

Detección de la fatiga de un conductor basado en EEG

Luna García, Javier

Grau en Enginyeria Electrónica Industrial i Automàtica

UPC - EPSEVG, Departament d'Enginyeria, Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial

Av. Víctor Balaguer s/n, 08800 Vilanova i la Geltrú

Resumen

El objetivo principal del presente proyecto es la creación de una aplicación móvil que se comunique vía bluetooth con un dispositivo que lea las ondas EEG que emite nuestro cerebro. A partir de esta lectura, esta aplicación ha de ser capaz de interpretar los valores recibidos y decidir si estos valores indican: si el individuo está en situación de fatiga o no, además cuenta con control de parpadeo, un control de la aceleración lateral y un velocímetro. El dispositivo utilizado, es un dispositivo comercial de bajo coste de la empresa Neurosky, y la aplicación se programa para la plataforma Android, debido a la cantidad de posibles usuarios que tiene esta plataforma.

El software utilizado es Android Studio, que es el software recomendado por Android para los desarrolladores. En este software se programa en lenguaje Java para las instrucciones y xml para el entorno gráfico.

1. Introducción

En la actualidad, la sociedad requiere de desplazamientos cada día para la gran mayoría de personas. Una cantidad muy alta de estos

desplazamientos se realizan por carretera y conllevan muchos peligros derivados de esta tendencia. Estos peligros vienen dados por los accidentes de tráfico generados por despistes, cansancio, stress, etc...

De los motivos que pueden ser generadores de accidentes, entre los más importantes es la fatiga. Por lo que utilizando las ondas EEG (Electroencefalograma) se puede dar una respuesta a la detección precoz de este estado con el fin de evitar que estos accidentes sucedan.

2. La electroencefalografía

Para poder llevar a cabo la detección precoz de la fatiga, podemos medir e interpretar las señales eléctricas que emite nuestro cerebro. Este campo está definido como encefalografía. La encefalografía se puede definir como la medición de los biopotenciales que emite nuestro cerebro [1]. A través de los datos que nos proporcionan estos biopotenciales se pueden interpretar los valores con el fin de identificar estados del cuerpo humano. Estos biopotenciales son conocidos como ondas EEG.

Las ondas EEG son ondas no estacionarias en general, pero si en pequeños intervalos de tiempo.

Por lo que su estudio conlleva la utilización de la Transformada Fourier (ondas estacionarias) y de la Transformada de Wavelet (ondas no estacionarias). Como en el dispositivo utilizado en este proyecto no son necesarias este tipo de operaciones matemáticas no se profundiza en ello.

Las ondas EEG tienen la capacidad de detectar eventos diferentes en función de su estado e interpretación. Para ello se pueden diferenciar 4 tipos de ondas EEG [1]:

Ondas cerebrales	Frecuencia	Estado mental
Onda delta	0,5 - 3 Hz	sueño profundo
Onda theta	4 - 7 Hz	sueño ligero
Onda alfa	8 - 13 Hz	despierto, relajado
Onda beta	14 Hz	despierto, excitado

Figura 1: Tipos de ondas EEG

- Las ondas delta se presentan durante el sueño profundo, en la infancia y en enfermedades orgánicas cerebrales graves.
- Las ondas theta se presentan en la infancia aunque también pueden presentarlas los adultos en períodos de stress emocional y frustración.
- Las ondas se registran en sujetos normales despiertos, sin ninguna actividad y con los ojos cerrados,.
- Las ondas se dividen en dos tipos beta 1 y beta 2.

-Las ondas beta 1, tienen una frecuencia doble a las ondas

-Las ondas beta 2, aparecen cuando se activa intensamente el SNC o cuando el sujeto está bajo tensión.

3. Métodos utilizados para la detección de la somnolencia

Los métodos para la detección de la fatiga en los vehículos es algo que ha ido evolucionando desde que Volkswagen [2] en 2007 comenzase a investigar en este sentido. Los métodos utilizados se basan en la detección de la apertura del ojo. Es decir, el tamaño del ojo cuando está abierto o las veces que este se abre y se cierra (parpadeo). Además los sistemas más utilizados en la actualidad, monitorizan la corrección de la dirección en el volante y hasta la posición del pedal.

Dentro de la investigación que se ha realizado en este sentido existe la empresa Neurosky que investiga en la detección precoz de la fatiga utilizando ondas EEG.

Este método no está implementado hoy día en ningún vehículo, aunque sea un método más fiable que los que existen hoy en la seguridad dentro de la industria del automóvil.

