

## MÉTODOS ADAPTATIVOS DE EDUCACIÓN DE DINÁMICA DE TECLEO CENTRADO EN EL CONTEXTO EMOCIONAL DE UN INDIVIDUO APLICANDO INTERFAZ CEREBRO COMPUTADORA

Enrique Calot<sup>1</sup>, Francisco Pirra<sup>1</sup>, Juan Manuel Rodriguez<sup>1</sup>, Gustavo Pereira<sup>2</sup>, Juan Iribaren<sup>2</sup>, Jorge Ierache<sup>1,2</sup>

Laboratorio de Sistemas de Información Avanzados, Departamento Computación  
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires<sup>1</sup>  
Instituto de Sistemas Inteligentes y enseñanza experimental de la robótica (ISIER)  
FICCTE-UM<sup>2</sup>  
Av. Paseo Colón 850 - C1063ACV - Buenos Aires - Argentina  
Tel +54 (11) 4343-0893 / 4343-0092 .

{ecalot, fpirra, jmrodriguez, jierache}@lsia.fi.uba.ar

### Contexto

El Proyecto articula líneas de trabajo de Keystroke Dynamics y Brain Machine Interface (BMI) orientados a la extracción de patrones emocionales en el ser humano. Se presentó formalmente el proyecto para ser aprobado por UBACYT 2014-2017 GEF, con radicación en el Laboratorio de Sistemas de Información Avanzados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. El mencionado proyecto se realiza con la colaboración del ISIER de FICCTE UM, apoyando específicamente en el área de aplicación de BMI, en el marco del PID 01-001/12.

### Resumen

El proyecto se orienta al desarrollo de un *Framework* que permita determinar las relaciones entre el estado emocional adquirido con una interfaz cerebro—computadora (BMI) de un individuo durante su dinámica de tecleo. La investigación se enfocará en definir un

entorno de trabajo donde se puedan analizar las modelizaciones del estado emocional adquiridas. Plantear los cambios temporales de ritmos de tecleo de un usuario y analizarlos en función de sus emociones. Todo esto será desarrollado mediante el *Framework* creado a tal efecto.

Estamos explorando la forma en que los usuarios varían su dinámica de tecleo a lo largo del tiempo. Utilizando el principio de variación paralela, hay una forma de “olvidar” lo aprendido e ir reemplazándolo por datos actualizados. También estamos explorando nuevos campos en la dinámica de tecleo, que incluyen la detección emocional del usuario.

**Palabras clave:** *Dispositivos de bioseñales, Educación de emociones, Dinámica de tecleo*

## Introducción

La firma manuscrita tiene su paralelo en el teclado: los patrones neurofisiológicos que vuelven única a una firma manuscrita se pueden observar también en el ritmo de tecleo de un usuario[Joyce & Gupta, 1990]. La técnica que analiza este tipo de patrones se llama Dinámica de Tecleo o *Keystroke Dynamics*.

Se ha realizado una comparación de algoritmos que utilizan dicha técnica[Killourhy & Maxion, 2009] para detectar usuarios e impostores. También existen estudios que vinculan los ritmos de tipeo con el estado emocional de las personas[Epp et al., 2011].

Una Interfaz Cerebro—Computadora (*Brain—Machine Interface*, BMI) facilita la comunicación entre las funciones mentales o cognitivas creadas a partir del cerebro de una persona, captando las señales eléctricas, para ser procesadas, clasificadas y comunicadas con aplicaciones o dispositivos específicos. Resulta interesante destacar que las aplicaciones que emplean interfaces BMI han aumentado durante las últimas dos décadas[Hamadicharef, 2010], desde controlar el encendido y apagado de luces, uso de sillas de ruedas, control de una computadora[Kennedy et al., 2000], etc. En el campo científico el interés en el empleo de BMI se presenta desde el año 1973[Hamadicharef, 2010], entre las primeras publicación en el campo de investigación en BMI se realizaron en los años noventa 1990[Wolpaw et al., 1990] y 1991[Wolpaw et al., 1991]. 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[Wolpaw et al., 2000; Millán, 2002] basados en el empleo de *Brain—Machine Interface* (BMI).

