

Aplicación de interfases lectoras de bioseñales en un contexto de control remoto de un robot.

Jorge Ierache¹, Gustavo Pereira¹, Iris Sattolo¹, Alejandro Guerrero¹, Juan D'Altto¹, Juan Iribarren¹

Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER)¹

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: Se presenta en este trabajo la investigación que en la actualidad se está desarrollando dentro del área de la comunicación remota de humanos a robots, sobre la base de bioseñales cerebrales. Para esta investigación se aplican tecnologías e interfases disponibles que facilitan la lectura de las señales del cerebro del usuario y su asociación a comandos explícitos. Nuestro trabajo explora una solución de ingeniería, aplicando las bases tecnológicas y, el desarrollo de un framework de comunicación y control del robot.

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

1. Contexto de la Investigación

En la actualidad se trabaja en el control remoto de robots a través de la adaptación de Brain-Machine Interfase (BMI). Nuestras líneas de trabajo se enfocan en la experimentación de soluciones de integración para el control de robots por bioseñales.

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.

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.

2. Introducción.

La idea de 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. 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 electro-encefalograma, 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 en la ejecución de un patrón de navegación por parte de un robot. Confronta los tiempos de ejecución del control manual y del control mental durante el inicio de la curva de aprendizaje de un usuario, con resultados que demuestran que el control mental requiere, en términos generales, el doble de tiempo que el control manual para la ejecución de un mismo patrón de navegación.

Podemos afirmar que nuestro trabajo presenta según el contexto descrito, una mejora en los tiempos de control mental, superando ligeramente al manual, en las pruebas de ejecución del mismo patrón de navegación, la que denominamos *control mental con auto foco* [7], [8], [9], [10].

Se empleo un simple robot móvil sobre la base de un Lego NXT [11] y el BMI NIA [12].

3 Líneas de Investigación y Desarrollo

Las líneas de trabajo se orientan al control remoto de robots a través de la adaptación de Brain-Machine Interfase (BMI), se enfocan en la experimentación de soluciones de integración para el control de robots por bioseñales.

Actualmente nos encontramos trabajando en:

[a] En la comunicación de alto nivel con el BMI de EMOTIV [15], (Figura N° 1)



Figura N° 1 “BMI Emotiv”

[b] integración del control de un usuario remoto con un BMI a través de Internet con la incorporación de video en el framework de control .

En el marco de futuras líneas de investigación se experimentara la aplicación de un nuevo BMI: EMOTIV con el que se implementaran mayores prestaciones de control extendidas tanto a robots como dispositivos remotos de control infrarrojo (Aire Acondicionado, TV, entre otros dispositivos., que se integraran al framework de control facilitando a personas discapacitadas el control, al igual que la interacción y control de estos usuarios con dispositivos ubicados en sitio remotos.

4. Objetivos y Resultados

Nuestro objetivo inicial fue explorar una solución de ingeniería que nos permitiera alcanzar una integración remota vía Internet entre un Brain-Machine Interface (BMI) y un ubicado en una localización remota robot.

Para mantener la premisa de que el control mental pueda ser usado por un usuario sin experiencia en controles BMI 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 con un BMI de bajo costo OCZ NIA, de empleo experimental en video juegos (Figura 2), que permitió la asociación de patrones de señales mentales con el teclado de la computadora.



Figura N° 2 BMI-Banda NIA

Sobre estas facilidades determinamos un perfil simple para el manejo del robot, 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 del robot, 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 razón se implementó en el framework la opción de aplicación de auto foco [7], [8], [9], para el modo control mental, a fin de mejorar el gobierno del usuario en el proceso de selección de comandos.

La segunda vía de comunicación, denominada vía de comunicación de bajo nivel “computadora-robot”. Se efectuó a través de comunicación en Bluetooth la cual es 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.

