portátil de alta resolución frecuentemente utilizado para sistemas BCI que es una interfaz de computadora con el cerebro. La interfaz cerebro-computadora (BCI) a través de la electroencefalografía (EEG) atrae la atención de la comunidad científica gracias a sus últimas mejoras en términos de rendimiento y aplicaciones. Mediante el software EmotivPRO se adquieren las señales EEG del EPOC + a través de conexión Bluetooth entre el auricular y la computadora. El análisis en frecuencia permite la detección y el estudio de trastornos psicológicos, el software EmotivPro permite obtener las frecuencias fundamentales derivadas del cálculo de la Transformada Rápida de Fourier. Esta información ha sido utilizada por diversos autores para el análisis de patologías psicológicas. El presente estudio se centra en el uso del Emotiv Epoc utilizando el software EmotivPro para obtener las señales alpha, beta, theta y gamma ya que estas son los marcadores que diferencian entre una persona sana y una persona con algún tipo de trastorno psicológico.

Palabras Clave: Electroencefalograma, Emotiv, trastorno psicológico.

Abstract

The EMOTIV EPOC + is a high resolution portable electroencephalogram (EEG) system frequently used for BCI systems that is a computer interface to the brain. The brain-computer interface (BCI) through electroencephalography (EEG) attracts the attention of the scientific community thanks to its latest improvements in terms of performance and applications. Through the EmotivPRO software, the EEG signals of the EPOC + are acquired through a Bluetooth connection between the headset and the computer. The frequency analysis allows the detection and study of psychological disorders, the EmotivPro software allows obtaining the fundamental frequencies derived from the calculation of the Fast Fourier Transform. This information has been used by various authors for the analysis of psychological pathologies. The present study focuses on the use of the Emotiv Epoc using the EmotivPro software to obtain the alpha, beta, theta and gamma signals since these are the markers that differentiate between a healthy person and a person with some type of psychological disorder.

Keywords: *Electroencephalogram, Emotiv, psychological disorder.*

1. Introducción

El EMOTIV EPOC+ es un sistema de electroencefalograma (EEG) portátil de alta resolución y 14 canales frecuentemente utilizado para sistemas BCI que es una interfaz de computadora con el cerebro. El EMOTIV EPOC+ combina la tecnología de medición de la actividad electroencefalográfica (EEG) con el desarrollo computacional para convertir la actividad cerebral en aplicaciones [Benítez, Toscano, & Silva, 2016]. El progreso en neurología, técnicas de procesamiento de señales, miniaturización de sensores y biomateriales ha facilitado la investigación intensiva en interfaces BCI invasivas y no invasivas que se está llevando a cabo en muchos centros de investigación importantes de todo el mundo [Holewa & Nawrocka, 2014].

La técnica no invasiva evita las dificultades de operación. Las aplicaciones de diagnóstico se centran en la oscilación neural proporcionada con las señales de EEG. Después de la grabación del flujo de datos, generalmente los datos se

procesan mediante un algoritmo detallado para decodificar la intención de los sujetos. Los simples potenciales relacionados con eventos hacen que este algoritmo sea poderoso y se generalice entre los usuarios [Chowdhury, Shakim, Karim, & Rhaman, 2014].

La interfaz cerebro-computadora (BCI) a través de la electroencefalografía (EEG) atrae la atención de la comunidad científica gracias a sus últimas mejoras en términos de rendimiento y aplicaciones. Estos cubren una amplia gama de áreas tales como entretenimiento, mejora militar y tecnologías de asistencia. Una de las áreas de investigación más interesantes se refiere a la rehabilitación clínica de los déficits físicos y cognitivos [Benedetti, Volpi, Parisi, & Sartori, 2014].

