

Este ejemplar presenta contenido que respecta a diversas aplicaciones y conceptos teóricos del área de Ingeniería del Lenguaje y el Conocimiento en las Ciencias de la Computación. Esta obra consta de once capítulos, los cuales de manera general tratan áreas tales como: procesamiento del lenguaje natural, extracción de conocimiento en áreas biomédicas, análisis de grafos, interacción Humano-Computadora, análisis de textos, reconocimiento de patrones e inteligencia artificial. Con la elaboración de este ejemplar, esperamos proporcionar al lector una referencia relevante y de interés en teoría y aplicaciones de alguna de las áreas descritas anteriormente. Un agradecimiento especial a los autores de cada capítulo por su valiosa participación para la elaboración de esta obra, así como al comité revisor por su valiosa participación y retroalimentación para mejorar la calidad en el contenido de cada capítulo.

EDITORES

Ivan Olmos Pineda
José Arturo Olvera López



Avances en Tecnologías del Lenguaje y el Conocimiento

Avances en Tecnologías del Lenguaje y el Conocimiento

AVANCES EN TECNOLOGÍAS DEL LENGUAJE Y EL CONOCIMIENTO

AVANCES EN TECNOLOGÍAS DEL LENGUAJE Y EL CONOCIMIENTO

José Arturo Olvera López

Ivan Olmos Pineda

Coordinadores

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación

2019

Primera Edición **2019**
ISBN BUAP: 978-607-7512-91-2

DR © Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
4 Sur 104, Col. Centro Histórico, Puebla, Pue., CP. 72000
Teléfono: 01 (222) 229 55 00
www.buap.mx

Dirección General de Publicaciones
2 norte 1404, Col. Centro Histórico, Puebla, Pue., CP. 72000
Teléfono: 01 (222) 246 85 59 y 01(222) 229 55 00 Ext. 5768 y 5764
www.dgp.buap.mx

Facultad de Ciencias de la Computación
14 sur Esq. con Av. San Claudio
Ciudad Universitaria, Puebla, Pue.
Teléfonos: 01 (222) 229 55 00 Ext. 7200 y 7204
www.cs.buap.mx

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • *Rector*: José Alfonso Esparza Ortíz •
Secretario General: José Jaime Vázquez López • *Vicerrector de Extensión y Difusión de la Cultura*:
José Carlos Bernal Suárez • *Director General de Publicaciones*: Hugo Vargas Comsille • *Director de*
la Facultad de Ciencias de la Computación: María del Consuelo Molina García

Hecho en México
Made in Mexico

Prólogo

Este ejemplar presenta contenido que respecta a diversas aplicaciones y conceptos teóricos del área de Ingeniería del Lenguaje y el Conocimiento en las Ciencias de la Computación.

Esta obra consta de once capítulos, los cuales de manera general tratan áreas tales como: procesamiento del lenguaje natural, extracción de conocimiento en áreas biomédicas, análisis de grafos, interacción Humano-Computadora, análisis de textos, reconocimiento de patrones e inteligencia artificial.

Con la elaboración de este ejemplar, esperamos proporcionar al lector una referencia relevante y de interés en teoría y aplicaciones de alguna de las áreas descritas anteriormente.

Un agradecimiento especial a los autores de cada capítulo por su valiosa participación para la elaboración de esta obra, así como al comité revisor por su valiosa participación y retroalimentación para mejorar la calidad en el contenido de cada capítulo.

