

Open-Arms DB. Base de Datos Abierta de Señales EMG del Antebrazo: Propuesta

Nelson Cárdenas, Ing¹, Aura Polo, MSc¹, and Carlos Robles-Algarín, PhD.¹

¹Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia, nelsoncardenas28@gmail.com, apolol@unimagdalena.edu.co, croblesa@unimagdalena.edu.co

Resumen— *Se propone la creación de una base de datos abierta de lecturas electromiográficas (EMG) de antebrazo para decodificación de 15 movimientos o posturas de la mano. Con este estudio se pretende aportar a la comunidad científica datos suficientes para la evaluación de técnicas avanzadas de procesamiento y análisis de señales EMG para el control de prótesis de miembro superior. Para tal fin se plantea hacer un estudio inicial de caracterización de la población objetivo y obtener los criterios de diseño del protocolo experimental. Las mediciones se harán con un dispositivo de adquisición EMG inalámbrico y un guante de datos para trazabilidad del movimiento. Se desarrollará una interfaz para la gestión de las señales adquiridas por los sensores y la interacción con los sujetos. El producto final será una base de datos que sirva de apoyo para las iniciativas de desarrollo tecnológico e investigativo que impactan directa o indirectamente en la mejora la calidad de vida de la población discapacitada.*

Palabras clave— *electromiografía, decodificación de movimientos, aprendizaje de máquinas, señales estacionarias, señales transientes.*

I. INTRODUCCIÓN

La discapacidad en el mundo es un fenómeno de gran importancia, el cual se estima como presente en un 15% de la población. Se proyectan aumentos significativos en este fenómeno debidos al incremento de enfermedades crónicas y el envejecimiento social. La tasa de inactividad en la población discapacitada es 2.5 veces mayor a la de la población sin discapacidad [1], a la vista de estos datos y en línea con las propias recomendaciones de la OMS, es evidente la necesidad de apoyo y desarrollo de investigaciones en áreas de la salud y rehabilitación para dicho grupo de individuos [1].

Observando nuestro contexto, Colombia es el octavo país más desigual del mundo [2] y está categorizado como un país en vía de desarrollo. Lo anterior implica que sus ciudadanos tienen, en su mayoría, poca capacidad adquisitiva y sufren de carencias en servicios básicos, por consiguiente, para el caso de las personas discapacitadas, se viven muchas dificultades en el acceso a oportunidades, servicios y productos que les permitan el desarrollo en los distintos ámbitos de su vida.

En un estudio del Ministerio de Salud y Protección Social [3] para cinco ciudades capitales colombianas (Medellín, Barranquilla, Bogotá D.C., Cartagena y Cali), se encontró que la mayoría de la población con discapacidad era perteneciente a estrato I y II, integrante del régimen subsidiado de salud con un nivel de educación y empleo muy bajo; por tanto, acciones

encaminadas al apoyo de estas personas podrían tener un impacto positivo en aspectos sociales y económicos del país.

Un subgrupo de esta población con discapacidad son las personas que sufren amputaciones. Al indagar sobre la situación de dichos individuos se constata la poca información estatal. El hecho de que el gobierno colombiano no disponga de información actualizada por parte del DANE desde el 2005 indica problemas en la visibilidad y en la capacidad de atención a la población con estas características específicas. Sin embargo, la Asociación Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación estima que en el país la incidencia de amputación es de 200 a 300 personas por cada 100 mil habitantes [4].

En relación con lo anterior, la comunidad investigativa ha trabajado en proyectos con miras al apoyo de este subgrupo de la población discapacitada. Desde el campo de la bioingeniería, algunas de estas iniciativas se valen de las señales eléctricas generadas por las fibras musculares, también llamadas electromiográficas, para el control de prótesis y otros dispositivos. Estas han mostrado resultados prometedores en la discriminación de diversas actividades para personas tanto sanas como amputadas [5]. Desarrollos como Myo Armband [6], Bebionic [7] o la banda EMG diseñada por Microsoft [8] han tratado el análisis de las señales EMG con propósitos de rehabilitación, diagnóstico o interacción humano-máquina. Entre estas propuestas, es de resaltar la Myo Armband, la cual ha sido empleada en investigaciones con bastante éxito [9], [10]. Este dispositivo cuenta con 8 canales EMG y está equipado con detectores de inclinación y giro.