Por último, ambas vías de comunicación fueron implementadas mediante un servicio web el cual recibe los comandos del cliente remoto y los transfiere vía HTTP, utilizando el protocolo de comunicación SOAP, conectando a una capa que controla la conexión bluetooth del Lego NXT [13], y sus primitivas de movimiento. Esta capa fue implementada por medio de las librerías AForce [14], que facilitan el dominio de un robot NXT con el Framework .NET de Microsoft. Se presenta muestra en la Figura N° 3 la arquitectura conceptual implementada para alcanzar la integración entre el BMI del usuario que efectúan el control de un robot ubicado en un sitio remoto

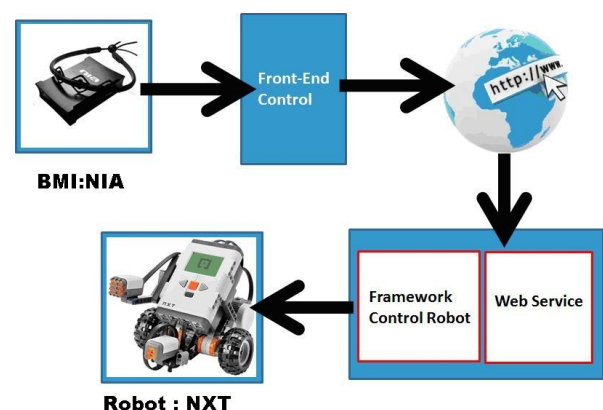


Fig. 3. Integración de BMI-NIA y Robot ubicado en un sitio remoto

El siguiente paso de la investigación fue desarrollar un sistema de control remoto de la interfase que permita manejar un robot en un

sitio distante por medio de una conexión a internet.

Para llegar a este cometido se desarrolló una arquitectura por medio de un web service el cual recibe los comandos de las primitivas de conexión y de movimiento y los envía a un robot NXT por medio de una interface bluetooth que corre desde una computadora remota con bluetooth. Tomando como base para el desarrollo del framework de control, la interface diseñada anteriormente [7] [8], [9] para las pruebas con BMI-NIA.

En el servidor remoto se encuentra el web service, el cual recibe los comandos del cliente y los traduce a las instrucciones para el NXT. Se eligió implementar un web service para tener una conexión segura, con un protocolo conocido de comunicaciones y porque permite que se desarrolle el cliente en varios lenguajes de programación y para múltiples plataformas. Para la prueba del web service se incorporó un frontend que permite ver las tramas recibidas, ejecutadas por el NXT y los datos de conexión.

La visualización de los movimientos del robot en el sitio remoto se efectuaron inicialmente mediante un cliente de video llamadas estándar.

La razón por la que no se implementó la transmisión de video en el framework de comunicación, es debido a que de esta manera se pueden utilizar diversos dispositivos para transmitir el video, como por ejemplo: webcams, teléfonos inteligentes, tablets, etc.

5. Formación de Recursos Humanos

Este PID lo integran cuatro investigadores y dos estudiantes de tesis de grado, orientadas al control remoto de robots/dispositivos por Bioseñales con la aplicación de Brain-Machine Interface (BMI vía Internet).

6. 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,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.
- 8- 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

- 9- Ierache., J, Pereira.,G, Sattolo.,I , Guerrero., A, D'Altto J, Iribarren., J. "Control de Robots con la Aplicación de Interface Cerebro – Máquina" (2011). XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2011: Procesamiento de Señales y Sistemas de Tiempo Real, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. 5 y 6 de mayo de 2011, pag 767, ISBN 978-950-673-892-1.
- 10- Ierache., J, Pereira.,G, Sattolo.,I , Guerrero., A, D'Altto 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
- 11- <http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/default.aspx> next
- 12- http://www.ocztechnology.com/products/ocz_peripherals/neural_impulse_actuator.
- 13- <http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/default.aspx>
- 14- <http://www.aforgenet.com>
- 15- <http://www.emotiv.com/>