

Nuevo Enfoque para la Clasificación de Señales EEG usando la Varianza de la Diferencia entre las Clases de un Clasificador Bayesiano

Thomaz R. Botelho^{a,b,*}, Douglas Soprani^b, Camila Rodrigues^a, André Ferreira^a, Anselmo Frizzera^a

^aPrograma de Posgrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Espírito Santo (UFES), Av. Fernando Ferrari, 514, Vitória-ES, Brasil.

^bDepartamento de Electrotecnología, Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Espírito Santo (IFES), BR 101 Av. Norte, 58, São Mateus - ES, Brasil.

Resumen

Los avances en robótica de rehabilitación están beneficiando en gran medida a los pacientes con discapacidad física. Los dispositivos de asistencia y rehabilitación pueden basar su funcionamiento en información fisiológica de los músculos y del cerebro a través de electromiografía (EMG) y electroencefalografía (EEG), para detectar la intención de movimiento de los usuarios. En este trabajo se presenta una propuesta de interfaz multimodal para la adquisición, sincronización y procesamiento de señales EEG y de sensores inerciales, para ser aplicada en tareas de rehabilitación con exoesqueletos robóticos. Se realizaron experimentos con individuos sanos con el objetivo de analizar la intención de movimiento, la activación muscular e inicio de movimiento durante los movimientos de extensión de la rodilla. Esta propuesta es un nuevo enfoque para la clasificación de señales EEG usando un clasificador bayesiano tomando en cuenta la varianza de la diferencia entre las clases usadas. El aporte de este trabajo se sustenta con los resultados que muestran un incremento del 30 % en la precisión de clasificación con señales EEG en comparación con los enfoques tradicionales de clasificación, en un análisis off-line para el reconocimiento de la intención de movimiento de los miembros inferiores.

Palabras Clave:

Interfaz hombre-máquina, Análisis de señales, Sistemas biomédicos, Unidades de medición inercial, Cerebro humano, Movimiento.

1. Introducción

Con base a los informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se espera que la población mundial con una edad superior a los 60 años se duplique en porcentaje entre el año 2000 y 2050, pasando del 11 % (aproximadamente 605 millones) al 22 % (aproximadamente 2 mil millones)¹. Además, se estima un aumento significativo en la comunidad de ancianos con edades superiores a los 80 años, cuadruplicando en número (de aproximadamente 100 a 395 millones de personas) en el mismo intervalo de tiempo (entre 2000 y 2050).

La disminución en la activación muscular voluntaria implica importantes modificaciones en la composición corporal y en la función motora (Arnold and Bautmans, 2014). El mantenimiento de la actividad motora y de la movilidad durante el en-

vejecimiento es crucial para la conservación de la salud y de las funciones cognitivas (Volkers et al., 2012).

En adición a estos datos, el número de personas con deficiencias en los miembros inferiores debido a accidentes cerebrovasculares o por lesión medular se está incrementando en los últimos años (Tsukahara et al., 2009).

De acuerdo a la OMS, cada año, cerca de 15 millones de personas sufren un accidente cerebro vascular en el mundo (Mackay and Mensah, 2004). Los sobrevivientes frecuentemente presentan discapacidad crónica, incluyendo pérdida de las funciones sensorial, motora y cognitiva.

La rehabilitación motora y la asistencia a la movilidad son también requisitos importantes en pacientes que han tenido un accidente cerebro vascular y en personas en periodos de recuperación de lesiones medulares incompletas. A nivel global, por año, cerca de 15 millones de personas sufren un accidente cerebro vascular por primera vez, de los cuales, aproximadamente 5 millones enfrentan variados grados de dificultad de movilidad, generando un impacto negativo en su capacidad para realizar tareas de la vida diaria (Strong et al., 2007).

* Autor en correspondencia.

Correo electrónico: thomazrb@ifes.edu.br (Thomaz R. Botelho)

URL: www.ifes.edu.br (Thomaz R. Botelho)

¹World Health Organization, 2014, *Facts about ageing*, <http://www.who.int/ageing/about/facts/en/>

Los accidentes son la causa más común de lesiones de médula espinal, de los cuales, aproximadamente, el 51 % son incompletas. En estos casos, no siempre existe pérdida total de las funciones sensorial y motora en los miembros inferiores de los pacientes. Sin embargo, estos individuos necesitan rehabilitación y posteriormente, asistencia para volver a caminar.

Por lo tanto, es necesario una rehabilitación efectiva que haga énfasis en la repetición, en el incremento progresivo de la dificultad de la tarea y en la práctica funcional (Husemann et al., 2007; Winstein et al., 2016). Además, los sujetos que han sufrido un accidente cerebro vascular tienden a obtener mejores resultados con un entrenamiento mecánico asistido comparado con un entrenamiento de rehabilitación clásica (Ada et al., 2010).