Este tipo de estudios han trabajado usualmente con señales EMG estacionarias, las cuales son más sencillas de analizar y clasificar que su contraparte transiente. Esto lleva a que muchas investigaciones se enfoquen solo en este aspecto de la señal y genere dificultades debidas a que los algoritmos son desarrollados ignorando parte de las observaciones de su uso diario. Con el desarrollo de protocolos más precisos que hagan un seguimiento claro de las variaciones de la posición de la mano, es posible combinar las señales transientes y estacionarias, lo cual ha mostrado mejoras en la clasificación EMG en comparación al uso de uno solo de los estados para el análisis [11].

Por otra parte, para que las investigaciones de la Universidad del Magdalena puedan hacer aportes significativos en estas áreas, es necesario el desarrollo de protocolos flexibles que generen información propia de sujetos de estudio locales.

Aún más importante es la posibilidad de comparar la validez y nivel de eficacia de las estrategias desarrolladas entre los distintos integrantes de la comunidad científica. Un método para lograr dicho objetivo en áreas diversas de ingeniería ha sido el uso de bases de datos públicas y estándar. Ejemplo de ello son ImageNET [12], base de datos con millones de imágenes categorizadas a mano; NinaPro [13], base de datos de señales EMG de miembro superior; y CASP [14], experimento comunitario que busca avanzar el estado del arte en modelamiento de estructuras proteicas. Las ventajas de la creación de bases de datos públicas es que impulsan el desarrollo de nuevas técnicas y permiten evaluaciones más objetivas entre distintas investigaciones.

Por tanto, teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados, el presente proyecto, en consonancia con los objetivos de la OMS y el distrito de Santa Marta, buscando generar escenarios que impulsen el desarrollo de conocimiento que impacten positivamente en la población discapacitada y empleando estrategias flexibles que den la posibilidad de analizar señales estacionarias y transientes de los músculos, se propone la creación de una base de datos abierta de señales EMG tomadas del antebrazo con un dispositivo de adquisición portable a partir de usuarios con o sin amputaciones que incluirá los movimientos más frecuentes a los que se verían sometidos estos individuos.

II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente propuesta, se implementarán seis fases: (1) definición de los criterios de diseño del protocolo experimental, (2) implementación de una unidad de medición integrada de las señales de interés, (3) diseño de los experimentos que se llevarán a cabo en las sesiones de recolección con los diferentes sujetos de estudio, (4) desarrollo de una aplicación que gestione el almacenamiento de los datos adquiridos y la interacción con los sujetos de estudio con base en el protocolo experimental, (5) realización de pruebas piloto de la operación y ajustes de todo el sistema de medición acoplado (unidad de medición, aplicación y sujeto) con fines de calibración de instrumentos y sincronización de procesos, (6) implementación del protocolo experimental sobre los sujetos seleccionados, utilizando el sistema de medición calibrado, para construcción de la base de datos debidamente etiquetada.

A. Definición de Criterios

Con esta fase se pretende obtener un listado de consideraciones para tener en cuenta en el diseño del protocolo experimental. Dichas consideraciones estarán basadas en el estudio de factores físicos, fisiológicos, ergonómicos e incluso sociodemográficos propios de la población de interés, que es son en este caso personas con discapacidad de ausencia de miembro superior, más exactamente, de la mano. Se realizarán las siguientes actividades:

a) Revisión bibliográfica de la información más importante asociada a los sujetos de estudio de la investigación.

b) Revisión bibliográfica de experimentos de creación de bases de datos EMG.

c) Elección de los factores críticos que se medirán en los sujetos de estudio.

