

Clasificación de Dos Tareas Mentales Haciendo Uso de la Red Neuronal de Kohonen (SOM)*

-Wilber Joel Diaz Sotelo-

Departamento Tecnología Electrónica
E.T.S.I Telecomunicación, Universidad de Málaga

* Avance del Trabajo Fin de Grado del Grado en Ingeniería Mecatrónica. Marzo 2016



Resumen

En este trabajo se lleva a cabo la clasificación de patrones correspondientes a dos tareas mentales, obtenidas mediante un sistema BCI (*Brain Computer Interface*). Para ello se utiliza el paradigma neuronal de los Mapas Autoorganizativos de Kohonen (SOM, por *Self-Organizing Maps*). Las capturas de los patrones son realizadas a lo largo de 8 segundos y las clasificaciones son realizadas de manera independiente para cada segundo. Los patrones utilizados en cada clasificador son obtenidos mediante la aplicación de la Transformada Rápida de Fourier a las señales EEG directamente proporcionadas por el sistema BCI. Los resultados obtenidos en las pruebas de validación proporcionan un porcentaje de error entre 3.75%, para los segundos 5° y 6°, y 11.25% para el 8°. Estos valores son menores o similares a los resultados obtenidos en otros trabajos de referencia.

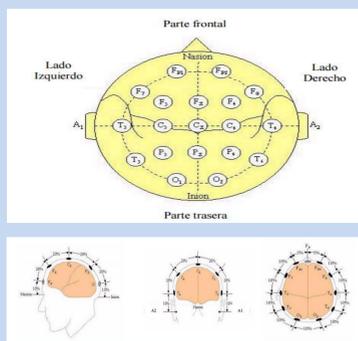
Introducción

Los sistemas BCI (Interfaz Cerebro-Computadora), proporcionan una nueva manera de comunicación entre el cerebro y la computadora basada en el análisis e identificación de señales cerebrales (EEG), captadas mientras el sujeto de prueba realiza tareas mentales establecidas. Estas señales son capturadas mediante electrodos distribuidos en distintas áreas del cerebro basándonos en el Sistema 10-20. La identificación de estas señales permitirá asociarlas a una tarea física particular que podrá ser realizada mediante algún automatismo.



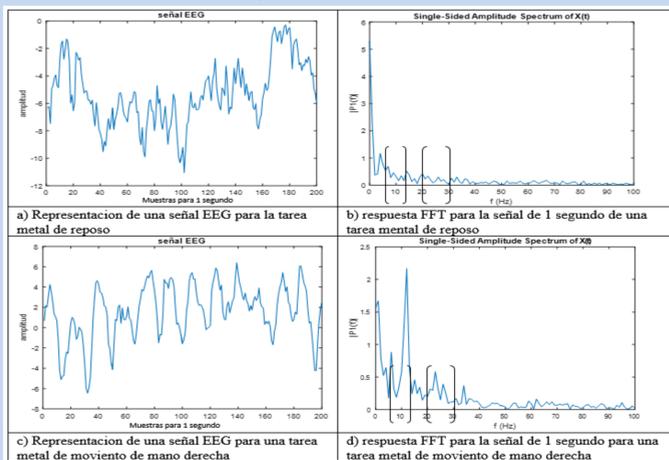
Adquisición de señales EEG

Los datos de EEG son capturados haciendo uso de electrodos no invasivos, basándonos en el sistema 10-20. Captamos dos canales Laplacianos del área sensoriomotor alrededor de los puntos C3 y C4 (F3/F4, Cz, C3/C4, T7/T8 y P3/P4), a una frecuencia de muestreo de 200Hz.