Los editores,

*José Arturo Olvera López,
Ivan Olmos Pineda.*

Índice

	Pag.
Prólogo	VI
Capítulo 1 Un algoritmo de agrupamiento con traslape para documentos <i>Beatriz Beltrán, Darnes Vilariño</i>	1
Capítulo 2 Extracción de conceptos y relaciones para la creación de una ontología en el dominio pedagógico <i>Yuridiana Alemán, María Somodevilla, Darnes Vilariño Ayala</i>	13
Capítulo 3 Inteligencia artificial en educación: Sistemas de tutoría inteligente <i>Dorian Ruiz Alonso, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco</i>	25
Capítulo 4 Implementación de un sistema multi-variable para medir el nivel de atención en personas <i>Alfredo García, Juan Manuel González, Amparo Palomino</i>	35
Capítulo 5 Reconocimiento de entidades nombradas enfocado en noticias políticas <i>Orlando Ramos-Flores, David Pinto</i>	45
Capítulo 6 Modelo computacional para la generación automática de diálogos en un dominio específico mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático <i>Andrés Vázquez, David Pinto</i>	55
Capítulo 7 Adquisición y Validación de Datos para la Identificación de Emociones Centradas en el Aprendizaje <i>Yesenia Nohemí González Meneses, Josefina Guerrero García</i>	67
Capítulo 8 Etapas de Detección de Rostros para la Autenticación de Personas <i>Aida A. Aparicio-Arroyo, Ivan Olmos-Pineda, J. Arturo Olvera-López</i>	77
Capítulo 9 Elementos teóricos para el análisis sintáctico de hipergrafos <i>Yolanda Moyao, Darnes Vilariño, Carlos Guillén, José de Jesús Lavalle</i>	85

Capítulo 10	95
Análisis de tiempo-frecuencia de espectrogramas EEG por medio de aprendizaje no supervisado para la clasificación de ataques epilépticos	
<i>Ricardo Ramos Aguilar, José Arturo Olvera López, Ivan Olmos Pineda</i>	
Capítulo 11	105
Repositorio de contextos para el apoyo de la comprensión lectora	
<i>Meliza Contreras González, Mireya Tovar Vidal, Guillermo De Ita Luna, Angel Omar Mendoza Rojas</i>	
Índice de autores	113
Compiladores	115
Revisores	115
Editores	115

Implementación de un sistema multi-variable para medir el nivel de atención en personas

Alfredo Garcia¹, Juan Manuel Gonzalez¹, Amparo Palomino²

¹Facultad de Ciencias de la Computación, BUAP, Puebla, México
alfredo_amigo18@hotmail.com, jumagoca78@gmail.com

²Facultad de Ciencias de la Electrónica, BUAP, Puebla, México
Ampalomino@gmail.com

Resumen. Actualmente se han desarrollado diversos tipos de dispositivos para medir el nivel de atención. Las ondas cerebrales son las variables fisiológicas más utilizadas para relacionar la atención y los estados cognitivos de las personas. La diversidad de estos dispositivos es limitada en cuanto a diversas características como: cantidad de usuarios que soportan (regularmente son de tipo mono-usuario), tipos de variables fisiológicas involucradas (en su mayoría utilizan únicamente ondas cerebrales), versatilidad de las interfaces (restringida al desarrollo del fabricante), protocolo de comunicación (bluetooth generalmente), entre otras.

En este trabajo de investigación se implementa un sistema multi-variable para medir el nivel de atención en las personas ya que involucra al menos 2 variables fisiológicas distintas que están relacionadas con la atención: las primeras son las ondas cerebrales y se propone la postura corporal como segunda variable. El dispositivo desarrollado es adaptado para disminuir su grado de invasividad hacia el usuario con el propósito de estimular una respuesta natural en el usuario y obtener un diagnóstico fiable en la lectura de las variables fisiológicas. Como parte del trabajo se crea una interfaz gráfica donde se monitorea el comportamiento de los datos obtenidos.

Palabras clave: Nivel de atención, señales cerebrales, postura corporal sistema multi-variable, entorno gráfico, interfaces.

1 Introducción

Existen diversos trastornos que afectan el nivel de atención de las personas tanto en su edad infantil como en su edad adulta, cuyas causas son descritas en (Marín, 2014).

Uno de los trastornos más reconocidos es el trastorno por déficit de atención / hiperactividad (TDAH) y generalmente se diagnostica por primera vez en la infancia, y los síntomas persisten en la adolescencia y la edad adulta, los cuales son especificados en (Ravichandran y Huang, 2009).