B. Implementación de la Unidad de Medición

Se configurará la unidad de medición para ser capaz de entregar la información captada por varios canales superficiales EMG ubicados en el antebrazo y señales que permitan hacer la trazabilidad de los movimientos realizados por los usuarios mediante un guante de datos; por lo cual, estos dispositivos exigirán una sincronización. Para ello, se ejecutarán las siguientes acciones:

a) Revisión de las estrategias de comunicación entre dispositivos EMG y otros dispositivos.

b) Revisión bibliográfica de guantes de datos para trazabilidad de movimientos de mano.

c) Revisión bibliográfica de experimentos de creación de bases de datos EMG.

d) Ensayos en el control del dispositivo de adquisición EMG inalámbrico.

e) Ensayos de comunicación entre el dispositivo EMG y la central.

f) Ensayos de almacenamiento a una tasa de transferencia adecuada entre datos entregados por el dispositivo EMG y la central.

g) Diseño e implementación de algoritmos de comunicación entre el dispositivo EMG y la central para la entrega de los datos EMG y el almacenamiento de estos.

h) Desarrollo del guante de datos que registre señales del comportamiento dinámico de la mano.

i) Ensayo de almacenamiento de las señales captadas.

j) Diseño e implementación de algoritmos de comunicación entre el guante y la central para la entrega de las señales del comportamiento dinámico de una mano.

C. Diseño de Experimentos

Se desarrollará un protocolo que solicite los movimientos o posturas de forma aleatoria; además, serán requeridos uniformemente, esto es, no se solicitarán más movimientos de un tipo que de otro. Las acciones solicitadas se enfocan en la funcionalidad, lo cual es uno de los aspectos básicos de las necesidades de usuarios de prótesis; así también, se ha evidenciado que las funciones de mayor interés son aquellas que involucran agarres. Las acciones se dividirán en:

- Los 10 tipos de agarre más frecuentes, los cuales son: *medium wrap*, *precision disk*, *lateral pinch*, *tripod*, *lateral tripod*, *power sphere*, *thumb-2 finger*, *index finger extension*, *light tool* y *thumb-3 finger*.
- Posturas de mano: *Thumb up*, *Abduction of the fingers*, *Pointing index y fingers closed together*.
- *Reposo*

Este proceso se realizará de la siguiente forma:

- a) Definición del tiempo esperado de sesión, tipos de movimientos o posturas solicitados, tiempos de actividad y de reposo.
- b) Especificación de la secuencia lógica que permitirá cumplir con los criterios de aleatoriedad y uniformidad en la solicitud de datos.
- c) Definición del entorno de experimentación.

D. Desarrollo de la Aplicación

Se desarrollará una aplicación con información concisa y minimalista que dirija la sesión de creación de la base de datos valiéndose de la unidad de medición y el protocolo diseñado.

Para esto, se seguirán las siguientes etapas:

- a) Revisión bibliográfica de interfaces de usuario.
- b) Ensayos de control de la interfaz y la unidad de medición.

E. Pruebas Piloto

Se realizarán pruebas de todos los sistemas funcionando simultáneamente (unidad de medición, aplicación y sujeto), simulando un experimento entre los integrantes del proyecto. Se procederá a hacer los ajustes pertinentes de forma iterativa hasta que se tenga consistencia en los ensayos piloto.

F. Protocolo Experimental

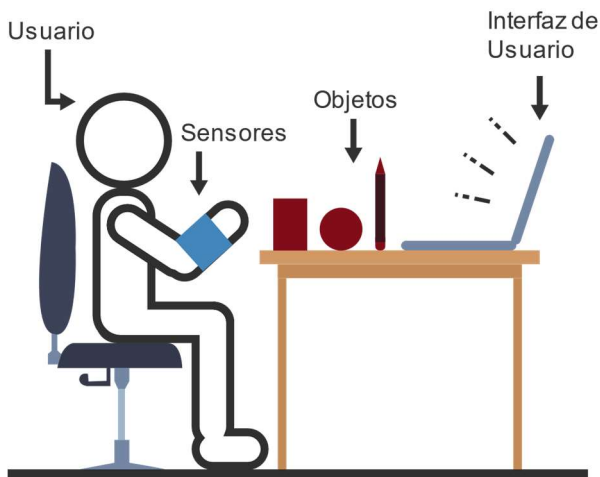


Fig. 1 esquema general de los elementos del experimento con un sujeto

Se realizará el experimento a partir del sistema de medición calibrado según los siguientes pasos:

- a) Selección de los sujetos de estudio que deberán diligenciar el consentimiento informado antes de la realización del experimento.
- b) Aplicación de la plataforma de entrega de información en los sujetos de estudio.
- c) Familiarización de los sujetos de estudio con el entorno experimental.
- d) Realización del experimento con cada uno de los sujetos de estudio (Fig. 1).

