

Influencias del estado biométrico-emocional de personas interactuando en contextos de entornos virtuales

Jorge Ierache¹, Claudio Cervino², Edgardo Eszter³, Daniel Fortin³, Alvaro Castro Menna³

¹ISIER-UM -Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales

²Instituto de Fisiología y Neurociencias (IFiNe- Secretaria de CyT, UM)

³Facultad de Ingeniería

Universidad de Morón

Cabildo 134, Buenos Aires, Argentina

jierache@unimoron.edu.ar

Resumen

Existen diferentes maneras de inferir emociones en los usuarios de computadoras, por ejemplo, a través de detección gestual de rostro, voz, registros de EEG, este último a través de *Brain Control Interface* (BCI). Actualmente se experimenta con el control de computadoras, dispositivos. Sin embargo no se registran desarrollos de sistemas que asistan a la inferencia emocional con capacidades de explotación y desarrollo de integración abierta y transparente a los entornos virtuales en especial de simulación y entrenamiento. Analizar las emociones y comportamiento de las personas en entornos virtuales que simulan de modo realista situaciones de la vida cotidiana o tareas laborales específicas, de riesgo, brindan un marco apropiado para, no sólo detectar, medir y analizar dichas emociones o respuestas de comportamiento, sino también para poder proyectarlas a situaciones ya no simuladas sino reales. Allí radica el valor de los simuladores como entorno para ensayos de esta naturaleza.

Palabras clave: Interfase cerebro-computadora, Reconocimiento patrones emocionales, Estado biométrico-

emocional, Entornos virtuales.

Contexto

Para el desarrollo de este proyecto se aúnan esfuerzos entre tres grupos de trabajo: el Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER-UM), docentes-investigadores de la Facultad de Informática; Institutos de la Facultad de Ingeniería, docentes-investigadores de la Facultad de Ingeniería, e Instituto de Fisiología y Neurociencias (IFiNe) de la Secretaria de CyT-UM. Esta alianza, si bien de reciente conformación, está formado por docentes con una amplia trayectoria académica y de investigación en la UM, en el campo de la informática, ingeniería electrónica, la fisiología y las neurociencias. Este proyecto es financiado a través del Ping/17-03-JI-004 de la Secretaria de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Morón.

Introducción

Durante las pasadas décadas se incrementó el desarrollo del campo de las Interfaces Cerebro-Maquina [1], [2] o más comúnmente conocidas por sus siglas en inglés de *Brain Control Interface*

(BCI). Esto posibilita la comunicación entre las funciones mentales y cognitivas de quien la utiliza para luego ser procesadas, clasificadas e interpretadas por aplicaciones o dispositivos puntuales. La investigación de las interfases BCI se desarrolla en un campo científico multidisciplinario con aplicaciones que van desde la computación aplicada en el campo de las neurociencias, domótica, robótica y entretenimiento entre otras; con aplicaciones que van desde mover cursores en pantalla hasta determinar que disc jockey divierte más a la multitud que lo escucha [3], [4]. En trabajos previos del ISIER-UM¹ [5], [6], [7], [8] orientados al control de Robots y el control de artefactos en el contexto de la domótica [9], como así también en la lectura emocional del usuario, enfocando la lectura de la excitación y meditación [10], se experimentó con BCI en particular con EMOTIV [11] integrando la respuesta de biopotenciales eléctricos de individuos para el control de robots a través del electro-miograma, electro-encefalograma y electro-oculograma que son bioseñales eléctricas generadas por los patrones de actividad de los músculos, el cerebro y los ojos del usuario. Los trabajos desarrollados en IFiNe-UM² en relación al registro de actividad bioeléctrica cerebral [12], [13] y de otros parámetros fisiológicos, tanto en humanos como en animales de experimentación, contribuyen directamente a la investigación y registros de parámetros biométricos. Las técnicas de inferencia del estado emocional de un ser humano a partir de biomarcadores sin que este deba controlar su propio estado eléctrico

cerebral representan un área relativamente novedosa de investigación que ha sido identificada como BCI pasivo [14]. Los sistemas BCI pasivos en el contexto de monitoreo de operadores en ambientes virtuales necesitan recabar información biometría, más allá de la potencialmente necesaria para inferir estados relacionados con emociones/sentimientos. Ejemplos son el reconocimiento de errores (potenciales de negatividad relacionada a errores o ERNs), vigilia relajada (ritmo alfa), compromiso con una tarea (calculado a partir de relaciones entre ritmos cerebrales [15]), carga de trabajo [16] o intención [17]. Los problemas que el diseño de sistemas BCI pasivos plantea no han sido resueltos aún de manera completamente satisfactoria [18]. Entre estos desafíos, encontramos: el procesamiento/filtrado de artefactos, el registro y análisis multi-escala, el problema inverso del EEG, el promediado de respuestas y el basamento neurocientífico, sin embargo su aplicación se extiende frente al empleo de sistemas invasivos que recurrieron a implantar electrodos intracraneales en la corteza motora de primates [19], [20].