En [Mercado-Aguirre, Gutierrez-Ruiz, & Contreras-Ortiz, 2019] se describe el desarrollo de un sistema para la generación de estímulos, y la adquisición y análisis de potenciales cognitivos utilizando el sistema comercial de auriculares Emotiv EPOC +. Los resultados muestran que el sistema permite mediciones precisas y confiables de las ondas P300 en niños, y puede proporcionar una experiencia más cómoda para los pacientes en comparación con los sistemas de grado médico. En [Alaa, Elsharnouby, Shirmohammadi, ShervinEddin, & Nour, 2017] se integra un juego controlado por EEG que entrena y fortalece la capacidad de atención de los pacientes mientras usa el aprendizaje automático para detectar su nivel de atención. En [Acar, Miman, & Akirmak, 2014] se miden las señales de EEG de los participantes durante el tratamiento. El análisis de los datos obtenidos indica que los sistemas de realidad aumentada inducen ansiedad en las personas que padecen trastornos y el EEG puede ser asistente en el tratamiento de pacientes. En el presente artículo propone una metodología de uso del Emotiv EPOC con la finalidad de adquirir, procesar y analizar señales EEG, que posibiliten su aplicación en el estudio de patologías neuropsicológicas.

2. Métodos

Emotiv EPOC + (figura 1) es un dispositivo BCI que permite el estudio del cerebro humano y proporciona acceso a datos cerebrales de grado profesional con un diseño rápido y fácil de usar. Este dispositivo permite observar la actividad cerebral,

incluidas las emociones y las intenciones de la persona examinada [Strmiskaa & Koudelkova, 2018].



Figura 1 Emotiv EPOC (Referencia: <http://www.emotiv.com>).

El Emotiv incluye 14 canales (más referencias CMS / DRL) cada uno basado en sensores salinos. Los canales disponibles (también basados en las ubicaciones internacionales 10-20) se muestran en la figura 2. La frecuencia de muestreo puede alcanzar los 128 Hz [Duvinaige, Castermans, & Dutoit, 2012].

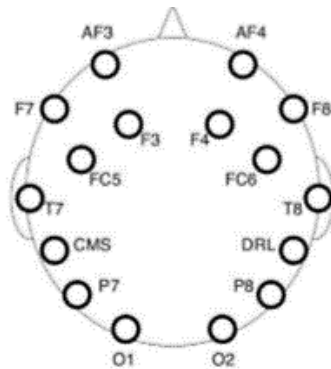


Figura 2 El Emotiv EPOC utilizando 14 electrodos diferentes además de dos referencias.

Mediante el software EmotivPRO se adquieren las señales EEG del EPOC + a través de conexión Bluetooth entre el auricular y la computadora. Esto permite ver las señales de cada electrodo y el análisis de frecuencia en tiempo real, además de que pueden ser grabadas y almacenadas, para un posterior procesamiento y análisis.

Análisis de frecuencia

El electroencefalograma (EEG) realiza una grabación de la actividad eléctrica en el cuero cabelludo, u ondas del cerebro, emitidas por las células nerviosas de la

corteza del cerebro. El EEG tiene diferentes “bandas”, definidas por la frecuencia de las ondas; ondas delta (lentas) de menos de 4 Hz; bandas theta de 4-8 Hz, las alpha de 8 a 12 Hz, las beta de aproximadamente 14-25 Hz y las gamma 25-45 Hz. El análisis en frecuencia permite la detección y el estudio de trastornos psicológicos, el software EmotivPro permite obtener las frecuencias fundamentales derivadas del cálculo de la Transformada Rápida de Fourier en tiempo real. Esta información es ha sido utilizada por diversos autores para el análisis de patologías psicológicas; por ejemplo, en [Nazari, Wallois, Aarabi, & Aarabi, 2011] aplican una prueba de rendimiento a niños sanos y niños con déficit de atención para establecer si los cambios dinámicos en delta, theta, alfa y beta difieren. La prueba indujo un aumento de la potencia alfa en niños con TDAH y una disminución de la potencia alfa en los controles.

Varios estudios de investigación han encontrado que los niveles altos de theta y / o niveles reducidos de beta son típicos para pacientes con TDAH, concluyeron que la potencia relativa de theta elevada y la alfa y beta relativa reducida, junto con las relaciones de potencia theta / alfa y theta / beta elevadas, se asocian de manera más confiable con el TDAH [Ogrim, Kropotov, & Hestad, 2011]. La tabla 1 muestra la comparación entre medias para la relación theta / beta, theta y beta entre pacientes con TDAH y el grupo de control.

