

## Aplicación de interfases lectoras de bioseñales en el contexto de la domótica

Jorge Ierache<sup>1,2</sup>, Gustavo Pereira<sup>1</sup>, Iris Satollo, Juan Iribarren<sup>1</sup>

Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER)<sup>1</sup>  
Laboratorio de sistemas de información avanzados Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires<sup>2</sup>

ISIER, Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales  
Universidad de Morón, Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina  
54 11 5627 200 int 189  
jierache@unimoron.edu.ar

*Resumen: En este trabajo presenta los las líneas de investigación aplicada al control de artefactos, a través de bioseñales cerebrales. Se basa en los resultados iniciales de la investigación de tecnologías e interfases disponibles que facilitan la lectura de las señales del cerebro del usuario y su asociación a comandos explícitos. Nuestro trabajo presenta una solución, aplicando el desarrollo de un framework de comunicación y control de artefactos, sobre la base de la experiencia inicial del control de robots.*

**Key words:** Demotic, Brain Machine Interface, Bio-Electrical Signal, Human Machine Interfaces.

### 1. Contexto.

La línea de investigación y desarrollo se orienta al estudio y desarrollo de soluciones ingenieriles para aplicar Brain-Machine Interfase (BMI) al control de artefactos y robots. Este trabajo es financiado por la

Universidad de Morón en el contexto del PID 01-001/12 radicado en el Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER) con la cooperación del Laboratorio de sistemas de información avanzados del departamento de computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

### 2. Introducción.

La aplicación de bioseñales para el control de sistemas, robots, aplicaciones, juegos y otros dispositivos, presenta un enfoque novedoso al abrir las puertas para la interacción entre humanos y computadoras en una nueva dimensión, donde se explotan específicamente biopotenciales eléctricos registrados en el usuario, a través de: el electro-miograma, el electro-encefalograma y el electro-oculograma, que son bioseñales eléctricas generadas por los patrones de actividad de los músculos, el cerebro y los ojos del usuario

En este orden, se presentaron diversos trabajos: los primeros, recurrieron a implantar electrodos intracraneales en la corteza motora de primates [1], [2]. Los trabajos no invasivos para humanos recurrieron a señales de Electroencefalogramas (EEG), aplicados a ejercicios de comandos mentales, como mover el cursor de una computadora [3], [4] basados en el empleo de Brain-Machine Interface (BMI). Millan et. al. [5] demuestra como dos personas pueden mover un robot usando un simple electroencefalograma, sobre

la base de reconocer tres estados mentales, los que se asocian a comandos del robot. Los trabajos de Saulnier et. al. [6] se enfocaron en controlar la velocidad de un robot y extender su aplicación para inferir el nivel de stress del usuario, y a partir de éste influir en el comportamiento social de robots domésticos, en este caso una aspiradora robot.

El trabajo seminal de Millan et. al. [5], emplea como única bioseñal el electroencefalograma, sobre la base del trabajo de dos personas para apoyar la navegación de un robot, a diferencia de éste, nuestro trabajo presenta el resultado preliminar empleando un BMI de bajo costo, utilizado en trabajos secundarios como el de Saulnier et. al. [6], que incluye las bioseñales correspondientes al electroencefalograma, electro-oculograma y electromiograma.

A diferencia del trabajo de Saulnier et. al. [6], que implementa un control de velocidad sobre la base del electromiograma e infiere el estado de stress del usuario a través del electroencefalograma, nuestro trabajo se enfoca inicialmente en la ejecución de comandos para la navegación por parte de un robot [7] y actualmente en el control de artefactos en un contexto de domótica.

Controlar artefactos, mover robots o facilitar la aplicación de dispositivos para discapacitados sin aplicar controles manuales y alcanzar el control sólo a través de la actividad mental, fascinó a los investigadores, si bien alcanzar una plasticidad con un BMI requiere de tiempo por parte del usuario, en nuestras experiencias para facilitar el empleo a un usuario con mínimo entrenamiento se desarrolló el control por auto foco con la finalidad que el robot NXT sea guiado con el empleo de un BMI-NIA [8], para cumplir con un patrón de navegación, logrando una mejora en los tiempos de control mental, superando ligeramente al manual, en las pruebas de ejecución del mismo patrón de navegación [9], [10], [11]. En trabajos realizados en el año 2011 se experimentó el control remoto vía internet de un robot NXT [11] vía Internet con la aplicación de

bioseñales con el BMI de NIA [8]. En la figura N° 1, se muestra el BMI (izq) y la Banda Lectora (der).



