



FESTIVAL
INTERNACIONAL DE LA
IMAGEN

15 FESTIVAL INTERNACIONAL DE LA IMAGEN
9-13 mayo / may 2016

Diseño + Arte + Ciencia + Tecnología

Manizales - Colombi
www.festivaldelaimagen.co

XIII Foro Académico de Diseño

XV Festival Internacional de la Imagen

INTERFAZ CEREBRO ORDENADOR. ALTERNATIVAS DEL DISEÑO Y LA CREACIÓN PARA EL BIOFEEDBACK SONORO.

Héctor Fabio Torres Cardona

Universidad de Caldas, docente
Manizales, Colombia
hector.torres_c@ucaldas.edu.co

Resumen

La Interfaz Cerebro Ordenador (BCI) ¹ como electroencefalograma (EEG) y sistema de comunicación entre el cerebro y dispositivos externos al cuerpo humano, se ha convertido en una herramienta importante para la bioretroalimentación (*biofeedback*),² como técnica de creación que permite al usuario ser consciente de los cambios en su actividad cerebral y reaccionar frente a los mismos. A su vez y de manera simultánea, la BCI apunta también al control de otras interfaces mediante el pensamiento (suite cognitiva)³ o los gestos del rostro (suite afectiva), permitiendo así la interrelación entre el pensamiento y la acción. Dicho mecanismo se ha aprovechado en el campo de lo sonoro traduciendo las señales electroquímicas del cerebro a datos y procesos, relacionados con la síntesis de sonido o la metaforización de estructuras musicales,⁴ entre otros; sistemas que permiten al usuario navegar con restricciones entre el control, la automatización y la creación.

Este artículo diserta acerca de los retos inminentes que plantean las BCI en los campos del diseño y de la creación, proponiendo una serie de alternativas que permiten dilucidar las tendencias en el diseño de interfaces gráficas de usuario (GUI) dirigidas al control audio visual con BCIs a las posibilidades de

neurofeedback en el campo del arte sonoro y a sus implicaciones en los procesos creativos; planteando al final los resultados sobre la evaluación de un modelo y un prototipo desarrollado en concordancia con el análisis expuesto, para concluir con la definición de propuestas que ratifican la necesidad de la aplicación del diseño centrado en el usuario y su interrelación con el pensamiento del diseño; y la urgencia por combinar lo estructural con lo creativo en aras de avanzar en el desarrollo de GUIs con fines de control y bioretroalimentación con BCIs.

Abstract

BCI as EEG and communication system between brain and external devices has become an important tool for biofeedback, as it allows the user to be aware changes in their brain activity and reacting to them. At the same time and simultaneously, the BCI aims to control other interfaces through thought (cognitive suite) or facial gestures (affective suite), allowing the interrelation between thought and action. Such a mechanism has been used in the field of the sound translating brain signals electrochemical to data and processes related to the synthesis of sound or musical structures metaphorization among others; systems that allow the user to navigate between control restricted, automation



Universidad de Caldas



Doctorado en
DISEÑO
+ Creación

maestría en
diseño
+ creación interactiva

and creation.

This article is concerning about the imminent challenges posed by BCI in the fields of design and creation, proposing a series of alternatives that allow elucidate trends in GUI design addressed to BCIs audio visual control to the possibilities of neurofeedback in the field of sound art and its implications in creative processes; raising at the end, the results on the evaluation of a model and a prototype developed in accordance with the analysis set, to conclude with the definition of proposals that support the necessity for the implementation of user-centered design and its interface with design thinking and the urgency to combine the structural with the creative in order to advance the GUI development for BCI control purposes and biofeedback

Palabras clave

Interfaz Cerebro ordenador, neurofeedback, Interfaz Gráfica de Usuario, Diseño, Creación.