Tabla 1 Comparación de medias para la relación theta / beta, theta y beta.

	Theta/Beta M (SD)	Theta M (SD)	Beta M (SD)
Total con TDAH (60) vs. Total del grupo de control (39)	6.21 (3.5) 5.00 (2.8)	10.19 (6.2) 9.46 (6.0)	1.87 (1.2) 2.14 (1.5)
Jóvenes con TDAH(40) vs. Jóvenes del grupo de control (16)	7.08 (3.6) 5.64 (3.3)	12.08 (6.3) 11.79 (4.7)	2.08 (1.4) 2.38 (1.1)
Adultos con TDAH (22) vs. Adultos del grupo de control (23)	4.73 (2.6) 4.45 (2.3)	6.77 (4.3) 7.83 (6.3)	1.49 (0.5) 1.96(1.7)

3. Resultados

EmotivPRO permite ver flujos de datos y análisis de frecuencia en tiempo real, tanto durante una grabación como cuando no está grabando. Con el software EmotivPRO se pueden obtener todas las señales: EEG sin procesar, FFT / Band

Power, Métricas de rendimiento. Los gráficos de EEG sin procesar se muestran como microvolts (uV) por muestra en la figura 3, 14 canales, asociados con cada uno de los 14 canales (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4) en el auricular.

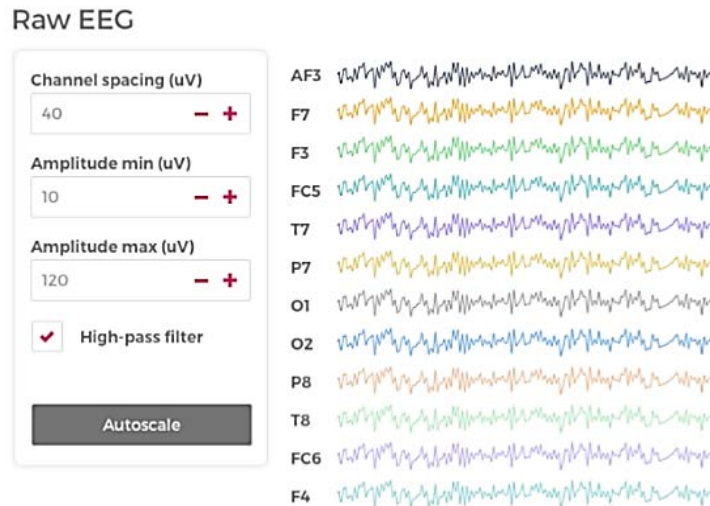


Figura 3 EEG sin procesar.

La figura 4 muestra los componentes principales de la Transformada Rápida de Fourier (FFT) por canal. El software calcula la FFT en tiempo real para cada una de las señales que brindan los electrodos y cada una de las bandas de potencia.