Figura N° 1 BMI-Banda NIA

## 2. Resultados Obtenidos

Se efectuaron demostraciones de los resultados durante el TEYET 2012 [12], empleando el BMI de EMOTIV figura N° 2.

El mencionado BMI “EMOTIV” [13] se aplicó para el control de un robot NXT (Adelante, Atrás, Izquierda, Derecha).



Figura N° 2 “BMI Emotiv”

Para mantener la premisa de empleo del BMI por parte de un usuario sin experiencia, se plantearon dos comandos: uno que permitiese controlar la selección de comportamientos y otro, la ejecución de los mismos sobre la base de sus propios controladores (por ejemplo moverse hacia adelante o girar a la derecha).

Se estableció una arquitectura experimental que contempla dos vías de comunicación, la primera vía la denominamos vía de comunicación de alto nivel ó “usuario-computadora”. Esta vía, al igual que en las investigaciones previas se instrumentó en sus inicios con un BMI de bajo costo OCZ NIA [8] de empleo experimental en video juegos

que permitió la asociación de patrones de bioseñales con el teclado de la computadora.

Sobre estas facilidades determinamos un perfil simple para el manejo de un robot o un artefacto, que asocia y caracteriza en primer lugar, el control para la ejecución del comando mental sobre la base de la detección de señales musculares, en nuestro caso a través de un leve movimiento de los párpados. En segundo lugar la selección de los comandos de alto nivel aplicados a un robot o a un artefacto, en este caso se trabajó sobre la base de las ondas cerebrales Alfa. Este tipo de bioseñales no aseguraron un adecuado control al usuario en los desplazamientos, a través de un panel ú de selección de comandos del framework de control del robot. Frente a esta situación se implementó en el framework la opción de aplicación de auto foco [9], [10], [11], para el modo control a través de BMI, mejorando el gobierno del usuario en el proceso de selección de comandos, técnica aplicable para el control de artefactos.

La vía de comunicación “computadora–robot/artectos” (segunda vía de comunicación denominada de bajo nivel). Se efectuó a través de comunicación en Bluetooth, nativa en el kit del robot Lego NXT y para la cual hay una gran cantidad de librerías disponibles para su comunicación con una computadora mediante diversos lenguajes de programación. La comunicación de bajo nivel para artefactos se efectuó a través de control IR

El BMI (Brain Machine Interface) EMOTIV EPOC, articulado con su SDK (figura N° 3) el que consta de un panel de control para generar el usuario, y registrar su perfil, además de facilitar la visualización del estado de conexión de los sensores, se cuenta con distintos patrones de registro expresivo, afectivo y cognitivo. En el expresivo se puede visualizar un avatar en el cual se podrán entrenar distintos signos de expresión de nuestra cara (pestañar, guiño izquierdo, guiño derecho, mirar a izquierda, mirar hacia la derecha, mover las cejas hacia arriba, mover las cejas hacia abajo, sonreír, apretar los

dientes). El afectivo permite verificar distintos estados de ánimo que van sucediendo en un tiempo determinado (compromiso, excitación instantánea, excitación a largo tiempo entre otras). El cognitivo permite realizar el entrenamiento de una acción a través sobre la base de un pensamiento, sobre el cual se pueden entrenar

