

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/257141429>

Diseño e Implementación de un Sistema de Clasificación de Tareas Mentales a través de Redes Neuronales Artificiales

Conference Paper · January 2007

DOI: 10.1007/978-3-540-74471-9_27

CITATIONS

0

READS

62

3 authors, including:



Angel Villegas

Universidad de Carabobo, UC

18 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Music Center Technology Literacy Program, to realize appropriate and feasible changes for a group of senior citizen at their nursing home [View project](#)

Diseño e Implementación de un Sistema de Clasificación de Tareas Mentales a través de Redes Neuronales Artificiales

E. Salvatierra¹, A. Gubyk¹ y A. Villegas²

¹ Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

² Universidad de Carabobo, Centro de Procesamiento de Imágenes, Valencia, Venezuela

Abstract— A neuronal classifier for the recognition of mental tasks is a very important part in a Brain Computer Interface System (BCI) due to the fact that this part of the system have to be capable of interpreting the mental tasks that the subject is executing in a certain moment. For this reason arises the idea of looking for the most successful classification system for the interpretation of the mental tasks. In this article we show the implementation of two types of classifiers of cerebral activities across artificial neural network (Backpropagation and Radial base). The classifiers were developed under Matlab's environment, using the electroencefalogram (EEG) of three different subjects. Also we show the rate of success classification for every net used in the different experiments.

Palabras Claves— Electroencefalograma, Clasificador neuronal.

I. INTRODUCCIÓN

En la implementación de una interfaz cerebro computador (ICC) existe una etapa llamada clasificación que consiste en la discriminación o identificación de patrones provenientes de la actividad cerebral realizada por el individuo en un momento determinado. En la búsqueda por obtener una mínima tasa de error en la interpretación de las tareas mentales, diversos grupos de investigación han utilizado diferentes métodos para la clasificación de patrones (asociados a la realización de tareas mentales), como por ejemplo: Clasificadores Lineales [1], Clasificador Logístico Bayesiano [2], Red neuronal Multicapa [3]. Las experiencias obtenidas por estos grupos de investigación indican la factibilidad de utilizar redes neuronales artificiales para la clasificación de tareas mentales.

Sin embargo, al plantear el uso de esta herramienta se genera un gran número de interrogantes, pues se desconoce el tipo de red neuronal, número de capas a utilizar, y como afectan estos parámetros a las medidas de rendimiento del sistema (tasa de error alcanzada). Ante esta situación, se pretende implementar un prototipo de sistema de clasificación para tres tareas mentales a través de sus respectivos patrones EEG, utilizando el “toolbox” de redes neuronales del ambiente Matlab.

II. METODOLOGÍA.

A. Descripción de los datos

Para el desarrollo de este trabajo, se utilizaron datos adquiridos del evento “BCI Competition 2003” [4]. Proviene de tres individuos normales y fueron registrados durante cuatro sesiones sin suministrar ningún tipo de realimentación a los mismos. Los sujetos fueron sentados en una silla, con sus brazos y piernas relajadas mientras realizaban estas tres tareas:

- Imaginación del movimiento de la mano izquierda repetidamente. (Clase 2)
- Imaginación del movimiento de la mano derecha repetidamente. (Clase 3)
- Generación de palabras que comienzan con la misma letra al azar. (Clase 7)

Los datos usados se encontraban pre-procesados de la siguiente manera: Las señales de EEG crudas fueron filtradas espacialmente por medio de un filtro Laplaciano de Superficie.

Luego fue estimada la densidad de potencia espectral (PSD) en la banda de 8-30 Hz en intervalos de 62.5 ms utilizando para la estimación el último segundo de datos. Esta estimación se realizó con una resolución de 2 Hz y fue aplicada únicamente en 8 canales centro-parietales (C3, Cz, C4, CP1, CP2, P3, Pz y P4) del registro EEG.

Como resultado de esto, se obtiene un vector constituido de 96 elementos (8 canales cada uno con 12 componentes frecuenciales).