Se puede implementar esto con la utilización de instrumentos BCI (Brain Computer Interface) [3]. En el mercado existen gran variedad de dispositivos BCI [3], pero nos centraremos en 4 dispositivos que pueden ser representativos:

- OpenBCI

- G.sys de g.tec
- Epoc de Emotiv
- Neurosky Mindwave

Cada uno de los dispositivos es interesante dentro de su encuadre de mercado. OpenBCI es muy interesante ya que procede del crowdfunding y el aspecto de su tarjeta de control recuerda mucho a un Arduino. G.sys es un dispositivo totalmente profesional en el campo de la medicina y es del que mayor información se puede obtener, ya que tiene capacidad de emitir las ondas EEG en tiempo real. Epoc es un dispositivo que se encuentra en medio del resto, ya que puede ser totalmente lúdico o puede tener un uso más profesional y su aspecto es mucho mejor que el dado por OpenBCI, incluso coincidiendo en el precio de venta. Por último, está el modelo Mindwave de Neurosky, es el más modesto de todos en muchos sentidos, pero es el dispositivo con el que se trabajará, ya que obteniendo resultados positivos de un dispositivo sencillo, si se utiliza uno mejor, el resultado será de mayor calidad.

4. Desarrollo de una aplicación para soporte móvil

Existen diversas plataformas para el desarrollo de aplicaciones móviles en función del sistema operativo que se utilice. De todas las que hay estudiaremos las más importantes en función del número de usuarios que existen. Estas son: Windows Phone, IOS y Android.

Windows Phone representa alrededor del 5% de

usuarios de dispositivos móviles en el mundo (datos de IDC [5]). Esta plataforma tiene su software llamada Windows App Studio, software totalmente gratuito. Para poder subir las aplicaciones en su plataforma de venta es necesario registrarse como desarrollador y pagar una tasa de 19\$.

IOS representa un 13% de los usuarios mundiales (datos de IDC [5]). Los softwares que ofrece son gratuitos también y existen varios en función del destino de la aplicación, aunque es recomendado por su versatilidad utilizar Xcode [6]. Para poder colgar aplicaciones en su plataforma también es necesario darse de alta como desarrollador y pagar una tasa de 99 \$ para desarrolladores individuales o 299 \$ si es una empresa.

Android supera por poco el 80% de los dispositivos (según IDC [5]) y los múltiples softwares de desarrollo que ofrece (programación gráfica o textual) aunque sea recomendado la utilización de Android Studio [7]. Igual que en los casos anteriores hay que registrarse como desarrollador y pagar una tasa de 25 \$. Aunque en comparación de inversión y potencial de recuperación la plataforma Android es la más rápida.

5. Android

Android es creado por google en 2005 [8] para dispositivos de pantalla táctil basado en Linux que ha evolucionado en el tiempo gracias a su filosofía de pensamiento en software libre. Su evolución ha sido a través de versiones, desde la 0.0 de 2005

hasta la 5.0 que hay en junio de 2015 [8]. Su plataforma de aplicaciones es Google Play aunque permite el uso de aplicaciones de terceros.

La estructura básica de un proyecto Android se muestra en la figura 2.

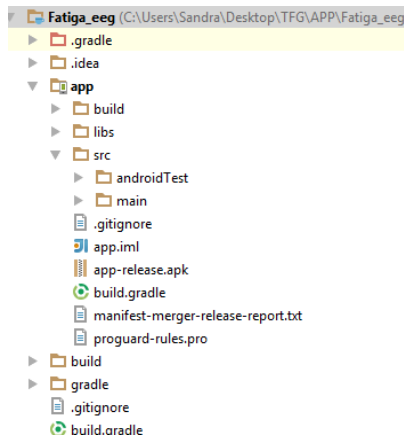


Figura 2: Estructura básica de un proyecto Android

Esta estructura no es única y cambia en función de la aplicación que se vaya a realizar.

Dentro de la carpeta src es importante destacar que se encuentra la carpeta main, donde se encuentra la carpeta en que se programan las acciones en Java, la carpeta del layout del interface principal, donde utilizaremos lenguaje xml para la programación del interface y el archivo AndroidManifest, donde se configura todo lo que la aplicación va a utilizar, el nombre de la misma, la versión de Android recomendada etc...

6. Aplicación Fatiga_EEG

La aplicación Fatiga_EEG consiste en un interface de comunicación entre el dispositivo Mindwave de Neurosky y un dispositivo móvil. Esta aplicación recibe las señales digitalizadas de

las ondas EEG que emite nuestro cerebro y las interpreta con el fin de poder predecir la fatiga con la antelación suficiente para evitar accidentes mientras se está conduciendo.



Figura 3: Aspecto aplicación Fatiga_EEG

El funcionamiento de la aplicación es intuitivo. Utiliza la cantidad de parpadeos que realiza el portador del auricular Neurosky a través de la señal pertinente y decide si el usuario está fatigado o no.