Las interfaces lectoras de bioseñales, facilitan la lectura del estado emocional de individuo, en este orden es posible realizar aplicaciones centradas en el estado emocional. En general estas interfaces presentan 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, estos bio potenciales incluyen 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 realizaron experiencias no invasivas para el control de robots[Ierache et al.; 2012, 2013<sup>a</sup>, 2013<sup>b</sup>].

## Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

El proyecto se encuentra en fase inicial desde marzo de 2014 y a lo largo de los próximos dos años se esperan cubrir las siguientes tareas contribuyentes a la línea de investigación de dinámica de tecleo en el contexto del estado emocional del usuario:

- Analizar dispositivos de Bioseñales
- Experimentar con interfaz cerebro-maquina-captura de emociones

- Experimentar con ritmos de tecleo
- Desarrollar un ambiente de experimentación real
- Efectuar la experimentación y analizar sus resultados
- Determinar relaciones entre el estado emocional de un individuo adquirido por su dinámica de tecleo y los datos adquiridos con una interfaz cerebro—computadora (BMI).
- Armar un *framework* para la obtención de estados emocionales mediante una interfaz BMI y la cadencia de tecleo.

Crear un entrenamiento y un banco de datos con información acerca del ritmo de tipeo según estados emocionales

## Resultados y Objetivos

La dinámica de tecleo es una técnica biométrica que es utilizada para identificar usuarios, basada en el análisis de patrones habituales en la forma de su escritura. Para poner en práctica esta técnica, se sugieren diferentes algoritmos para diferenciar un impostor de un usuario autorizado. Uno de los métodos más precisos es la distancia de Mahalanobis, que para calcular, requiere la matriz de covarianza, con todo lo que ello implica: el tiempo de procesamiento y el chequeo de cada pulsación de tecla individual. La hipótesis de esta investigación fue crear un algoritmo tan bueno como el de Mahalanobis, pero que no requiera tomar en cuenta cada tecla presionada por separado y así mejorar, cuando sea posible, el tiempo de procesamiento. Para hacer una comparación experimental entre la distancia de Mahalanobis y la Euclidiana normalizada, una distancia que sólo requiere calcular la varianza, se utilizó un conjunto de datos ya estudiado. Los resultados fueron que el uso de la

distancia Euclidiana normalizada es casi tan buena como la distancia de Mahalanobis, incluso en algunos casos podría funcionar mejor.

La Distancia Euclidiana normalizada y distancia de Mahalanobis resultaron similares en todas las pruebas realizadas. En el caso de 20 eventos (10 teclas presionadas y 10 espacios entre las mismas), los resultados variaron 0,24%. La Euclidiana normalizada fue más rápida que la distancia de Mahalanobis por 132ms pero más lenta que la Euclidiana por sólo 60ms. La versatilidad en la Euclidiana normalizada es también una ventaja, las contraseñas se pueden cambiar y los patrones previamente entrenados se reutilizarán en las nuevas pruebas. Estos resultados llevan a la conclusión de que la distancia Euclidiana normalizada es lo suficientemente robusta como para ser utilizada y sus ventajas respecto al tamaño de datos y la versatilidad, son considerablemente importantes para ser elegida con respecto de la distancia de Mahalanobis.

Resultados de los trabajos realizados en el área de dinámica de tecleo sobre los distintos métodos para comparar ritmos de tecleo y el método en que este se transmite por la red, se presentan en el trabajo reciente presentado en el XIX CACIC 2013[Calot et al.; 2013]

También se encuentran avances no publicados sobre el set de datos de [Killourhy & Maxion; 2009] donde se detectaron aprendizajes por parte de los individuos evaluados y sus velocidades de tecleo

La investigación se enfocará en definir un entorno de trabajo donde se puedan

analizar las modelizaciones del estado emocional adquiridas por ambos métodos. Plantear los cambios temporales de ritmos de tecleo de un usuario y analizarlos en función de sus emociones. Todo esto será desarrollado mediante un *Framework* creado a tal efecto.