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

En particular, nuestra investigación se concentra en el desarrollo de sistemas con el empleo de BCI pasivos que puedan evaluar las reacciones de una persona que está siendo entrenada en un ambiente virtual para ejecutar tareas críticas. La investigación aplicará una interfaz BCI

que permita convertir el EEG y el registro de otros biomarcadores, inducido por los cambios motivacionales y emocionales del usuario, en señales para ser analizadas y procesadas por un sistema computarizado. Los sistemas de simulación son entornos virtuales altamente realistas que por sus características brindan condiciones apropiadas para el estudio de las personas que interactúan con ellos. Para llevar adelante este proyecto se prevén líneas de desarrollo orientadas a: a) analizar dispositivos de bioseñales y sensores biométricos de parámetros fisiológicos; b) experimentar con interfase cerebro-máquina; c) desarrollar el Framework de monitoreo de bioseñales; e) efectuar la experimentación basal; f) realizar la integración con el ambiente de simulación contemplando captura de situaciones, parámetros de las mismas y acciones del usuario; g) generar la trazabilidad del estado emocional del individuo en función de la evolución de las situaciones de simulación; h) efectuar la experimentación integrada en contexto de simulación específicos y analizar sus resultados, i) generar un perfil del individuo en un contexto de computación afectiva.

Objetivos y Resultados Esperados

Con la ejecución del presente proyecto se pretende contribuir a inferir los estados anímicos de los usuarios, durante su actuación en los sistemas de adiestramiento y a otros entornos virtuales de aprendizajes, como así también asistir al estudio de los parámetros biométricos más relevantes.

La experimentación inicial abordará situaciones de simulación basal a situaciones de casos de borde donde se registre los cambios biométricos que permitirá deducir el estado emocional del individuo en situaciones esperadas en términos de relajación o en situaciones esperadas en términos de excitación, entre otras que caracterizan los cambios motivacionales y emocionales. La relevancia de este tipo de investigación también puede ser analizada bajo la perspectiva de una mejor comprensión del comportamiento de las personas en determinadas situaciones en donde se realizarán los ensayos. Esto permitirá analizar de modo crítico los modos de capacitación con sistemas de simulación mediante realidad virtual. La evaluación de las emociones humanas en un sistema de simulación permitirá obtener información más precisa que incida, también, en los modos de enseñar, capacitar y aprehender mediante sistemas de simulación. Con la ejecución este proyecto se pretende mejorar los procesos de capacitación y evaluación de sujetos expuestos a situaciones críticas. La propuesta es registrar indicadores biométricos durante las sesiones que desarrolla un usuario en ambientes virtuales representados por sistemas de simuladores y adiestradores, entre otros, con especial interés en sistemas que asisten al entrenamiento de personal en sistemas de misión crítica, como así también en sistema que por su naturaleza puedan influir en la seguridad social. Los actuales sistemas en uso para el adiestramiento en sistemas virtuales recrea las escenas y situaciones, pero no

registran información biométrica relacionada especialmente con el estado emocional, situación de excitación-relajación con el empleo de una interfaz Cerebro-Máquina (BCI) que permita convertir parámetros fisiológicos, cognitivos y emocionales del usuario (entre otras, la actividad eléctrica cerebral (EEG), parámetros de pulsaciones, presión arterial, frecuencia cardiaca) en especial frente a situaciones simuladas críticas como lo son fallos y su resolución, aplicación de procedimientos de emergencia, a fin de poder evaluar no solo la resolución del caso en forma aislada, sino también el comportamiento biométrico del individuo frente a la situación presentada en el contexto virtual, contribuyendo a lograr un perfil y su historial comparativo en sus distintas sesiones de entrenamiento. De tal forma, al recolectar y procesar información del estado del usuario (a partir de biomarcadores) se busca evaluar/mejorar momento a momento la interacción entre el hombre y el ambiente virtual. Se considera en este orden la influencia en los resultados de entrenamiento del individuo en función de los cambios emocionales y patrones biométricos en función del contexto de simulación. Los cambios motivacionales y emocionales, representar la alteración de señales bioeléctricas contrastándolas y determinando cambios emocionales en función del contexto de actuación del usuario. Se presenta el modelo de integración de información biométrica en función del mundo virtual (Fig. 1).

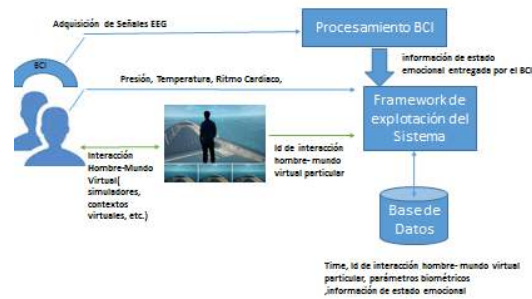


Fig 1. Modelo conceptual del sistema de influencia del estado biométrico emocional de personas interactuando en mundos virtuales

Formación de Recursos Humanos

El grupo de investigación se encuentra conformado por tres investigadores formados, dos investigadores en formación, se prevé la incorporación de dos estudiantes grado durante el año 2018.