El uso del parpadeo es interesante desde el punto de vista físico, aunque presenta un problema. Como norma general, un individuo no parpadea las mismas veces que otro. Al buscar información los especialistas en la materia no encuentran un número exacto como parpado medio de una persona [9]. Aunque si están de acuerdo en que si este parpadeo se reduce en cuatro unidades por minuto es un síntoma inequívoco que la persona se encuentra fatigada [9]. Por lo que la programación de la aplicación utilizará este dato. Para poder extender la aplicación a cualquier persona, la solución tomada

es utilizar el minuto inicial como referencia a los restantes. Durante este primer minuto se cuentan los parpadeos para poder guardar el valor en un registro con el que más adelante se comparará.

A partir del segundo minuto, el contador de parpadeos se pone a cero y cuenta los parpadeos que se realizan durante 60 segundos. Una vez transcurrido este tiempo, comparará el valor obtenido con el guardado en el registro de referencia. Si el valor obtenido es menor al de referencia menos 4, también se comparará con el valor porcentual de la concentración (señal digitalizada que Mindwave nos envía en formato porcentual). Si el valor de la concentración es menor al 50% el dispositivo móvil emitirá una vibración durante 5 segundos para avisar al conductor. Una vez terminado esto el dispositivo comenzará a contar parpadeos y repetirá el ciclo hasta que la aplicación finalice o se desconecte la conexión bluetooth.

En caso que los parpadeos sean superiores la referencia menos 4, la aplicación repetirá el ciclo en las mismas condiciones enumeradas anteriormente.

Al mismo tiempo se realiza un control del parpadeo, para evitar que todo aquel individuo que duerma con los ojos abiertos quede excluido para estas mediciones. En este caso, el dispositivo móvil avisará durante 5 segundos con su función vibradora.

En paralelo, cada minuto controlará la posición GPS del dispositivo para poder dar un resultado de velocidad en Km/h.

También cuenta con un acelerómetro en tiempo

real. Este acelerómetro mide la aceleración lateral del dispositivo y la compara con la aceleración lateral máxima recomendada por la SAE [10] para un vehículo utilitario (10 m/s). En caso que esto suceda se avisará al conductor con una vibración de 3 segundos. Se elige utilizar el eje de coordenadas básico de un acelerómetro debido a que la aplicación puede ser instalada tanto en un dispositivo móvil como en un vehículo con software para utilizar aplicaciones Android.

7. Conclusiones

Como conclusión al estudio realizado, es posible afirmar que el resultado obtenido con un dispositivo de bajo coste ha sido bueno, por lo que se puede afirmar que el objetivo se ha conseguido.

En el proyecto se ha mostrado una de las utilidades que se le pueden dar a las ondas EEG para proponer soluciones a problemas reales.

En este caso, la interpretación de las ondas EEG y la automatización del proceso de decisión en función de los datos obtenidos, da una solución a la detección de la fatiga con la antelación suficiente como para evitar un accidente provocado por este motivo.

El uso de la plataforma Android permite que se pueda instalar en smartphones, tablets, wearables, relojes y vehículos. En este último es el más interesante para el proyecto en cuestión ya que es donde se han de evitar los accidentes.

8. Bibliografía

[1] Definición de EEG y encefalografía

Barea Navarro, Rafael. Electroencefalografía. Departamento Electrónica, Universidad Alcalá. <http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/bioingenieria2/archivos/apuntes/tema%205%20-%20electroencefalografia.pdf> >

[2] Páginas detección de fatiga en automóviles

Consulta: 08/03/2015

http://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/detector_sueno_38718.htm >

[3] Consulta de dispositivos BCI en el mercado

Consulta: 15/02//2015-30/06/2015

<http://eduardopaz.com/openbci-interfaz-cerebro-computador-opensource/> >

<https://emotiv.com/epoc.php> >

<http://www.gtec.at/Products/Complete-Solutions/g.EEGsys-Specs-Features> >

<http://neurosky.com/> >

<http://www.openbci.com/> >

[4] Página de software de desarrollo de Windows Phone

Consulta: 25/06/2015

<http://appstudio.windows.com/es-es> >

[5] Página de datos de usuarios por sistema operativo

Consulta: 18/05/2015

<https://www.idc.com/tracker/> >

[6] Página de software de desarrollo IOS

Consulta: 25/06/2015

<https://developer.apple.com/ios/download/> >

[7] Página de Software desarrollo Android Studio

Consulta: 02/02/2015

<http://developer.android.com/sdk/index.html> >

[8] Historia de Android

Consulta: 18/02/2015

https://www.android.com/intl/es_es/history/ >

[9] Artículos científicos y bibliografía sobre parpadeo

Taylor JR, Elsworth JD, Lawrence MS, Sladek JR Jr, Roth RH, Redmond DE Jr. (1999). *Spontaneous blink rates correlate with dopamine levels in the caudate nucleus of MPTP-treated monkeys*. Exp Neurol. 158(1):214-20.

[10] Aceleración lateral máxima recomendada.

Consulta: 15/10/2015

<http://saedigitalibrary.org/> >