

Impresora basada en Interfaz Cerebro-Computadora

G. Castro, S. Mac Mullen, J. M. Geria, N. González

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Contacto: gcastro@est.frba.utn.edu.ar

Resumen—Los productos de apoyo permiten disminuir las barreras que enfrentan las personas con discapacidad y adultos mayores y así favorecer su accesibilidad, comunicación y autonomía. En el presente trabajo se propuso como objetivo el diseño y evaluación de una interfaz cerebro-computadora aplicada a la estimulación de personas con movilidad reducida mediante una actividad lúdica como el dibujo. Se desarrolló una aplicación de escritorio multiplataforma (QT) capaz de vincular los potenciales evocados visuales del usuario (EEG) con un sistema embebido capaz de sostener un lápiz y dibujar a partir de las acciones recibidas. En esta primera instancia, se evaluaron sujetos con y sin entrenamiento previo pero sin discapacidad asociada. Se observó un mayor rendimiento en aquellos donde primaron los gestos faciales combinados con su concentración en comparación con el proceso de simple concentración y evocación.

Palabras Clave—BCI, Bluetooth, EEG, Estimulación.

I. INTRODUCCIÓN

Los productos de apoyo son aquellos dispositivos que permiten disminuir las barreras a las que se enfrenta una persona. Estos posibilitan una innegable mejora en la calidad de vida de las personas con “diversidad funcional” al brindar una real equiparación de oportunidades a través de su uso, posibilitando la inserción social y laboral. En los últimos años, se ha explorado la posibilidad de establecer un canal de comunicación entre el cerebro y el mundo exterior mediante la interpretación de las señales del cerebro (interfaz cerebro computadora - BCI). En este trabajo se propone el uso de un casco para EEG, pudiendo ser utilizado por personas sin grandes conocimientos técnicos, con el fin de que el usuario pueda dibujar a través de un sistema embebido (impresora en dos dimensiones) [3].

II. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El proyecto está orientado al control de una impresora 2D a partir de la utilización de potenciales evocados visuales. Para lograrlo, la señal atraviesa diferentes etapas como se ve en la figura (1).

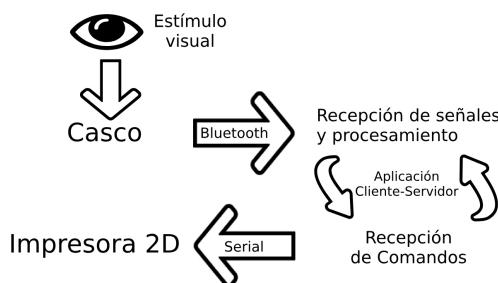


Figura 1: Diagrama en bloques

II-A. Flujo de datos

El proceso se inicia con la presentación de un estímulo visual mediante una aplicación desarrollada en Qt, la cual muestra una representación gráfica de los movimientos de una impresora. Se realiza un barrido automático destacando cada opción en forma secuencial de las alternativas presentadas para que el usuario pueda concentrarse fácilmente en la deseada.

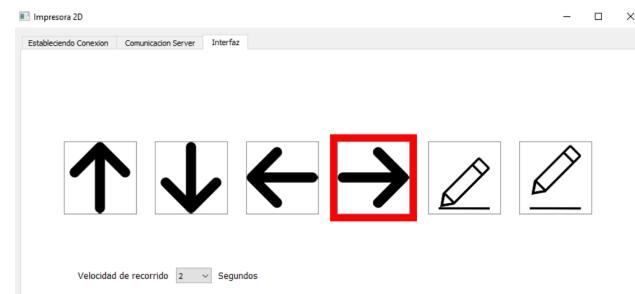


Figura 2: Aplicacion Qt: Barrido Luminoso

II-B. Recepción de señales y procesamiento

Se busca asociar la imagen presentada con un determinado momento de concentración por parte del usuario.

Se utilizan las bibliotecas provistas por el casco EEG (Emotiv), las cuales permiten distinguir si la acción realizada por el usuario corresponde o no a una acción previamente entrenada.

II-C. Recepción y ejecución de comandos

La aplicación compara la respuesta recibida con la opción de movimiento ofrecida en ese momento y, de coincidir con una respuesta voluntaria, detiene el barrido en la interfaz visual destacando la opción elegida. Dicha opción se traduce a un comando asociado que será enviado por una interfaz serie hacia la impresora, la cual ya tiene estos comandos incorporados en su firmware. El proceso finaliza con la ejecución del comando por parte de la impresora.

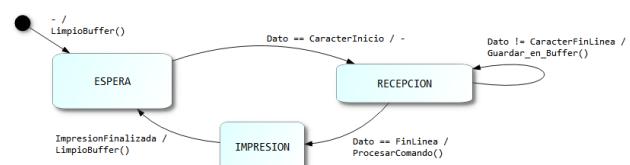


Figura 3: Diagrama en bloques

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III-A. Registros de Potenciales Evocados Relacionados

Como interfaz de adquisición de la señal EEG se utilizó un casco modelo EPOC, de la marca EMOTIV. El entrenamiento consiste en solicitarle a la persona que se concentre en una situación específica durante el tiempo que se registra la señal de electroencefalografía.

Por medio de comunicación bluetooth, el casco EMOTIV enviará las señales a ser procesadas al cliente. Finalizada la etapa de procesamiento, la aplicación podrá discernir si se trata de una acción válida y poder así enviar la respuesta al servidor.