Mesa temática

- Diseño y desarrollo de productos Interactivos

Categoría

- Panel de sonología

1. Introducción

Para D.Tan (2008)⁵ las tecnologías evolucionan en tres fases: la prueba, la emulación y la madurez; para el caso de las BCI, pertenecientes al campo de la interacción humano – máquina, predominan tres áreas: las aplicaciones, los sensores y la integración con el cerebro; ésta última relacionada con el neurofeedback o cambio consciente de actividad fisiológica como respuesta a uno o varios estímulos determinados. No obstante, las BCI corresponden a una tecnología no invasiva y madura por la complejidad alcanzada en los la sensibilidad de electrodos, la amplificación y el filtrado de la señal y el creciente desarrollo de sus aplicaciones, y aunque no deja de ser fascinante la idea

de establecer una comunicación telepática entre cerebro y máquina, hay una realidad que las cobija: *functional illeracy* (Karat, 2010),⁶ o analfabetismo funcional, como problema de conectividad del lenguaje que no garantiza el perfecto funcionamiento de la misma; de manera adicional implica mucho entrenamiento y en especial sus problemas de diseño deben ser resueltos desde el usuario (UCD), desde dos perspectivas: un control rudimentario y una automatización de datos relativamente imprecisa; sin embargo las BCI se han convertido en un sistema de vital importancia en la extensión del sistema nervioso para personas con condiciones físicas especiales. En tales condiciones el neurofeedback - basado en la actividad eléctrica del cerebro y relacionado con el sueño (Kleitman, 1957),⁷ la sincronización de ritmos alfas (Sinkjaer, 2000),⁸ (Kamiya, 1969),⁹ la asociación de ritmos (Brown, 1995),¹⁰ el control voluntario, el yoga y el hipnotismo (Menninger Foundation), la amplitud del ritmo senso-motor (SMR), la exploración de corticales potenciales lentos (Wolpaw, 2002),¹¹ la imaginación de movimiento, el P300 y los potenciales relacionados con eventos -, se convierte en un mecanismo de múltiples vías que depende de la creatividad de sus operadores, y en el caso de las exploraciones sonoras de la insistente búsqueda por un resultado estético que depende del enfoque interactivo en el proceso HCI.

2. Materiales y Métodos

2.1. Descripción del sistema π

2.1.1. Control

En la etapa de retroalimentación el sistema BCI extrae por simulación las características del control de imaginación de movimiento del usuario y crea un feedback al proceso (Machine learning) (Muller et al.2008);¹² de allí se traducen los códigos numéricos a órdenes a ser ejecutadas por un dispositivo externo. Para el caso de esta investigación, corresponde a la metodología de programación pipeline donde las imágenes controladas pasan a ser sonorizadas por Max MSP; así el usuario controla la GUI de π , creada con



FESTIVAL
INTERNACIONAL DE LA
IMAGEN

15 FESTIVAL INTERNACIONAL DE LA IMAGEN
9-13 mayo / may 2016

Diseño + Arte + Ciencia + Tecnología

Manizales - Colombi
www.festivaldelaimagen.co

Iannix y Processing, obteniendo resultados sonoros a través de Max MSP u otro software de audio que se pueda controlar por Open Sound Control, esta arquitectura consiste en que la salida de un módulo es la entrada del otro, lo cual se adapta casi en su totalidad al diseño e implementación de la solución de la investigación, y para poder desarrollar la solución se utilizaron una serie de herramientas ya implementadas las que se dispusieron en serie para trabajar como un conjunto.

2.1.1.1. ¿Qué controlar?

La relación entre sonidos e imágenes, una construcción derivada de la retórica que acude al paradigma metafórico de interfaz gráfica de usuario (GUI), al cual Cooper antecede el tecnológico y el idiomático; de tal forma el sonido representa el lugar de la forma en contextos relacionados con el objeto sonoro, no un organismo vivo que inicia un proceso de conexión entre la comparación, la metafísica, la percepción y la cognición (Ricoeur, 2001),¹³ si aquella que trata de la comprensión de una idea o dominio en términos de otra (Lakoff, G., & Johnson, M. 2008),¹⁴ la de la analogía cognitiva (Hartman, 1982),¹⁵ que se deriva de los significados de las partes (Gentner, D. 1983)¹⁶ o sea dada su flexibilidad de interacción (Glicksohn, J., & Goodblatt, C.,¹⁷ 1993).¹⁸ En este marco se crea una GUI para generar sonidos desprovistos de intenciones estructurales (música), con la libertad de control limitada que provee la BCI, pero con perspectiva de mapa mental asociativo, a manera de diseño sonoro inverso, pero desprovisto de la intencionalidad del diseño; o sea libre del a priori del proyecto y con recorridos de navegación aleatorios provistos de sorpresas auditivas acompañadas por imágenes.