Para recuperar las funciones de los miembros inferiores se emplean diferentes programas de rehabilitación. Generalmente, la rehabilitación se basa en la experiencia y en las habilidades del fisioterapeuta. Sin embargo, debido al gran número de pacientes y al tiempo que debe invertirse en las terapias, el hecho de contar con un robot para asistir en el tratamiento representa un gran avance (Ju et al., 2005). Varios controladores digitales pueden proyectarse para el control de un robot para rehabilitación basado en la predicción del movimiento. Este enfoque es importante porque permite reducir el impacto que la adaptación a la tecnología asistiva puede causar al paciente (Ibáñez et al., 2013). La intención de movimiento puede ser detectada antes del desplazamiento físico de la extremidad mediante el análisis de señales de electroencefalografía (EEG) (Shibasaki and Hallett, 2006; Lu et al., 2010; Mrachacz-Kersting et al., 2012; Kirchner et al., 2014).

La predicción del movimiento a través de señales EEG usando interfaces cerebro-computador (BCI por sus siglas en inglés) puede mejorar el control de las acciones de dispositivos robóticos de rehabilitación (Kirchner et al., 2014), permitiendo que los movimientos sean ejecutados de manera más natural.

Las BCI han sido implementadas a partir de la adquisición no-invasiva de señales EEG, para analizar los eventos relacionados al ritmo sensorio-motor (SMR por sus siglas en inglés), como las características relacionadas a la desincronización y a la sincronización (Event Related Desynchronization and Synchronization ERD/ERS) (Kirchner et al., 2014; Gallego et al., 2012) o los potenciales corticales relacionados con el movimiento lento (MRCPs por sus siglas en inglés) (Jiang et al., 2015; Mrachacz-Kersting et al., 2017). La primera técnica presenta un mejor rendimiento en la detección del movimiento, sin embargo, con una precisión baja cuando se trabaja con miembros inferiores. Como resultado de este hecho, el uso de MRCP supera a SMR en términos de precisión en el control de dispositivos (Xu et al., 2016).

Con el objetivo de aprovechar la anticipación en la detección del movimiento con SMR y la precisión de detección compatible a los MRCPs, este trabajo propone un nuevo enfoque para detectar la intención de movimiento. La contribución está basada en la clasificación de señales provenientes de SMR utilizando un clasificador bayesiano con dos clases: movimiento y no-movimiento (Ibáñez et al., 2013). Esto seguido de un clasificador de umbral, alimentado con la variancia de la diferencia

entre las clases del clasificador bayesiano, para la anticipación en la detección del movimiento, apuntando a un incremento en la precisión en aplicaciones *on-line*.

Este artículo está organizado de la siguiente manera. En la Sección 2, se encuentra la descripción de los participantes del estudio, del equipo y del protocolo experimental empleado. En la Sección 3 se describen las etapas del procesamiento aplicado a la señal EEG. Finalmente, los resultados del procesamiento se presentan en la Sección 4 y la discusión y conclusiones se realizan en las Secciones 5 y 6, respectivamente.

2. Métodos

2.1. Participantes

Diez sujetos sanos (9 mujeres, 1 hombre; lado dominante derecho; $21,17 \pm 1,7$ años), participaron voluntariamente en este estudio. Este grupo fue escogido aleatoriamente de un grupo de voluntarios homogéneo en términos de género entre las edades de 18 a 25 años. Los criterios de exclusión fueron estar por fuera de este rango de edad y personas con problemas motores. Este estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación con seres humanos de la UNESA, CAAE número 51685515.3.0000.5284, informe de evaluación número 1.863.539.

2.2. Materiales

El equipo empleado para la adquisición de las señales EEG fue el BrainNet[®] BNT-36 (Lynx Eletrônica, Brasil). Las señales fueron adquiridas usando un protocolo para la colocación de electrodos basado en el estándar internacional 10-20 con referencias biauriculares y una referencia de tierra localizada en la frente. Las posiciones fueron: *Fp1*, *Fp2*, *F7*, *F3*, *Fz*, *F4*, *F8*, *C3*, *Cz*, *C4* y *Pz*.

Se empleó también un sistema de sensores inerciales Tech MCS[®] (Technaid S. L., España). Este sistema proporciona una orientación espacial de los sensores en tiempo real. En los experimentos se emplearon dos sensores, uno colocado en el muslo y otro sobre la pantorrilla del sujeto. El uso de sensores inerciales o unidades de medición inercial (IMUs por sus siglas en inglés) permite validar el inicio del movimiento sin la necesidad de ambientes estructurados.

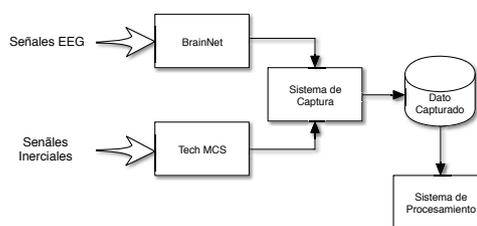


Figura 1: Diagrama de bloques del sistema.

Fueron desarrollados dos programas, uno para la adquisición y sincronía de los datos provenientes de los dos sistemas y otro programa para el procesamiento *off-line* de los datos adquiridos. La frecuencia de muestreo del BrainNet[®] BNT-36 fue

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8050489>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8050489>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)