B. Formato de los Datos:

Para cada sujeto se obtuvieron tres (3) archivos de entrenamiento y uno (1) de prueba. Los archivos de entrenamiento contienen la clase o tarea mental a la cual pertenece cada segmento de datos. Los archivos de datos se encontraban en formato ASCII.

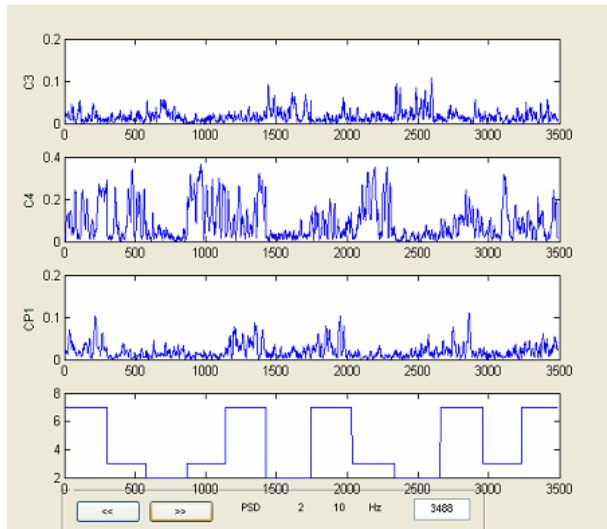


Fig. 1 Graficas de ondas EEG en la banda de 10Hz de los canales C3, C4 y CP1

C. Selección de los canales:

Para el diseño del clasificador, se decidió reducir la cantidad de datos a los más representativos. Para ello se estudio la amplitud del espectro de las señales provenientes de los ocho canales utilizados. La Fig.1 muestra el comportamiento de una componente del espectro (10 Hz), registrada en los canales C3,C4 y CP1 para cada una de las tareas mentales realizadas por uno de los sujetos. El análisis visual de este comportamiento fue utilizado para descartar aquellos canales en los cuales no existía una notoria diferencia que facilitara la clasificación.

D. Selección de la red neuronal a utilizar:

Se decidió implementar dos clasificadores diferentes para evaluar su desempeño en la clasificación de los patrones cerebrales. Estos están basados en una red neuronal del tipo Backpropagation (Retropropagación) y una red de Base Radial, respectivamente.

Una de la redes más utilizadas hoy en día es la red Backpropagation (Fig. 2), debido a que es una red que permite trabajar con sistemas no lineales y que además es una red de propagación-adaptación, lo que significa que una vez mostrado un estímulo a la entrada de la red, esta compara la salida obtenida con la deseada, calcula el error y lo propaga a las capas anteriores para que las neuronas se adapten y así reducir este error.

Aparte de escoger la red Backpropagation por su importancia y ventajas que ella aporta, decidimos trabajar con otra red que nos proporcionara un punto de vista diferente y comparable con los resultados de la

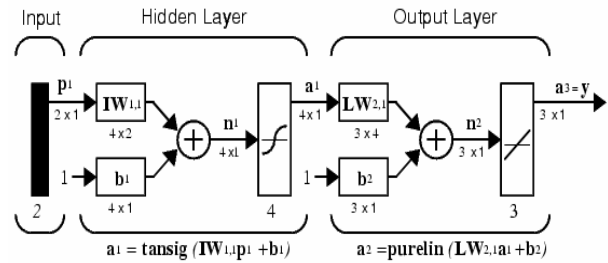


Fig. 2 Esquema de una red Backpropagation. Tomado de [5]

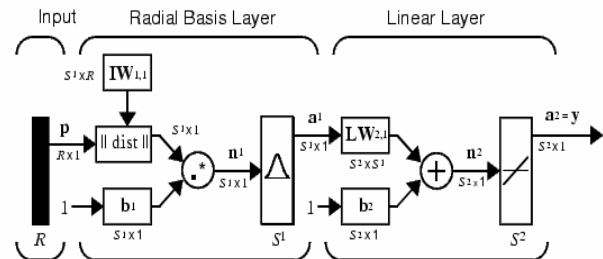


Fig. 3 . Esquema de una red de Base Radial. Tomado de [5].