2.1.2. Biofeedback

El biofeedback propuesto para π se obtiene por automatización de datos discretos. De la misma manera que el EEG adquiere las señales eléctricas para su visualización la BCI lo hace a través de datos crudos o procesados, la conexión entre la BCI y la automatización de π , se logra a través de los datos procesados por Mind Your OSCs (en caso de usarse), o

de lo contrario, se reciben los datos crudos para ser procesados por Simulink de MatLab y se traducen a visualizaciones o sonoridades a las cuales el usuario es sensible y puede responder.

2.1.3. Sistema doble.

El proyecto propone un sistema doble control + automatización; es decir, el usuario controla una GUI y de manera simultánea se obtienen los datos de su actividad cerebral pero se encamina al neurofeedback, por lo tanto el control se ve afectado por las lecturas de la actividad eléctrica del cerebro y dicha calibración altera los sonidos en cuanto a la amplitud, la altura, la síntesis, etc., y las imágenes en cuanto al color, la luz y los efectos, de tal manera que el usuario se ve obligado a responder de manera contraria al estímulo tratando de controlar los niveles de stress, ansiedad, frustración, concentración, etc, o de actuar de manera contraria al espectro obtenido.

2.1.3.4. Un bucle extraño.

Los potenciales evocados sensoriales (SEP) son la respuesta eléctrica del cerebro a un estímulo sensorial, por lo tanto al provocar una respuesta sensorial repetida el cerebro reaccionará a la misma de manera constante, lo cual provoca un bucle, por ej: una intérprete del piano (i) es invidente y su actividad cerebral es automatizada (a) para obtener datos sonoros (s) que varían de acuerdo a su estado mental, la variabilidad de datos sonoros son convertidos en órdenes a ser ejecutadas (o) en el instrumento, por lo tanto dichas órdenes son potenciales que a su vez estimulan el sonido del piano (otro evocado), por lo tanto cada nuevo sonido se convierte en un potencial que altera la actividad cerebral.

2.1.3.5. Metaverso

Un usuario con discapacidad física severa, controla la GUI mientras su actividad cerebral genera sonidos en background o alteraciones macro de los procesos controlados y a su vez el control sonoro, ejercido para la navegación y los diferentes tipos de clics, generan una danza inconsciente de su avatar en el metaverso, de



Universidad de Caldas



Doctorado en
DISEÑO
+ Creación

maestría en
diseño
+ creación interactiva

allí se deduce que en esta aplicación prima la traducción y que el usuario no controla todo a conciencia y se resuelve desde el diseño centrado en el mismo usuario (Endsley, 2011).¹⁹

3. Resultados

El marco de esta investigación – creación, aunque recurre al diseño para la creación de la GUI prescinde del mismo frente a la búsqueda de resultados sonoros, renunciando a la sistematización de la representación sonora, de allí que el resultado no sea un diseño pero si una creación, la cual a su vez prescinde de la idea de música (como estructura), para generar interactividades desprovistas de la forma; entrando así al campo del experimento sonoro y el aprovechamiento de tres temas fundamentales: la comunicación, la retroalimentación y la traducción; áreas de trabajo presentes tanto en la BCI como en las tecnologías involucradas en los procesos de las HCI.

4. Discusión

Cuando se hace una investigación enfocada a la exploración de las posibilidades de un sistema o una tecnología, se tiende a resolver los procesos desde la misma tecnología, por lo tanto se convierte en un problema perverso de diseño (Buchanans, 1992).²⁰ En el caso de la investigación – creación se plantea la conveniencia o no de la exploración de una tecnología para llevarla a su grado de madurez; sin embargo el proceso de creación no está allí porque es un proceso que deriva de las herramientas otras posibilidades alejadas de su fin tecnológico y por lo tanto el diseño pasa a ser una estrategia de liberación del mismo diseño, justificación que permite eliminar la idea de trabajar con música, por lo tanto se desprende de allí la discusión de la diferenciación entre música y creación sonora y queda la percepción de la similitud entre música y diseño, dados las coincidencias e incidencias de sus procesos.