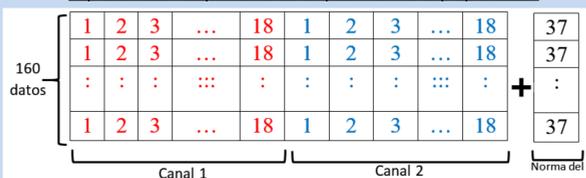


PREPROCESAMIENTO Y EXTRACCIÓN DE CARACTERES

Se registran las señales EEG de ambos canales por periodos de 8 segundos, y se subdividen en segmentos de 1 segundo. Se les aplica la Transformada Rápida de Fourier a cada segmento. A partir de la FFT de la señal, nos centramos en las frecuencias de las bandas reactivas de las dos actividades mentales (zonas marcadas por corchetes, de 8 a 15Hz y de 20 a 30Hz), las cuales pueden variar para cada sujeto e incluso para el mismo sujeto dependiendo del momento en que se registra su actividad. Obtenemos así, un patrón definitivo de 37 componentes: las 18 componentes de cada canal y una adicional con el módulo del vector formado por las anteriores 36.



Representación esquemática de los patrones tras el preprocesado

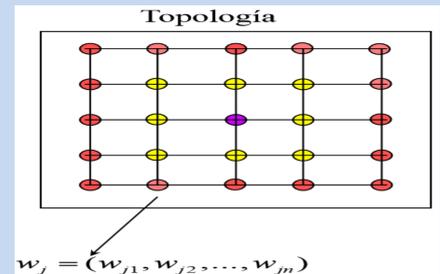


*Este trabajo ha sido dirigido y tutorizado por los profesores Gonzalo Joya, Ricardo Ron y Francisco García-Lagos del Dpto. de Tecnología Electrónica de la Universidad de Málaga.

Implantación y Resultados

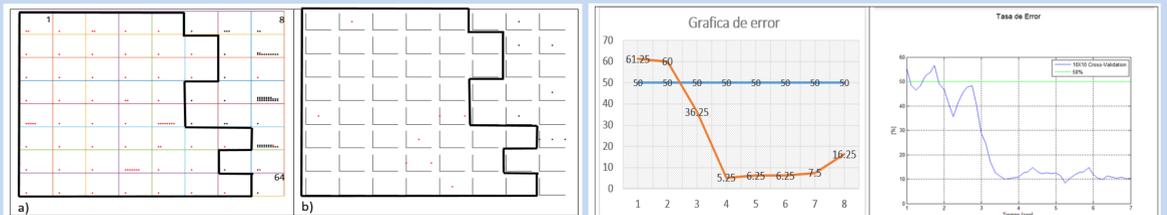
Mapa Autoorganizativos

Los mapas auto-organizativos son un paradigma de las redes neuronales artificiales con aprendizaje no supervisado. Numerosas aplicaciones han demostrado su eficiencia en tareas de clasificación de patrones complejos, permitiendo una rápida visualización de las distintas clases e incluso sacado a la luz criterios de clasificación no evidentes. Las neuronas de una SOM forman una estructura basada en una relación de vecindad espacial. Cada neurona tiene asociado un vector de pesos de la misma dimensión que el espacio original.



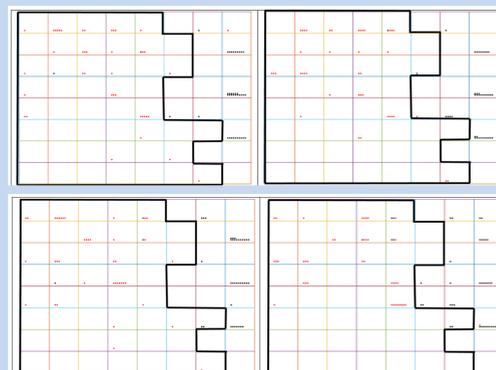
Arquitectura de red neuronal

Implementación y entrenamiento de la red de kohonen



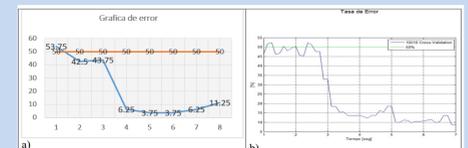
La prueba se realiza con una red de 8x8. Durante el entrenamiento presentamos a la red 144 patrones (72 de cada clase), lo que constituye el 90% de los patrones obtenidos. Para la fase de prueba se utilizan 16 nuevos patrones (8 de cada clase), lo que constituye el 10% del total de patrones. Los puntos rojos corresponden a la actividad "reposo" y los negros a la actividad "movimiento de mano derecha". La figura a) muestra la distribución de patrones tras el entrenamiento, y la b), la distribución tras la fase de prueba. En ambas se separa las zonas para cada clase por una línea negra.