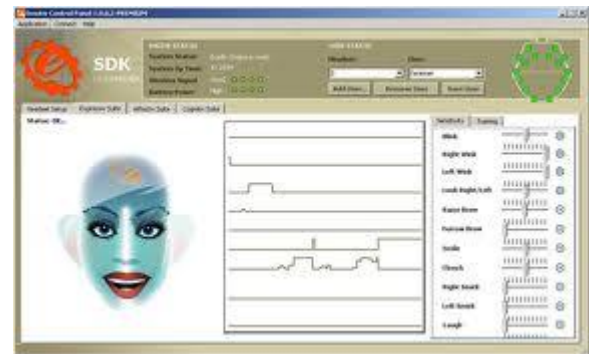


Figura N° 3 SDK-Emotiv

hasta trece acciones, de las cuales seis son movimientos direccionales (empujar, tirar hacia adelante, izquierda, derecha, arriba y abajo), seis rotacionales (giro en el sentido de las agujas del reloj, giro contrario en el sentido de las agujas del reloj, rotación a la izquierda, rotación a la derecha, adelante, atrás) y uno imaginario que es desaparecer. Otras de las herramientas con las que cuenta el SDK es Emokey (figura N° 4), que permite vincular una acción del emotiv con cualquier tecla y así poder funcionar como interfase con cualquier aplicación.

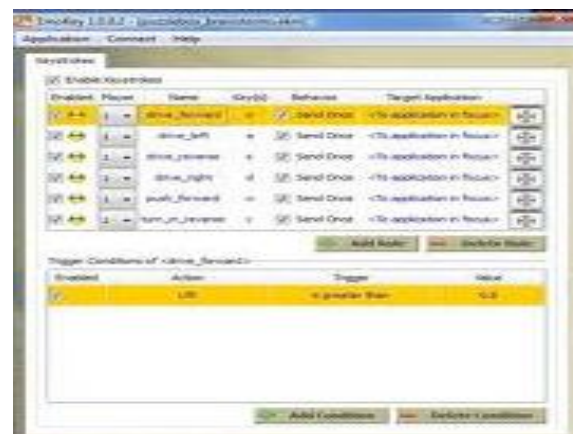


Figura N° 4 “Emokey”

Para la presentación de TEYET 2012 [13] se entrenaron dos acciones cognitivas y dos acciones expresivas para el control de un robot LEGO versión NXT mediante bluetooth a través del framework desarrollado por el Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica en lenguaje C#.

El framework fue diseñado para ser adaptado a cualquier comunicación y cualquier robot, con sólo agregar las librerías necesarias para realizar las primitivas de movimiento y conexión permite mover el robot con nuestros pensamientos y gestos.

Utilizando las facilidades del emokey con el empleo del dispositivo USB-UIRT [15] (figura N° 5) para obtener el código infrarrojo de un artefacto y luego poder transmitirlo, se inicio el desarrolló de un framework de domótica que facilite la comunicación del Emotiv con artefactos controlados mediante señales de infrarrojo como televisores, equipos de música, equipos de aire acondicionado, entre otros (figura N° 6).



Figura N° 6 Dispositivo USB-UIRT

El framework con una interfaz amigable facilitara la incorporación de artefactos, donde claramente se puede definir cada uno de los comandos del o los dispositivos facilitando a personas discapacitadas el control de artefactos, al igual que la interacción y control de estos usuarios con dispositivos ubicados en sitio remotos.

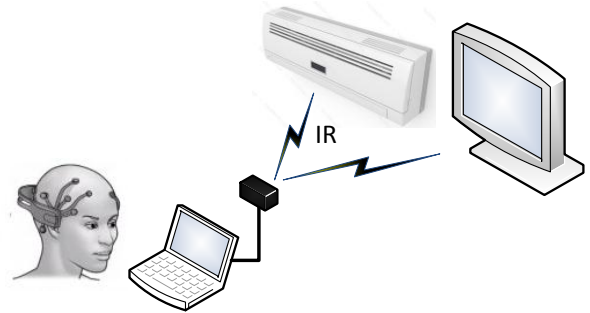


Figura N° 6 – Aplicación domótica con EMOTIV/USB-UIRT

### 3 Líneas de Investigación y Desarrollo

En el marco de las líneas de investigación actuales se implementarán mayores prestaciones de control extendidas tanto a robots como artefactos remotos de control infrarrojo (Aire Acondicionado, TV, entre otros dispositivos), apuntando tanto a dispositivos locales como a los localizados en sitios remotos mediante un único framework multiplataforma que integre librerías para una gran cantidad de dispositivos conocidos, importación y exportación de perfiles de comandos y un asistente para el entrenamiento y familiarización del usuario con el Emotiv.