III. CONCLUSIONES

Se presentó una propuesta para el diseño y creación de una base de datos que será de gran utilidad para la comunidad científica, puesto que contarán con gran cantidad de datos útiles para realizar tareas de evaluación y análisis de señales EMG para el control de prótesis de miembro superior.

En la actualidad está propuesta se encuentra en etapa de evaluación inicial en la que se están realizando pruebas pilotos para diseñar experimentos utilizando el brazalete Myo Armband. Además, se está avanzando en la etapa de estudios

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

antropométricos para seleccionar los sujetos con los cuales se realizarán las mediciones para construir la base de datos.

REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud and Banco Mundial, *Informe mundial sobre la discapacidad*. Malta, 2011.
- [2] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *Informe sobre Desarrollo Humano 2016*. Nueva York, 2016.
- [3] J. Collazos, A. Álzate, and R. Pacheco, *Caracterización de la población con discapacidad en las cinco ciudades principales de Colombia*. Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2018.
- [4] A. Díaz, M. Mejía, and P. García, "Prevalencia de alteraciones sensitivas y factores asociados en pacientes amputados del valle de aburrá y municipios aledaños 2012 – 2013." Universidad CES-UAM, Medellín, p. 29, 2014.
- [5] Hakonen, H. Piitulainen, and A. Visala, "Current state of digital signal processing in myoelectric interfaces and related applications," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 18, pp. 334-359, 2015, doi: 10.1016/j.bspc.2015.02.009.
- [6] Thalmic Labs, "Myo Gesture Control Armband | Wearable Technology."
- [7] Steeper. (n.d.). BeBionic. Retrieved June 21, 2016, from <http://bebionic.com/>.
- [8] T. S. Saponas, D. S. Tan, D. Morris, J. Turner, and J. A. Landay, "Making muscle-computer interfaces more practical," *Proc. 28th Int. Conf. Hum. factors Comput. Syst. - CHI '10*, p. 851, 2010, doi: 10.1145/1753326.1753451.
- [9] J. G. Abreu, J. M. Teixeira, L. S. Figueiredo, and V. Teichrieb, "Evaluating Sign Language Recognition Using the Myo Armband," *Proc. - 18th Symp. Virtual Augment. Reality, SVR 2016*, no. June, pp. 64-70, 2016, doi: 10.1109/SVR.2016.21.
- [10] M. Sathiyarayanan and S. Rajan, "MYO Armband for physiotherapy healthcare: A case study using gesture recognition application," *2016 8th Int. Conf. Commun. Syst. Networks, COMSNETS 2016*, no. December 2017, 2016, doi: 10.1109/COMSNETS.2016.7439933.
- [11] T. Lorrain, N. Jiang, and D. Farina, "Influence of the training set on the accuracy of surface EMG classification in dynamic contractions for the control of multifunction prostheses," *J. Neuroeng. Rehabil.*, vol. 8, no. 1, 2011, doi: 10.1186/1743-0003-8-25.
- [12] K. Simonyan and A. Zisserman, "Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition (v6)," in *ICLR 2015: International Conference on Learning Representations 2015*, 2015, p. 14.
- [13] M. Atzori et al., "Building the Ninapro database: A resource for the biorobotics community," *Proc. IEEE RAS EMBS Int. Conf. Biomed. Robot. Biomechatronics*, no. Section II, pp. 1258-1265, 2012, doi: 10.1109/BioRob.2012.6290287.
- [14] Protein Structure Prediction Center, "13th Community Wide Experiment on the Critical Assessment of Techniques for Protein Structure Prediction."