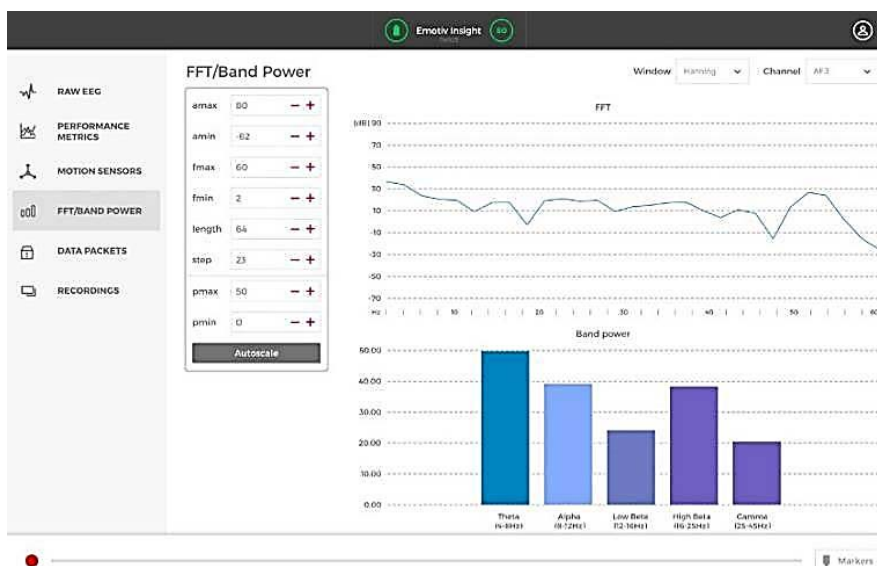


Figura 4 Análisis de frecuencia.

La figura 5 muestra el comportamiento de bandas de frecuencia Alpha, Beta, Theta y Gamma. En el análisis de estas señales según [Eddin, Shervin, Fellow, Nour, & Elsharnouby, 2018] la relación entre las bandas Theta y Beta se relaciona con los niveles de atención de la persona, y que los pacientes con TDAH tienen más probabilidades de producir comparativamente menos de la banda de frecuencia más alta (Beta) y más de la banda de frecuencia más baja (Theta); por lo tanto, la relación Theta / Beta es bastante significativa para tales investigaciones.

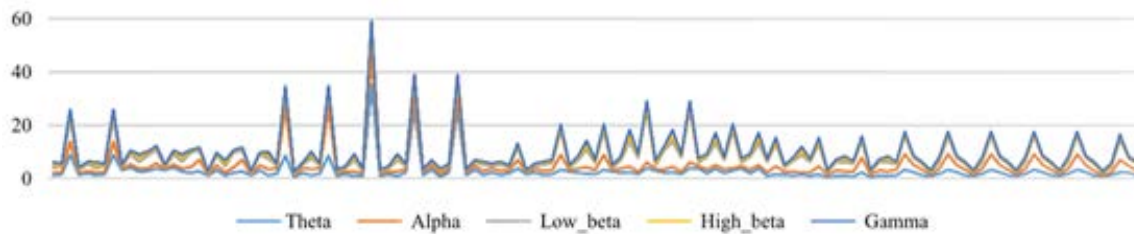


Figura 5 Comportamiento de las diferentes bandas de frecuencia. Eje Y es potencia en μV^2 , eje X es muestras.

La figura 6 muestra las bandas de frecuencia obtenidas con el Emotiv EPOC+ utilizando el software EmotivPro para el canal AF3. Las señales fueron tomadas en tiempo real, guardadas y luego exportadas en formato CSV para su posterior análisis, en este caso se utilizó el software Matlab para visualizar las mismas. Al tener estas señales en este formato permite ser utilizadas por otros programas, así poder obtener los datos necesarios para la detección de padecimientos reportados en la literatura.

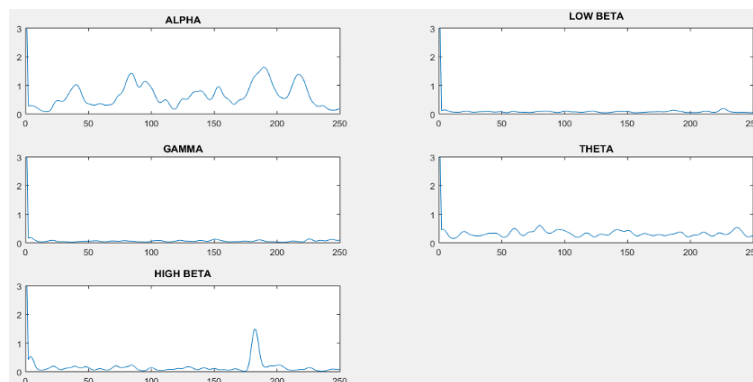


Figura 6 Bandas de frecuencia. Eje Y es potencia en μV^2 , eje X es muestras.