### 4. Formación de Recursos Humanos

Este proyecto se encuentra financiado por la Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales de la Universidad de Morón. A su vez propicia la formación de recursos, con la participación de estudiantes de grado y posgrado para la continuación de las líneas de investigación relacionadas. Este PID lo integran cuatro investigadores y dos estudiantes de tesis de grado, orientadas al control remoto de robots y artefactos en un contexto de domótica con la aplicación de Brain-Machine Interface (BMI).

## 5. Referencias

- 1- J. Wessberg, C. R. Stambaugh, J. D. Kralik, P. D. Beck, M. Laubach, J. K., "Real-time prediction of hand trajectory by ensembles of cortical neurons in primates," *Nature*, vol. 408, pp. 361–365, 2000.
- 2- M. A. L. Nicolelis, "Brain-machine interfaces to restore motor function and probe neural circuits," *Nature Rev.Neurosci.*, vol. 4, pp. 417–422, 2003.
- 3- R. Wolpaw, D. J. McFarland, and T. M. Vaughan, "Brain-computer interface research at the Wadsworth center," *IEEE Trans. Rehab. Eng.*, vol. 8, pp. 222–226, 2000.
- 4- J. del R Millán, "Brain-computer interfaces," in *Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, 2nd ed, M.A. Arbib, Ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.
- 5- José Millán, Frédéric Renkensb, Josep Mouriñoc, and Wulfram Gerstnerb. Non-Invasive Brain-Actuated Control of a Mobile Robot by Human EEG. *IEEE Trans. on Biomedical Engineering*, Vol 51, June 2004.
- 6- Paul Saulnier, Ehud Sharlin, and Saul Greenberg. Using Bio-electrical Signals to Influence the Social Behaviours of Domesticated Robots. *HRI'09*, 2009, USA.ACM 978-1-60558-404-1/09/03.
- 7- Ierache Jorge, Pereira Gustavo, Iribarren Juan, Sattolo Iris, "Robot Control on the Basis of Bio-electrical Signals" : "International Conference on Robot Intelligence Technology and Applications" (RiTA 2012) Gwangju, Korea on December 16-18, 2012. Series *Advances in Intelligent and Soft Computing of Springer*.
- 8- [http://www.ocztechnology.com/products/ocz\\_peripherals/nia-neural\\_impulse\\_actuator](http://www.ocztechnology.com/products/ocz_peripherals/nia-neural_impulse_actuator).
- 9- Ierache, J., Dittler M., Pereira G., García Martínez R.,(2009) "Robot Control on the basis of Bio-electrical signals" XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 5 al 9 octubre CACIC 2009, Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ingeniería, ISBN 978-897-24068-3-9 ,pag 30.
- 10- Ierache, J., Dittler, M. García-Martínez, R., "Control de Robots con Basado en Bioseñales". XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2010: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Calafate, Santa Cruz, Argentina. 5 y 6 de mayo de 2010,ISBN 978-950-34-0652-6, pag 641.
- 11- Ierache., J, Pereira.,G, Sattolo.,I , Guerrero., A, D'Alitto J, Iribarren., J. Control vía Internet de un Robot ubicado en un sitio remoto aplicando una Interfase Cerebro-Máquina". XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 5 al 9 octubre CACIC 2011, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática, ISBN 978-950-34-0756-1, paginas 1373-1382
- 12- Ierache Jorge, Pereira Gustavo, Iribarren Juan del articulo "Demostración de los resultados en la integración de Interfases Lectoras de Bioseñales aplicadas al Control de un Robot" VII Congreso Educación en Tecnología y Tecnología en Educación 2012 Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. UNNOBA, 2012, demos educativas. ISBN 978-987-28186-3-0.
- 13- [www.facebook.com/isierum](http://www.facebook.com/isierum)
- 14- <http://www.emotiv.com/>
- 15- USB-UIRT: <http://www.usbuirt.com/>