Backpropagation, por ello utilizamos la red de Base Radial (Fig. 3).

E. Entrenamiento:

Una vez escogidos los canales a utilizar, se procedió a ordenar los datos de entrada para la red. El vector de características del clasificador está formado por 8 valores consecutivos por cada canal (8 valores de C3, C4 y CP1), formando un vector de 24 elementos correspondientes a medio segundo de señal. Para la construcción de los vectores de objetivos para la red neuronal, se seleccionó la clase o tarea mental predominante en el segmento de medio segundo de datos correspondiente.

Para lograr un entrenamiento exitoso de las redes neuronales se aleatorizaron los datos de manera que los vectores representativos de cada clase o tarea fueran presentados de forma aleatorizada, para evitar el sobre ajuste a una determinada clase y pérdidas de la sensibilidad en la clasificación.

En la Fig.4 se muestra una grafica del entrenamiento de la red Backpropagation, donde se alcanza el objetivo preestablecido.

F. Simulación:

Luego de creada la red y que ésta es entrenada se procede a simularla con un patrón diferente al que se utilizó en el entrenamiento llamado "Prueba". Estos valores de salida de la red son comparados con una matriz objetivo conocida,

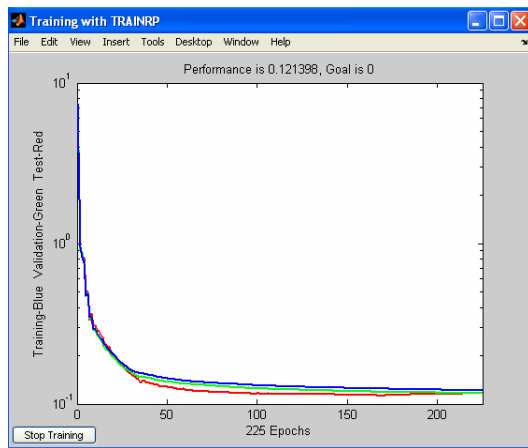


Fig. 4 . Gráfica de entrenamiento.

correspondiente al mismo archivo “Prueba”, que contiene los valores reales con que la red no fue entrenada, para verificar el grado de aciertos de la red que en ese momento es estudiada.

Para facilitarnos la tarea de comparar la salida de la red con los valores reales, se generó una matriz de 3x3 conocida como matriz de confusión donde la diagonal principal es el porcentaje de aciertos de cada clase, y los demás valores corresponden al porcentaje de confusión entre una clase y otra.

III. RESULTADOS

En las tablas 1,2 y 3 se muestran los porcentajes de reconocimiento obtenidos para una red neuronal que fue entrenada con las matrices de entrenamiento de los tres sujetos, en búsqueda de una red adaptativa del tipo Backpropagation que pudiera servir para múltiples usuarios.

Esta red posee dos capas, la primera contiene 34 neuronas con función tangencial sigmoidea (Tansig) y la segunda capa de tres neurona con función lineal (Purelin), el algoritmo de entrenamiento de esta red fue el llamado retropropagación resistente o “Trainrp”.

Al repetir el experimento utilizando una red neuronal del tipo base radial, se obtuvieron los resultados presentados en las tablas 4,5 y 6.

En vista de estos resultados, se decidió repetir los experimentos pero entrenando a cada red para responder a los patrones de un sólo sujeto, variando el numero de neuronas por capa y manteniendo las mismas funciones para cada capa. Los resultados obtenidos para la red neuronal se muestran en las tablas 7,8 y 9.