Selección definitiva de las redes de clasificación y prueba con patrones nuevos



Respuesta de la red para el 5°, 6°, 7° y 8° segundo

A partir del proceso de entrenamiento y prueba anterior seleccionamos la red de mejor rendimiento, la cual será utilizada para todos los patrones obtenidos durante los 8 segundos del registro. Utilizamos un nuevo conjunto de patrones correspondientes a 80 registros (40 de cada clase), obtenidos con el mismo sujeto, pero en una segunda sesión realizada en un día diferente. Los errores resultantes son similares o menores que en otras soluciones reportadas, como la basada en el Linear Discriminant Analysis (LDA)



Conclusiones y líneas futuras

En este trabajo hemos propuesto un modelo alternativo para la clasificación de dos tareas mentales: los "Mapas Autoorganizativos de Kohonen".

El proceso de generación de los patrones es el siguiente: Se recogen las señales EEG de una actividad a lo largo de 8 segundos a través de dos canales mediante un sistema 10/20; estas señales se segmentan en intervalos de 1 segundo; a cada intervalo se les aplica la FFT, seleccionando las componentes de la zona de máxima actividad (18 componentes); el patrón resultante tiene 37 componentes (las 18 de cada canal y una última componente con el módulo de las 36 anteriores).

Para cada segmento de 1 segundo se entrenó una SOM de 8x8 a partir de 160 patrones (80 para cada actividad mental), obteniéndose los mejores resultados para los segundos 4° al 7° (5.25%, 6.25%, 6.25% y 7.5%). Utilizando el mapa de menor error se llevó a cabo una segunda prueba con 80 nuevos patrones obtenidos con el mismo sujeto en un día diferente, obteniéndose unos errores entre 3.75% y 6.25%. Estos valores de error son similares o inferiores a los de los casos de referencia analizados.

Líneas futuras

- Aplicar los Mapas Autoorganizativos para la clasificación de más de dos tareas mentales.
- Rediseñar el proceso de obtención de los patrones a partir de más de dos canales de captura de señales EEG.
- Llevar a cabo la implementación hardware de nuestro clasificador SOM

Referencias

- Ricardo Ron Angevin. *Retroalimentación en el entrenamiento de una interfaz cerebro-computadora usando técnicas basadas en realidad virtual*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga, 2005.
- García Lagos, Francisco. *Redes neuronales artificiales para la gestión de sistemas de energía eléctrica*. Universidad de Málaga, 2003.
- T. Kohonen, "The self-organizing map," in *Proceedings of the IEEE*, vol. 78, no. 9, pp. 1464-1480, Sep 1990.
- J. Pascau, M. Desco, P. Rojo, A. Santos, J. Lopez and M. A. Pozo, "Spatial localisation of EEG dipoles in MRI using the 10-20 International System anatomical references," *Image and Signal Processing and Analysis, 2000. IWISPA 2000. Proceedings of the First International Workshop on*, Pula, 2000, pp. 151-156.
- Marín, F.J.; García-Lagos, F.; Joya, G.; Sandoval, F.: 'Global model for short-term load forecasting using artificial neural networks', IEE Proceedings - Generation, Transmission and Distribution, 2002, 149, (2), p. 121-125.
- G Joya, F García-Lagos, F Sandoval, "Contingency evaluation and monitorization using artificial neural networks", Neural Computing and Applications 19 (1), 139-150 (2010).