## Formación de Recursos Humanos

En el marco de este proyecto se está desarrollando una tesis doctoral, se propicia la participan alumnos de grado para la realización de trabajos de tesis en el marco de las líneas de investigación.

## Referencias

- ARAUJO, L. C. F.; SUCUPIRA, L. H. R.; LIZARRAGA, M. G.; LING, L. L.; YABU-UTI, J. B. T. 2005. User authentication through typing biometrics features. *Signal Processing, IEEE Transactions on*, vol. 53, no. 2, pp.851–855.
- CALOT, E.; RODRIGUEZ, J.M.; IERACHE, J. 2013. Improving versatility in keystroke dynamic systems. XIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación., ISBN 978-897-23963-1-2.
- HAMADICHAREF, B. 2010. “Brain Computer Interface (BCI) Literature- A bibliometric study”, in 10th International Conference on Information Science, Signal Processing and their Applications, Kuala Lumpur, pp. 626-629.
- IERACHE, J.; PEREIRA, G., IRIBARREN, J., SATTOLO, I. 2013<sup>a</sup>. “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.
- IERACHE, J.; PEREIRA, G.; CALOT, E.; IRIBARREN, J. 2013<sup>b</sup>, Framework for Brain Computer Interface implemented to control devices in the context of home automation XIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, ISBN 978-897-23963-1-2.
- IERACHE, J.; PEREIRA, G., IRIBARREN, J., 2012 “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 Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. UNNOBA, demos educativas. ISBN 978-987-28186-3-0.
- JOYCE, R.; GUPTA, G. 1990. Identity authentication based on keystroke latencies. *Commun. ACM* 33, 2 (February 1990), 168-176. <http://doi.acm.org/10.1145/75577.75582>
- KENNEDY, P. R. ; BAKAY, R.; MOORE, M. M.; ADAMS, K.; GOLDWAITHE, I. 2000. “Direct control of a computer from the hUMan central nervous system”, *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 198-202, June 2000.
- KILLOURHY, K. S.; MAXION, R. A. 2009. Comparing Anomaly-Detection Algorithms for Keystroke Dynamics. In International Conference on Dependable Systems & Networks

(DSN-09), pp. 125–134, Estoril, Lisbon, Portugal, 29 June to 02 July 2009. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California.

Wadsworth center,” IEEE Trans. Rehab. Eng., vol. 8, pp. 222–226.

MILLÁN, J.R. 2002. “Brain-computer interfaces,” in Handbook of Brain Theory and Neural Networks, 2nd ed, M.A. Arbib, Ed. Cambridge, MA: MIT Press.

MONROSE, F.; RUBIN, A. D. 2000. Keystroke dynamics as a biometric for authentication. Future Gen. Comput. Syst., vol. 16, no. 4, pp. 351-359.

POLEMI, D. 1997. Biometric Techniques: Review and Evaluation of Biometric Techniques for Identification and Authentication, Including an Appraisal of the Areas Where They are Most Applicable. Institute of Communication and Computer Systems, National Technical University of Athens, Athens, Greece. Retrieved on 2013-07-01: <ftp://ftp.cordis.lu/pub/infosec/docs/biomet.doc>, EU Commission Final Rep.

WOLPAW, R. ; MCFARLAND, D. J.; NEAT, G. 1990. "Development of an Electroencephalogram-based Brain-Computer Interface," Annals of Neurology, vol. 28, no. 2, pp. 250-251, August 1990.

WOLPAW, R.; MCFARLAND, D. J.; NEAT, G.; FORNERIS, C. 1991. “An EEG-based brain-computer interface for cursor control,” Electroencephalography and clinical Neurophysiology, vol. 78, no. 3, pp. 252-259, March 1991.

WOLPAW, R.; MCFARLAND, D. J.; VAUGHAN, T. M. 2000. “Brain-computer interface research at the