El TDAH se caracteriza por falta de atención, impulsividad e hiperactividad. Recientemente se ha estimado que afecta al 3.5% de los niños en edad escolar en todo el mundo y se dice que es uno de los trastornos psiquiátricos más comunes entre los jóvenes. El mayor desafío para los adultos con trastorno por déficit de atención hiperactividad (TDAH) es la gestión de la información y las tareas, entre otros que son mencionados en (Huh y Ackerman, 2010).

Para conocer el grado de afectación que el TDAH produce en las personas, es necesario contar con herramientas que puedan proporcionar una retroalimentación de el porcentaje de atención que tiene el usuario al momento de ejecutar una tarea en específico.

Actualmente existe una variedad de dispositivos comerciales que proporcionan de forma cuantitativa el nivel de concentración, meditación, relajación y atención del usuario, pero en algunos casos se consiguen de forma invasiva, afectando la respuesta del usuario y en consecuencia el dictamen del diagnostico final (Regan, Shane, Kalyn, Bertram, Gaetz, Doucette, Taylor, Orr y Keiver, 2013).

En este trabajo de investigación se propone implementar un sistema para medir el nivel de atención en personas, generando una retroalimentación en forma de lazo cerrado para ejecutar alguna acción que ayude a restablecer el nivel de atención del usuario.

Este sistema será una herramienta utilizada como base en diferentes áreas para el análisis de información requerida del usuario basado en 2 variables fisiológicas inicialmente: ondas cerebrales y postura corporal.

2 Descripción del sistema de medición del nivel de atención en personas

La investigación llevada a cabo sobre la implementación de un sistema no-invasivo y multiusuario, para identificar el nivel de atención en personas está compuesta por el estudio de las siguientes etapas, también mencionadas en (Girouard, 2009) e ilustradas en la fig. 1 donde se muestra el diagrama de los elementos del sistema de reconocimiento de nivel de atención utilizando la técnica de control en lazo cerrado.

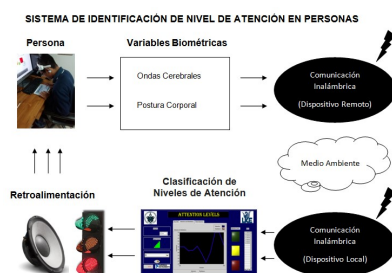


Fig. 1. Sistema de identificación de nivel de atención en personas.

- Tipos de sensores no invasivos utilizados actualmente.
- Tipos de variables fisiológicas utilizadas para medir estados de atención.
- Dispositivos comerciales implementados para medir estados de atención.
- Velocidad de adquisición de datos de las variables biométricas (tiempo de muestreo).
- Software utilizado para el procesamiento de datos.
- Técnica aplicada para obtener la adquisición de datos.
- Técnicas de retroalimentación.

2.1 Técnicas de adquisición de las variables relacionadas con el estado de atención

La variedad de técnicas aplicadas en el campo de la investigación para cuantificar el nivel de atención en las personas nos dirige hacia un análisis descriptivo que es presentado en este trabajo.

Partiendo de la revisión en la literatura de las variables usadas para relacionar el nivel de atención en personas, ha sido encontrado que las ondas cerebrales son las variables fisiológicas con mayor relevancia, debido a la relación cognitiva que existe entre el pensamiento y la actividad cerebral. Por lo tanto su implicación es directa como se muestra en (Campazzo, Martínez, Guzmán y Agüero, 2013).

La grafica de la fig. 2 muestra la relevancia que cada una de las variables fisiológicas tiene sobre el nivel de atención en las personas.

La elección del dispositivo depende de la variable fisiológica utilizada, para desarrollar la adquisición de datos. Dentro de los dispositivos más usados en la literatura se encuentran: el electroencefalograma, cámaras WEB, sensores de movimiento, giroscópios, mouse (seguimiento de trayectoria), electrocardiograma, sensores electroquímicos, teclados (modo de escritura), transductores, cámaras y sensores ópticos, algunos ejemplos son relacionados en (Hernández, Vasquez, Olivares, Cortés y López, 2016).

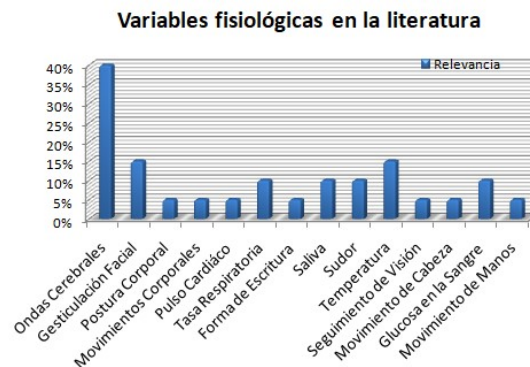


Fig. 2. Relevancia de las variables fisiológicas relacionadas con el nivel de atención en la literatura.

2.2 Técnicas de retroalimentación aplicadas al estado de atención de las personas

Una vez que el nivel de atención del usuario es conocido, es necesario ejercer alguna acción que proporcione alguna retroalimentación al usuario para estimular su concentración en la actividad o tarea que esté llevando a cabo.

La grafica en la figura 3 muestra los sistemas de retroalimentación más usados para estimular el estado de atención de las personas en general. En este análisis comparativo se observa que los ambientes de aprendizaje visual son la herramienta más común en el área de las ciencias cognitivas.



Fig. 3. Relevancia de los métodos de retroalimentación relacionados con el nivel de atención en la literatura.

3 Incorporación de la variable postura corporal al sistema para medir la atención

Uno de los objetivos primordiales de este trabajo de investigación es implementar un sistema que mida la atención utilizando más de una variable. Con el propósito de alcanzar este objetivo, se incorpora al sistema la adquisición de datos de la segunda variable fisiológica: Postura corporal.

La información de la postura corporal del usuario es sensada a través de un giroscopio y un acelerómetro utilizando el dispositivo MPU-6050 mostrado en la fig. 4. Este dispositivo cuenta con 3 sensores: 1 giroscopio, 1 acelerómetro y 1 sensor de temperatura, además de contar con 6 grados de libertad. Este dispositivo es conocido como IMU (Inertial Measure Unit) Unidad de Medida Inercial y su función es medir la fuerza con el acelerómetro y la velocidad con el giroscopio respectivamente.



Fig. 4. Giroscopio y acelerómetro MPU-6050.

3.1 Acelerómetro

La aceleración obtenida del acelerómetro puede expresarse en 3 ejes: X, Y y Z. La IMU detecta la aceleración de la gravedad terrestre, la cual es aproximada a 9.8 m/s², aplicando la ecuación 1 y la ecuación 2 se obtiene el ángulo de inclinación con respecto al eje X y Y respectivamente, como se ilustra en la fig. 5.

$$\text{Ángulo (X)} = \text{atan}\left(\frac{y}{\sqrt{x^2+z^2}}\right) \quad (1)$$

$$\text{Ángulo (Y)} = \text{atan}\left(\frac{x}{\sqrt{y^2+z^2}}\right) \quad (2)$$

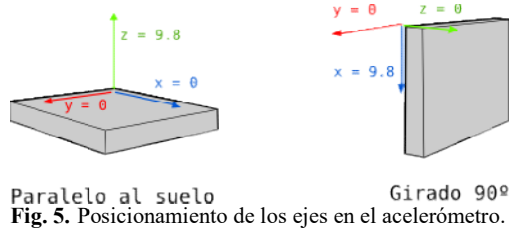


Fig. 5. Posicionamiento de los ejes en el acelerómetro.

3.2 Giroscopio

El giroscopio mide la velocidad angular, en principio se obtiene la lectura del ángulo inicial del giroscopio y en cada periodo de muestreo se realiza la lectura para conocer el valor del nuevo ángulo. Conociendo el valor del ángulo actual y del ángulo anterior se aplica la ecuación 3 para calcular el Ángulo X y la ecuación 4 para calcular el Ángulo Y. Donde Δt es el tiempo que ha pasado desde la última vez que se ha calculado el ángulo.

$$\text{Ángulo (X)} = (\text{Ángulo (Xanterior)} + \text{Ángulo (Xactual)}) * \Delta t \quad (3)$$

$$\text{Ángulo (Y)} = (\text{Ángulo (Yanterior)} + \text{Ángulo (Yactual)}) * \Delta t \quad (4)$$

3.3 Filtro complementario

En un mundo ideal la lectura del acelerómetro y giroscopio sería exacta pero en el mundo real existe el ruido que es provocado por las interferencias que afectan a los dispositivos electrónicos. El acelerómetro es capaz de medir cualquier ángulo, sin embargo sus lecturas son ruidosas y tienen un cierto margen de error como se muestra en la fig.6, donde la línea azul es las medidas del ángulo esperadas y la línea roja representa las medidas del ángulo reales. En el caso del giroscopio a diferencia del acelerómetro proporciona medidas con alta precisión, pero en cada lectura se va acumulando un pequeño error llamado “drift” debido a la suma digital que se realiza en cada periodo de muestreo, lo cual ocasiona una lectura poco fiable.

Existen diferentes formas de combinar los datos del acelerómetro y del giroscopio para poder obtener lecturas confiables.

El objetivo principal es eliminar el ruido del acelerómetro y el drift del giroscopio, para esto existen diversos algoritmos llamados filtros. Uno de los filtros más eficientes es el filtro Kálmán el cual es capaz de calcular el error de cada medida a partir de las medidas anteriores, eliminarlo y dar el valor real del ángulo. Sin embargo tiene una desventaja y radica en su coste de procesamiento elevado.

Por lo tanto el filtro aplicado en este trabajo es el filtro complementario ya que es fácil de implementar, tiene un bajo coste computacional y otorga una alta precisión en la lectura.

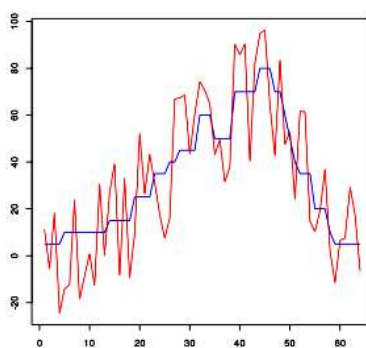


Fig. 6. Lectura real (línea roja) y lectura esperada (línea azul) del acelerómetro.

El Filtro Complementario es en realidad una unión de dos filtros diferentes: un filtro pasa-altas para el giroscopio y un filtro pasa-bajas para el Acelerómetro. El primero deja pasar únicamente los valores por encima de un cierto límite, al contrario que el filtro pasa-bajas, que sólo permite a los que están por debajo. La ecuación 5 describe el filtro complementario.

$$\text{Ángulo} = (\text{Ángulo_actual} + \text{Ángulo_anterior} * \Delta t) + 0.02 * \text{Ángulo_acel} \quad (5)$$

Donde Ángulo_actual es el ángulo actual del giroscopio, Ángulo_anterior es el ángulo del giroscopio calculado en el periodo de muestreo previo al actual, Ángulo_acel es el ángulo actual del acelerómetro y Δt es el tiempo que ha pasado desde la última vez que se ha calculado el filtro. Esta ecuación se aplica para calcular el ángulo X y el ángulo Y.

4 Resultados de la incorporación de la variable fisiológica postura corporal al sistema

La lectura de los datos del sensor MPU-6050 se realiza en el software LABVIEW y se utiliza una tarjeta de lectura Arduino uno. El protocolo de comunicación que maneja el dispositivo es I2C, por lo que se implementa el algoritmo para poder ingresar a las direcciones de los registros donde se encuentran los datos.

La dirección del sensor comercial MPU-6050 es 00x68 (hexadecimal), una vez que se ha ingresado a los registros de datos se obtiene la lectura de los datos en crudo como los muestra la fig.7 en el caso del acelerómetro y la figura 8 en el caso del giroscopio, estos datos no están procesados y representan las muestras obtenidas de los 3 ejes (eje X rojo, eje Y blanco y eje Z verde).

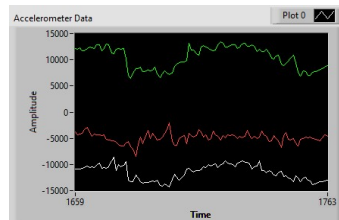


Fig. 7. Datos en crudo obtenidos del acelerómetro.

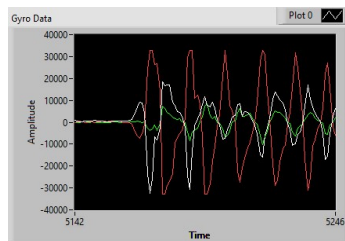


Fig. 8. Datos en crudo obtenidos del giroscopio.

Los datos en crudo son procesados para obtener los ángulos en cada uno de los 3 ejes: X, Y y Z. Este procesamiento se implementa directamente en LABVIEW utilizando las ecuaciones 1, 2, 3 y 4, y realizando las conversiones de unidades de radianes a grados.

Los datos procesados del acelerómetro se obtienen aplicando conversiones

trigonométricas y se muestran en la fig. 9.

Los datos procesados del giroscopio se obtienen generando una integral digital en cada periodo de muestreo y se muestran en la fig. 10.

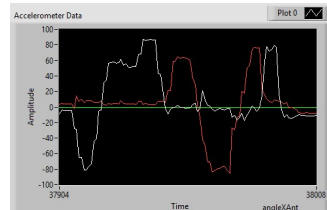


Fig. 9. Datos procesados de los ángulos obtenidos del acelerómetro.

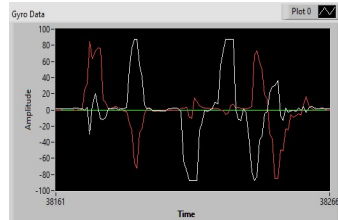


Fig. 10. Datos procesados de los ángulos obtenidos del giroscopio.

Las lecturas del acelerómetro presentan ruido y tienen un cierto margen de error lo que ocasiona que los datos representen una información errónea y de baja fiabilidad, en el caso del giroscopio a diferencia del acelerómetro proporciona medidas con alta precisión, pero en cada lectura se va acumulando un pequeño error llamado “drift” debido a la suma digital que se realiza en cada periodo de muestreo.

Un filtro digital es una solución para combinar los datos del acelerómetro y del giroscopio para poder obtener lecturas confiables. Se implementa un filtro complementario el cual está descrito en la ecuación 5 y los datos obtenidos al implementarlo se muestran en la fig. 11 (lado izquierdo: ángulo X y lado derecho: ángulo Y).

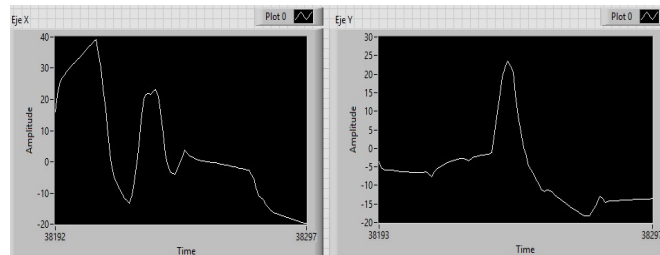


Fig. 11. Datos procesados de los ángulos obtenidos del giroscopio.

Con los datos obtenidos de la segunda variable fisiológica: postura corporal, se diseña una nueva interfaz gráfica para incorporar los datos la cual se muestra en la fig. 12, donde se despliegan los siguientes elementos: un termómetro, las gráficas de las señales que representan los ángulos X y Y, un panel 3D que simula el movimiento del usuario utilizando los datos obtenidos por el sensor MPU-6050, una gráfica de la señal de atención, un semáforo y el vector de datos de atención.

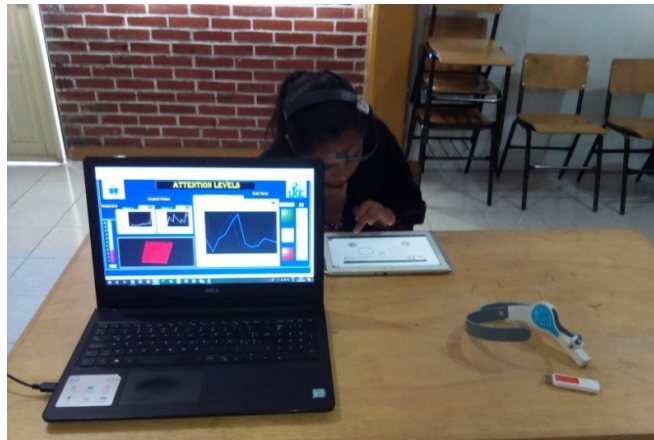


Fig. 12. Interfaz gráfica que incorpora los datos de la postura corporal.

Conclusiones

Inicialmente el sistema se implementó basándose únicamente en las ondas cerebrales en este trabajo se ha incorporado la segunda variable fisiológica al sistema, la cual corresponde a la postura corporal, después de un proceso de depuración, procesamiento y filtrado de la señal, se obtiene una lectura fiables de los datos y el sistema tiene un tiempo de muestreo de 20 muestras /segundo, lo cual es eficiente para conseguir los propósitos planteados.

Trabajo Futuro

Actualmente se está trabajando en la toma de muestras para encontrar algún patrón de co-rrelación entre la postura corporal y el nivel de atención de las personas, el sistema utilizado para realizar este trabajo se muestra en la fig. 13, donde el sensor MPU-6050 se anexa a un chaleco para estimular la respuesta natural del usuario. El instrumento de validación utilizado es un test para identificar colores, el cual fue obtenido de los demos de la compañía Brain HQ. Se realiza la toma de muestras en la modalidad: tablet.

El análisis matemático para encontrar la correlación de ambas variables será

apoyado y sustentado por los datos de la variable atención obtenidos de la diadema mindWave.



Fig. 13. Sistema para medir atención incorporando la variable postura corporal.

Referencias

1. Campazzo E., Martínez M., Guzmán A. y Agüero A. (2013), *Desarrollo de in-terface de detección de emociones para su utilización en redes sociales y entornos virtuales de aprendizaje*, Paraná, XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, volumen 1, pp. 1-5.
2. Girouard A. (2009), *Adaptive Brain-Computer Interface*, USA, CHI 2009, volumen 1, pp. 3097- 3100.
3. Hernández A., Vásquez R., Olivares B. A., Cortes G. y López I. (2016), *Sistema de detección de emociones para la recomendación de recursos edu-cativos*, Orizaba México, Programación Matemática y Software (2016) 8(1): 58-66., ISSN: 2007-3283, pp. 58-66.
4. Huh J. y Ackerman M. S. (2010), *Exploring social dimensions of personal information management with adults with AD/HD*, Atlanta, Georgia, USA, CHI EA '10 CHI '10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, volumen 1, pp. 3715-3720.
5. Marín E. J. (2014), *Detección de emociones del usuario*. Chile, Tesis Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, volumen 1, pp. 1- 67.
6. Ravichandran S. y Huang J. (2009), *Motivating children with attention deficiency disorder using certain behavior modification strategies*, Singapur, 13th International Conference on Biomedical Engineering, IFMBE Proceedings, Springer, Berlin, Heidelberg, volumen 23, pp. 1057 -1062.
7. Regan L. M., Shane D., Kalyn R. M., Bertram P. C., Gaetz M., Doucette A., Tay-lor B. A., Orr A. P. y Keiver K.. (2013). *Games as neurofeedback training for children with FASD*, New York, USA, IDC '13 Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children, volumen 1, pp. 165-172.