Tabla 1 Respuesta de la red BP para el sujeto #1.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	81.11	11.72	19.23
Clase 3	16.67	78.91	13.85
Clase 2	2.22	9.38	66.92

Tabla 2 Respuesta de la red BP para el sujeto #2.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	64.29	28.47	15.74
Clase 3	8.24	52.08	8.33
Clase 2	27.47	19.44	75.93

Tabla 3 Respuesta de la red BP para el sujeto #3.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	4.29	6.16	11.44
Clase 3	47.86	64.38	59.33
Clase 2	7.86	29.45	26.67

Tabla 4 Respuesta de la red Radial para el sujeto #1.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	72.78	22.66	24.62
Clase 3	17.78	65.63	6.92
Clase 2	9.44	11.72	68.46

Tabla 5 Respuesta de la red Radial para el sujeto #2.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	54.95	30.56	17.59
Clase 3	10.99	47.92	16.67
Clase 2	34.07	21.53	65.74

Tabla 6 Respuesta de la red Radial para el sujeto #3.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	16.43	16.44	14.67
Clase 3	42.14	54.11	51.33
Clase 2	41.43	29.45	34

Tabla 7 Respuesta de la red BP para el sujeto #1.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	82.78	15.63	8.46
Clase 3	11.67	71.88	9.23
Clase 2	5.56	12.50	82.31

Tabla 8 Respuesta de la red BP para el sujeto #2.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	66.48	17.58	15.93
Clase 3	15.97	74.31	9.72
Clase 2	18.52	19.44	62.04

Tabla 9 Respuesta de la red BP para el sujeto #3.

Clases	Clase 7	Clase 3	Clase 2
Clase 7	28.57	37.67	40
Clase 3	30	23.29	27.33
Clase 2	41.43	39.04	32.67

IV. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la información proveniente de los canales C3, C4 y CP1 en la banda de 10 Hz (ritmo Mu) es suficiente para poder construir un clasificador de las tareas mentales descritas en la base de datos experimental utilizada. Esta reducción ahorra tiempo de procesamiento y hardware en la construcción de un ICC, además aumenta la rapidez de respuesta de la red y su arquitectura disminuye.

Es muy importante hacer un estudio previo del EEG de cada individuo, ya que esto permitirá ahorrar tiempo en el

diseño de la red neuronal y nos dará más posibilidad de que su aprendizaje en el proceso de entrenamiento, converja para un error cercano al establecido.

Se puede observar que utilizando la red neuronal Backpropagation se obtienen mejores resultados de clasificación de las tareas mentales en comparación con la red de base Radial.

Observando los resultados obtenidos en el experimento donde se implementó una red para cada sujeto (tablas 7, 8 y 9), podemos aseverar que los resultados presentan un menor porcentaje de error en el reconocimiento de las clases o tareas, comparado con los experimentos realizados usando una red neuronal general (tablas de la 1-6).

Por este motivo no es muy factible construir una red universal para un caso donde se necesiten resultados precisos y/o con poco error de acierto.

REFERENCIAS

1. F. Babiloni, F. Cincotti, L. Lazzarini, J. Millán, J. Mourino, M. Varsta, J. Heikkinen, L. Bianchi, and M. G. Marciani. (2000). "Linear Classification of Low-Resolution EEG Patterns Produced by Imagined Hand Movements". IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, Vol. 8, No. 2, pp. 186-188.
2. William D. Penny and Stephen J. Robert (Julio 27, 1999) Experiments with an EEG-based computer interface.
3. Charles W. Anderson, Saikumar V. Devulapalli, Erik A. Stolz. (1995). Determining Mental state from EEG signals using parallel implementation of neuronal networks (Paper).
4. "BCI Competition III" (2003) at http://ida.first.fraunhofer.de/projects/bci/competition_iii/
5. Tutorial de Red Neuronal (Neural Network Toolbox). Matlab 2007.

Autor: E. Salvatierra, A. Gubiyk, A. Villegas.

Instituto: Universidad de Carabobo

Calle: Av. Universidad, Naganagua

Ciudad: Valencia

País: Venezuela

Email: Elvis.salvatierra@gmail.com, agubiyk@hotmail.com