Referencias

1. Hamadicharef, 2010 "Brain Computer Interface Literature- A bibliometric study", in 10th International Conference on Information Science, Signal Processing and their Applications, Kuala Lumpur, pp. 626-629.
2. J. del R Millán, "Brain-computer interfaces, 2002" in Handbook of Brain Theory and Neural Networks, 2nd ed, M.A. Arbib, Ed. Cambridge, MA: MIT Press.
3. M. A. Lebedev and M. A. L. Nicolelis, 2006. "Brainmachine interfaces: Past, present and future," Trends in Neurosciences, vol. 29, no. 9, pp. 536-546.
4. R. Wolpaw, D. J. McFarland, 2000 "Brain-computer interface research at the Wadsworth center," IEEE Trans. Rehab. Eng., vol. 8, pp. 222-226.
5. Ierache, J., Dittler M., Pereira G., García Martínez R, "Robot Control on the basis of Bio-electrical signals" XV CACIC 2009,

- UNJu, ISBN 978-897-24068-3-9
6. Ierache J, Pereira G, Iribarren J, Sattolo I, "Robot Control on the Basis of Bio-electrical Signals": "International Conference on Robot Intelligence Technology and Applications" (RiTA 2012). Series Advances in Intelligent and Soft Computing of Springer.
 7. Ierache., J, Pereira.,G, Sattolo.,I ,Guerrero., A, D'Alto J, Iribarren., J. Control vía Internet de un Robot ubicado en un sitio remoto aplicando una Interfase Cerebro-Máquina".XVII CACIC 2011, UNLP, ISBN 978-950-34-0756-1,p 1373-1382.
 8. Ierache J, Pereira G, Iribarren J "Demostración de los resultados en la integración de Interfases Lectoras de Bioseñales aplicadas al Control de un Robot" VII TEYET 2012 UNNOBA, 2012, demos educativas. ISBN 978-987-28186-3-0.
 9. Ierache., J, Pereira., G, J, Iribarren Framework for Brain Computer Interface implemented to control devices in the context of home automation XIX CACIC 2013, CAECE Mar del Plata, ISBN 978-897-23963-12
 10. Ierache J, Nervo F, Pereira G, Iribarren J Estado emocional centrado en estímulos, aplicando Interfase cerebro-maquina, XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (Buenos Aires, 2014) ISBN 978-987-3806-05-6
 11. Emotiv Epoc Vigente 2018 <http://www.emotiv.com/>.
 12. Cervino, C. 1999. MS. Nuevo ritmo alfa y actividad gamma en los bulbos olfatorios de un armadillo sudamericano: cuantificación y perspectivas futuras. Premio "Prof. Dr. Eduardo de Robertis", al mejor trabajo de Neurociencia Básica. 455 pág.
 13. Affanni, JM. y CO. Cervino. 2000. Actividad Bioeléctrica Cerebral. En: Fisiología Humana de Houssay (7ma ed.), A. Houssay y C. Cingolani (eds.). Buenos Aires: Ed. El Ateneo. 1120 pág.: 1015-1039.
 14. T. Zander y C. Kothe. 2010. Towards passive brain-computer interfaces: applying brain-computer interface technology to human-machine systems in general. *J. Neural Eng.*, 8(2)-025005 <http://dx.doi.org/10.1088/1741-2560/8/2/025005>.
 15. L. Georgey A. Lécuyer. 2010. An overview of research on "passive" brain-computer interfaces for implicit human-computer interaction. International Conference on Applied Bionics and Biomechanics ICABB 2010 - Workshop W1 "Brain-Computer Interfacing and Virtual Reality", Venecia, Italia.
 16. D. Heger, F. Putze, F. y T. Schultz, T. 2010. Online Workload Recognition from EEG data during Cognitive Tests and Human-Computer Interaction. *KI 2010: Advances in Artificial Intelligence*, 410-417.
 17. S. Haufe, J.W. Kim, I.H. Kim, A. Sonnleitner, M. Schrauf, G. Curio, B. Blankertz. 2014. Electrophysiology-based detection of emergency braking intention in real-world driving. *J. Neural Eng.* 11(5)-056011. [10.1088/1741-2560/11/5/056011](https://doi.org/10.1088/1741-2560/11/5/056011)
 18. S. Makeig, C. Kothe, T. Mullen, N. Bigdely-Shamlo, Z. Zhang y K. Kreutz-Delgado. 2012. Evolving Signal Processing for Brain-Computer Interfaces. *Proceedings of the IEEE - Volume 100 (Special Centennial Issue)*.
 19. J. Wessberg, C. R. Stambaugh, J. D. Kralik, P. D. Beck, M. Laubach, J. K., , 2000. "Real-time prediction of hand trajectory by ensembles of cortical neurons in primates," *Nature*, vol. 408, pp. 361-365.
 20. M. A. L. Nicolelis, "Brain-machine interfaces to restore motor function and probe neural circuits," *Nature Rev.Neurosci.*, vol. 4, pp. 417-422, 2003