III-B. Accionamiento del dispositivo diseñado

Al iniciar la aplicación, se solicitará una conexión por bluetooth al casco así como también la configuración del perfil del usuario que lo utilice. Acto seguido se solicitará una conexión física al sistema embebido (impresora). A partir de este momento podemos pasar a la interfaz visual para empezar con la comunicación con la impresora.

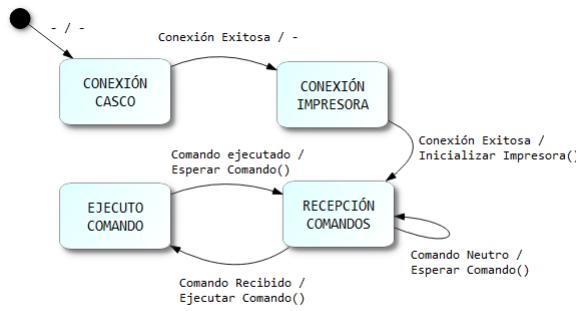


Figura 4: Diagrama de estados de la aplicación.

Una vez interpretada la respuesta en el servidor, este lo compara con la imagen en la que el usuario se concentró y detiene el barrido en dicha imagen para poder mantener la concentración. Cuando esto sucede, la aplicación envía un comando asociado al movimiento por puerto serie para ser ejecutada por la impresora.

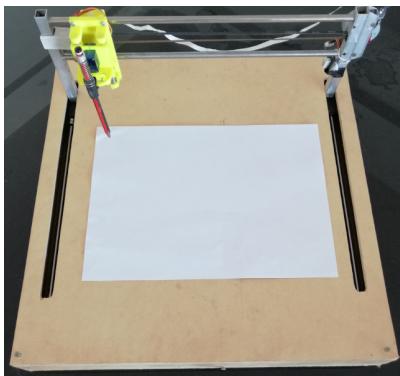


Figura 5: Impresora diseñada.

Esta cuenta con dos motores paso a paso para mover el cabezal sobre el plano de dibujo, y un servo motor para

levantar o bajar el mismo. Como microcontrolador para el firmware se utilizó un LPC1769 de NXP que cuenta con un ARM Cortex M3.

IV. RESULTADOS

Las pruebas para determinar la eficacia del proyecto se realizaron en un ambiente controlado dentro de la universidad, donde se sometieron distintos individuos a distintas pruebas.

El objetivo consiste en determinar el porcentaje de aciertos en las detecciones de las intenciones del individuo. Aquí discernimos en 3 posibles casos considerados:

- Detectado: Si el sistema responde dentro del tiempo de barrido al comando deseado.
- Falso Positivo: Si el sistema realiza una detección de un comando aleatorio en un estado de relajación del usuario.
- No Detectado: Si el sistema no responde dentro del tiempo de barrido al comando deseado.

Adicional a enviar un comando sólo con la concentración del usuario, se hicieron pruebas ayudando con algún gesto facial, como parpadeos o un simple movimiento de cejas.

Cuadro I Resultado de Pruebas Relativo

Método	Usuario	Porcentaje de aciertos
Parpadeo	Usuario 1	66.67 %
Parpadeo	Usuario 3	96.43 %
Parpadeo	Usuario 4	70.59 %
Movimiento de Ceja	Usuario 2	77.50 %
Concentración	Usuario 3	20.41 %
Concentración	Usuario 4	34.48 %

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se observó que existen muchos factores que alteran el porcentaje de aciertos, entre los que destacamos el número de entrenamientos del usuario, el tiempo de barrido de la interfaz visual y el método de concentración elegido.

Se notó como en usuarios menos entrenados hacia falta un tiempo adicional para que pudieran concretar la concentración, esto ocasionaba que el comando ejecutado fuera el siguiente al deseado en el barrido. Esto fue considerado un error en la detección, aunque podría atribuirse a la falta de entrenamiento del usuario y/o un tiempo de barrido más rápido que el requerido.



Figura 6: Adquisición de señal de EEG.

REFERENCIAS

- [1] Alvaro Morán García. “Diseño de interfaces cerebro-máquina controlados mediante registros de EEG”. Grupo de Neurocomputación biológica. Escuela Politécnica Superior Universidad Autónoma de Madrid, 2015.
- [2] F.Pose, N.González, M.Araujo, A. Ortiz, B. Niro, J. Balbi, L. Ramos. “Desarrollo de algoritmo de detección de eventos para comandar un teclado en pantalla utilizando una interfaz cerebro-computadora”. Conaiisi. Argentina, 2017.
- [3] Claudia Nureibis Henriquez Muñoz. “Estudio de técnicas de análisis y clasificación de señales EEG en el contexto de sistemas BCI (Brain Computer Interface)”. Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior - Departamento de Ingeniería Informática, 2014.
- [4] Jeong-Hwan Lim, Han-Jeong Hwang, Chang-Hwan Im, “Eyes-closed SSVEP-based BCI for binary communication of individuals with impaired oculomotor function”, Hanyang University. International winter workshop on BCI 2013.
- [5] Nannan Zhang, Yadong Liu, Zongtan Zhou, “A SSVEP-BCI with random moving stimuli in simulation environment”, National University of Defense Technology. 2017. DOI 10.1109/IWW-BCI.2017.7858170.