4. Discusión

Teniendo en cuenta el creciente número de personas diagnosticadas con trastornos psicológicos, combinado con las posibles aplicaciones de los nuevos dispositivos inalámbricos de EEG en una variedad de escenarios y con el avance de los algoritmos de aprendizaje, sería ventajoso hacer un buen uso de esas tecnologías para crear aplicaciones útiles que faciliten la vida de las personas con deficiencias mentales.

El presente trabajo muestra que, incluir interfaces cerebro computador de bajo costo, tal como es el caso del Emotiv para el análisis de trastornos psicológicos es una buena herramienta porque brinda confiabilidad en las señales medidas y es fácil de utilizar. El análisis en frecuencia a partir de la información que se obtiene de las bandas alpha, beta, theta y gamma es muy utilizado en la literatura para la detección y tratamiento de este tipo de enfermedades. El software EmotivPro representa una herramienta potente y confiable, es sencillo de configurar, además que brinda mediante sus algoritmos las señales necesarias para hacer el análisis de estos padecimientos. Se ha comprobado que el rendimiento del Emotiv es comparable a los presentados en otros estudios en los que se usan costosos sistemas médicos de grabación de EEG. El EEG lleva una gran cantidad de información sobre las habilidades cognitivas, y dado que la atención es una de esas habilidades, las señales de EEG tienen un enorme potencial para ser utilizadas de manera efectiva para el tratamiento / diagnóstico de este tipo de padecimientos.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Acar, D., Miman, M., & Akirmak, O. (2014). Treatment of anxiety. *European Social Sciences Research*, 18-27.
- [2] Alaa, A., Elsharnouby, E., Shirmohammadi, M., ShervinEddin, & Nour, A. (2017). Feasibility of Detecting ADHD Patients Attention Levels by Classifying Their EEG Signals. *IEEE Instrumentation and Measurement Society*.
- [3] Benedetti, F., Volpi, N. C., Parisi, L., & Sartori, G. (2014). *Attention Training with an Easy-to-Use Brain Computer Interface*. Springer International Publishing Switzerland.

- [4] Benítez, D., Toscano, S., & Silva, A. (2016). On the Use of the Emotiv EPOC Neuroheadset as a Low Cost Alternative for EEG Signal Acquisition.
- [5] Chowdhury, P., Shakim, S. S., Karim, M. R., & Rhaman, M. K. (2014). Cognitive Efficiency in Robot Control by Emotiv EPOC. 3rd International Conference On Informatics, Electronics & Vision.
- [6] Duvinage, M., Castermans, T., & Dutoit, T. (2012). A P300-based Quantitative Comparison between the Emotiv Epoc Headset and a Medical EEG Device. *BioMedical Engineering OnLine*.
- [7] Eddin, A., Shervin, A., Fellow, S., Nour, A., & Elsharnouby, M. (2018). FOCUS: Detecting ADHD Patients by an EEG-Based Serious Game. *IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement*, 67(7).
- [8] Holewa, K., & Nawrocka, A. (2014). Emotiv EPOC neuroheadset in Brain – Computer Interface. 15th International Carpathian Control Conference (ICCC).
- [9] Mercado Aguirre, I., Gutierrez Ruiz, K., & Contreras-Ortiz, S. (2019). Acquisition and Analysis of Cognitive Evoked Potentials using an Emotiv Headset for ADHD Evaluation in Children. XXII Symposium on Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA).
- [10] Nazari, M. A., Wallois, F., Aarabi, A., & Aarabi, A. (2011). Dynamic changes in quantitative electroencephalogram during continuous performance test in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *International Journal of Psychophysiology*, 230-236.
- [11] Ogrim, G., Kropotov, J., & Hestad, K. (2011). The quantitative EEG theta/beta ratio in attention deficit/hyperactivity disorder and normal controls: Sensitivity, specificity, and behavioral correlates. *Psychiatry Research*.
- [12] Strmiskaa, M., & Koudelkova, Z. (2018). Analysis of Performance Metrics Using Emotiv EPOC+. 22nd International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers.