

Diseño de un dispositivo que alerte al conductor que se está quedando dormido al volante de un automóvil.

Alumnos:

Acevedo González Luis Manuel, Blanco López Pedro Eduardo décimo semestre de Ingeniería Automotriz, Cessa Sampieri Francisco décimo semestre de Ingeniería Automotriz, Lara Bucio Lenier décimo semestre de Ingeniería Automotriz, Sánchez Goel José María treceavo semestre de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Leal González José Carlos catorceavo semestre de Ingeniería Automotriz.

Universidad Iberoamericana Puebla, manuel.acevedo.10.7@gmail.com; Universidad Iberoamericana Puebla, e.blpz@msn.com; Universidad Iberoamericana Puebla, lralenier0806@gmail.com; Universidad Iberoamericana Puebla, pacofcs18@gmail.com; Universidad Iberoamericana Puebla chema.sg99@gmail.com; Universidad Iberoamericana Puebla, jclg792@hotmail.com.

Abstract

Según la INEGI, en el 2014 se registraron 245,578 accidentes automovilísticos, de los cuales el 7% fueron causados por manejo en estado de cansancio.

Este proyecto está enfocado al área automotriz, específicamente a la seguridad del conductor, ayudando a prevenir que este caiga en un estado de somnolencia.

Mediante investigaciones y formulación de modelos, este proyecto pretende diseñar un dispositivo que tome en cuenta distintos parámetros que indiquen el inicio de un estado de somnolencia. Concluyendo en el modelado de este junto con un diagrama de su funcionamiento.

Palabras clave: Sensor, sueño, frecuencia cardíaca, temperatura, ritmo cardíaco, inclinación

Introducción

Este proyecto está enfocado al área automotriz, específicamente a la seguridad del conductor, ayudando a prevenir que este caiga en un estado de somnolencia.

Según el INEGI, se registraron 245,578 accidentes automovilísticos en el año 2014, de los cuales el 7% fueron causados por manejo en estado de cansancio o somnolencia, y es el mismo porcentaje que los accidentes causados por conducir en estado de ebriedad.

Objetivo general

Diseñar un dispositivo, el cual, alertará al usuario que se está quedando dormido frente al volante.

Objetivos específicos

- Identificar las diferentes señales de somnolencia en una persona.
- Formular un modelo que considere las señales de somnolencia.

- Evaluar los dispositivos para medir el sueño y emisión de alertas.
- Modelar el dispositivo que integre el modelo de medición de señales de somnolencia.
- Construir un prototipo el que detectará los síntomas de una persona que se está quedando dormida.

Justificación

Este proyecto es importante porque presenta tecnología auxiliar en la identificación del sueño y mediante la combinación de sensores que permiten la identificación de estos parámetros en el usuario, sin comprometer su comodidad ni seguridad, es posible alertarlo a tiempo. Cabe destacar que algunos vehículos de gama alta presentan sistemas parecidos integrados al mismo, sin embargo, nuestro diseño permite transportar la funcionalidad a cualquier vehículo que no cuente con un sistema similar.

Alcances

Realizar las pruebas necesarias para calificar el funcionamiento de los sensores. Recopilar la información de los resultados para su análisis. Contrastar nuestro dispositivo con los que se encuentran actualmente en el mercado. Desarrollar el algoritmo y su respectivo dibujo técnico. Construcción de un prototipo.

Limitaciones

Conocimientos de programación. Presupuesto limitado debido a materiales de alto precio. Parámetros de trabajo difíciles de medir. Grandes variaciones en mediciones.

Marco teórico

El sueño es un fenómeno fisiológico periódico, durante el cual se suspende la interrelación con el medio externo, y alterna cíclicamente con un estado de alejamiento o vigilia constituyendo ciclos de sueño-vigilia.

La etapa I, de somnolencia o adormecimiento, en que tiene lugar la desaparición del ritmo alfa del EEG (8-13hz), hay tono muscular y no hay movimientos oculares o, si los hay, son muy lentos.

La etapa II - III, de sueño ligero, se caracteriza por una disminución aún mayor del ritmo electroencefalográfico, sigue existiendo tono muscular, y no hay movimientos oculares.

La etapa IV, de sueño profundo, presenta un ritmo electroencefalográfico menor, no hay movimientos oculares y el tono muscular se mantiene o puede estar muy disminuido.

En la "etapa I" hay una menor actividad fisiológica que comienza con un descenso gradual de los signos vitales y del metabolismo; el sujeto se despierta fácilmente por estímulos sensoriales, como el ruido.

Durante el sueño NREM (Fig. 1) la tensión arterial disminuye entre 2 y 5 mm/Hg,

fundamentalmente en las fases III y IV, haciéndose muy estable. Por su parte la frecuencia cardíaca disminuye en el paso de la vigilia al sueño NREM.



Fig. 1 Síntomas del sueño NREM

En la actualidad existen varios dispositivos que miden el sueño:

- Drive Alert: Dispositivo de detección de inclinación de la cabeza del conductor
- Dispositivo de detección de parpadeo del conductor
- Dispositivo de detección de posición de la punta de los dedos en el volante
- Dispositivo de detección de apriete al volante del vehículo

Dispositivos de detección de parpadeo.

- Detectan mediante sensores LED la cantidad de parpadeos en un determinado tiempo del conductor.
- Accionan una alarma al detectar una mayor frecuencia en el parpadeo del conductor o al detectar el cierre completo y duradero del párpado.
- Son los más comunes hoy en día.

Sensores al volante (presión y posición de dedos).

- Son dispositivos que detectan mediante mecanismos medidores de presión el estado de somnolencia del conductor.
- Detectan el apriete que el conductor ejerce en el volante del vehículo o el campo electromagnético en la punta de los dedos de la mano.

Dispositivo "Drive Alert" y de dirección de inclinación de la cabeza.

- Dispositivo que detecta el ángulo de inclinación de la cabeza del conductor.
- Funciona con el principio del equilibrio electrónico. Cuando la cabeza del conductor desciende por debajo de un ángulo preestablecido, el aparato emite una fuerte señal de alarma que advierte que debe tomar una acción correctiva.

Metodología

Debes escribir un párrafo que aporte información acerca de los Investigando distintos parámetros que están relacionados con el sueño, se llegó a la conclusión que los siguientes son los más aptos para medir cuando una persona se está quedando dormida:

- Temperatura
- Ondas neuronales
- Presión arterial
- Ritmo cardíaco
- Inclinación de la cabeza

Se determinó que los conjuntos de estos parámetros son suficientes para detectar el estado de somnolencia de un conductor.

A partir de ellos se buscaron distintos sensores para tener una referencia medible de cada uno, y detectar cambios en ellos a partir de los estándares establecidos cuando una persona está despierta.

Al identificar los sensores más aptos para la tarea, se determinó un modelo matemático que permita tomar los valores captados por ellos y determinar cuando el usuario se está quedando dormido.

Con la selección de sensores y el modelo matemático se construyó un prototipo del dispositivo, el cual utiliza la señal captada por los sensores y la traduce en alerta con el modelo matemático programado en un controlador Arduino.

Resultados y discusión

Los sensores selectos son:

1. MMA7361 Acelerómetro analógico de tres ejes.
2. Sensor seleccionado para determinar la temperatura corporal MLX90614ESF.
3. ADA-1093 Sensor para determinar las pulsaciones por minuto.

El sensor 1 fue seleccionado debido a su compatibilidad con varias plataformas de programación y poca variabilidad ($\pm 1.5-6$ grados de inclinación en tres ejes).

El sensor 2 posee una calibración predeterminada entre los -40°C a los 125°C . Junto con su bajo costo, fácil programación en Arduino y tamaño pequeño lo hace ideal para medir la temperatura corporal.

El sensor 3, que hará el trabajo de medir las pulsaciones por minuto, también es programable en Arduino, posee el tamaño adecuado, se puede colocar en cualquier parte del cuerpo e incluye un clip de oreja, el cual es apto para el modelo diseñado.

Para lograr integrar estos sensores para enviar una señal que abarque los tres síntomas se diseñó un algoritmo que envía señales de activación cada que se cumple una condición de activación en el sensor correspondiente basado en los estándares medibles de los síntomas de somnolencia:

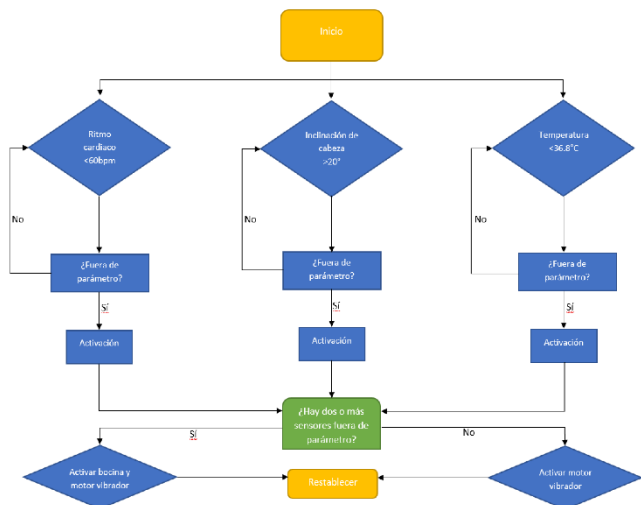


Fig. 2 Síntomas del sueño NREM

Se puede apreciar en el diagrama (Fig. 2) la condición de activación de los parámetros, cuando una persona está entrando en sueño ligero varía su temperatura, ritmo cardíaco e inclina la cabeza. Al momento en el que cada sensor, de manera individual, capta un cambio en los síntomas, enviarán una señal que se sumará a las de los demás.

La alerta correspondiente a los cambios presentados en los sensores constará de un motor vibrador y una bocina, provocando un estímulo táctil y un estímulo auditivo en el usuario. El dispositivo al detectar más de un parámetro fuera de lugar activará el motor vibrador como la bocina, indicando que el usuario se está quedando dormido al volante.

El dispositivo emite como primera alerta el estímulo táctil del motor vibrador al detectar una sola señal de cambio de parámetro, provocando un estímulo lo suficientemente fuerte para alertar al usuario que se está quedando dormido, pero no lo suficientemente molesto para distraerlo. Al detectar dos o más cambios en los parámetros la bocina reproducirá un sonido agudo, lo cual ayudará a despejar el sueño a un usuario que esté entrando en un sueño profundo.

El dispositivo tras haber registrado la actividad independiente de cada uno de los sensores y haber activado, o no, las condiciones de alerta, deberá reestablecerse para posteriormente comenzar de nuevo la lectura de los parámetros. Para esto se integró un botón que reestablece los parámetros de lectura, obligando al usuario a tomar nuevamente una postura erguida al volante, y el volver a tomar postura frente al volante propicia a que se quede despierto.

Este algoritmo fue programado en Arduino por su fácil plataforma de programación y control de los sensores, permitiendo que actúen de manera integrada junto con los actuadores (bocina y motor flex vibrador).

Para la comodidad del conductor se pensó en un diseño ergonómico que se ajuste a su cabeza (Fig. 3), de manera que pueda acomodarse en las orejas y rodee su nuca, con la intención de que el sensor 1 pueda medir la frecuencia cardíaca cerca de la sien derecha, el sensor dos pueda medir la temperatura en la oreja y el sensor 3 pueda medir el ángulo de inclinación de la cabeza desde la nuca.

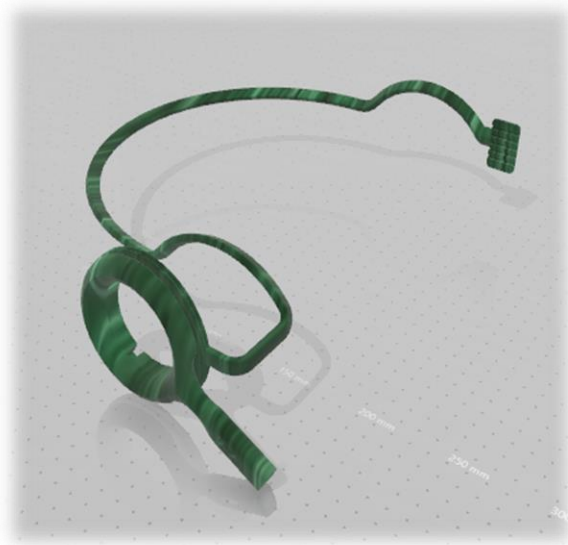


Fig. 3 Diseño del prototipo

Conclusiones

- A lo largo de la investigación se logró determinar que es posible medir cuándo una persona está entrando en estado de somnolencia.
- A partir de estos síntomas fue posible determinar qué sensores son los más aptos para el diseño del dispositivo.
- Con estos sensores fue posible elaborar un algoritmo que integre la medición que detecta cada uno de los sensores individualmente.
- Se logró diseñar un diagrama de funcionamiento y un diseño en 3D del dispositivo detector de sueño que integra más de un sensor.
- Se determinó la fuente de poder más adecuada para el dispositivo.
- Finalmente, se construyó un prototipo funcional del dispositivo que alerta al usuario cuando está durmiéndose.

Recomendaciones

- El consumo de sustancias energicantes provocan variaciones en el dispositivo.
- El usuario debe mantenerse erguido al iniciar el dispositivo.

Referencias

1. VAN DEN HEUVEL, Cameron J., NOONE, Joseph T., LUSHINGTON, Kurt and DAWSON, Drew. Changes in sleepiness and body temperature precede nocturnal sleep onset: Evidence from a polysomnographic study in young men. *Journal of sleep research* [online]. 6 April 2000. Vol. 1, no. 7p. 159–166. [Accessed 10 October 2017]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2869.1998.00112.x/epdf>
2. BENTIVOGLIO, Anna Rita, BRESSMAN, Susan B., CASSETTA, Emanuele, CARRETTA, Donatella, TONALI, Pietro and ALBANESE, Alberto. Analysis of blink rate patterns in normal subjects. *Movement Disorders* [online]. 4 November 1997. Vol. 12, no. 6p. 1028–1034. [Accessed 10 October 2017]. DOI 10.1002/mds.870120629. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mds.870120629/full>
3. ABTAHI, Shabnam , HARIRI, Behnoosh and SHIRMOHAMMADI, Shervin. Driver drowsiness monitoring based on yawning detection. *Instrumentation and Measurement Technology Conference* [online]. 12 May 2011. [Accessed 10 October 2017]. DOI 10.1109/IMTC.2011.5944101. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5944101/>
4. KANG CABRERA, Ho-Seok Antonio. Diseño y desarrollo de un sistema para la visualización de parámetros bioenergéticos: ritmo cardiaco, cuenta pasos y calorías. 2013.
5. MAMANI, Marquez; ALVARO, Eden; MORALES RIOS, Carlos. Medidor de frecuencia cardiaca y temperatura corporal. 2011. Tesis Doctoral.
6. COLLANTES MENDOZA, Abraham Eduardo. Diseño y Construcción de un Termómetro Electrónico Digital basado en la Tecnología de los Microcontroladores. 2015. Tesis de Licenciatura. Espol.
7. LA IMPORTANCIA DEL METODO EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES. GONZÁLEZ, HÉCTOR ÁLVARO, MESA G., DAIRO HERNÁN. s.l. : Scientia Et Technica, 2004.
8. Silvana, Maria. Materiales ecologicos. UPC. 2011.UNNE. INTRODUCCIÓN A LA RESISTENCIA DE MATERIALES. 2004, Vol. 1, 1.
11. Alvarez, Hector Dominguez. el correo del maestro. [En línea] 2015. [Citado el: 11 de octubre de 2017.] http://www.correodelmaestro.com/publico/html5032015/capitulo3/sobre_las_propiedades_de_los_cuerpos.html.
12. Rafael, Amauris. gestiopolis. gestion de materiales y su clasificacion . [En línea] 30 de junio de 2001. [Citado el: 11 de octubre de 2017.] <https://www.gestiopolis.com/gestion-de-materiales-y-su-clasificacion/>.
13. Fatima. Fatimaquimica. Reacciones quimicas: transformacion de materiales. [En línea] [Citado el: 11 de octubre de 2017.] <https://fatimaquimica.wikispaces.com/file/view/SE%C3%91ALES+DE+QUE+HA+OCURRIDO+UNA+REACCION.pdf>.