Bibliografía.

¹ Wolpaw, J., & Wolpaw, E. W. (2012). *Brain-computer interfaces: principles and practice*. OUP USA.

² Basmajian, J. V. (1979). *Biofeedback: Principles and practice for clinicians*. Williams & Wilkins.

³ Lievesley, R., Wozencroft, M., & Ewins, D. (2011). The Emotiv EPOC neuroheadset: an inexpensive method of controlling assistive technologies using facial expressions and thoughts?. *Journal of Assistive Technologies*, 5(2), 67-82.

⁴ Zbikowski, L. M. (2008). Metaphor and music. *The Cambridge handbook of metaphor and thought*, 502-524.

⁵ D.S. Tan, A. Nijholt (eds.), *Brain-Computer Interfaces*, 3 Human-Computer Interaction Series, DOI 10.1007/978-1-84996-272-8_1, © Springer-Verlag London Limited 2010

⁶ Karat, J., & Vanderdonckt, J. (2010). *Human-Computer Interaction Series*.

⁷ Dement, W., & Kleitman, N. (1957). Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility, and dreaming. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 9(4), 673-690.

⁸ Sinkjær, T., Andersen, J. B., Ladouceur, M., Christensen, L. O. D., & Nielsen, J. B. (2000). Major role for sensory feedback in soleus EMG activity in the stance phase of walking in man. *The Journal of physiology*, 523(3), 817-827.

⁹ Kamiya, J. (1969). Operant control of the EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness. *Altered states of consciousness*. New York: Wiley, 1069.

¹⁰ Brown, K., Gerstberger, S., Carlson, L., Franzoso, G., & Siebenlist, U. (1995). Control of I kappa B-alpha proteolysis by site-specific, signal-induced phosphorylation. *Science*, 267(5203), 1485-1488.



FESTIVAL
INTERNACIONAL DE LA
IMAGEN

15 FESTIVAL INTERNACIONAL DE LA IMAGEN
9-13 mayo / may 2016

Diseño + Arte + Ciencia + Tecnología

Manizales - Colombi
www.festivaldelaimagen.co

-
- ¹¹ **Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller, G., & Vaughan, T. M.** (2002). Brain-computer interfaces for communication and control. *Clinical neurophysiology*, 113(6), 767-791.
- ¹² **Müller, K. R., Tangermann, M., Dornhege, G., Krauledat, M., Curio, G., & Blankertz, B.** (2008). Machine learning for real-time single-trial EEG-analysis: from brain-computer interfacing to mental state monitoring. *Journal of neuroscience methods*, 167(1), 82-90.
- ¹³ **Ricoeur, P.** (2001). *La metáfora viva*. Ediciones Cristiandad.
- ¹⁴ **Lakoff, G., & Johnson, M.** (2008). *Metaphors we live by*. University of Chicago press.
- ¹⁵ **Hartman, C. O.** (1982). Cognitive metaphor. *New Literary History*, 13(2), 327-339.
- ¹⁶ **Gentner, D.** (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive science*, 7(2), 155-170.
- ¹⁷ **Glicksohn, J., & Goodblatt, C.** (1993). Metaphor and Gestalt: Interaction theory revisited. *Poetics Today*, 83-97.
- ¹⁸ **Glicksohn, J., & Goodblatt, C.** (1993). Metaphor and Gestalt: Interaction theory revisited. *Poetics Today*, 83-97.
- ¹⁹ **Endsley, M. R.** (2011). *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*. CRC press.
- ²⁰ **Buchanan, R.** (1992). Wicked problems in design thinking. *Design issues*, 8(2), 5-21.



Universidad de Caldas



Doctorado en
DISEÑO
+ Creación

maestría en
diseño
+ creación interactiva