



Tecnologías Accesibles
**Cuaderno Red de
Cátedras Telefónica**



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

**Apnea: Diagnóstico a Domicilio de Desórdenes
Respiratorios del Sueño en Pacientes con Movilidad
Reducida**

**Cátedra Telefónica de la Universidad de Las Palmas de Gran
Canaria**

Antonio Gabriel Ravelo García
José Gabriel Juliá Serdá
Javier Navarro Esteva
Juan Luis Navarro Mesa
Sofía Martín González
Eduardo Hernández Pérez
Pedro Quintana Morales
Ubay Casanova Blancas
Iván Guerra Moreno

Febrero de 2014



Antonio Gabriel Ravelo García (Director del proyecto)

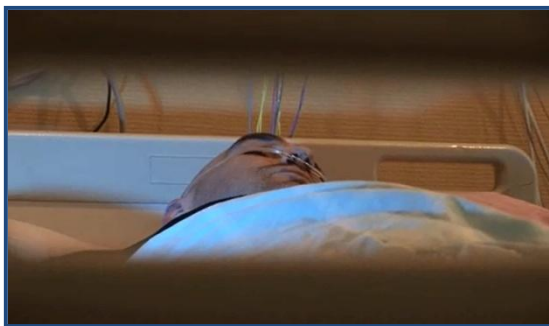
Ingeniero de Telecomunicación y profesor de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Se encuentra adscrito al Departamento de Señales y Comunicaciones y al Instituto para el Desarrollo y la Innovación en Telecomunicaciones (IDeTIC).

Sus líneas de investigación se centran en el Procesado de Señales Fisiológicas y su aplicación directa en sistemas de diagnóstico de bajo coste. Estas líneas de investigación han propiciado un gran número de proyectos de investigación y publicaciones científicas relacionadas con la Bioingeniería y el Procesado Digital de Señales.

Índice

1. El Síndrome de Apnea-Hipoapnea del sueño y los retos que plantea.
2. La importancia de las herramientas de minería de datos en el diseño de dispositivos accesibles.
3. El proyecto Apnea.
4. Divulgación de los logros del proyecto.
5. Futuro. Implementación física del dispositivo.

1. El Síndrome de Apnea-Hipoapnea del Sueño y los retos que plantea



El síndrome de apnea hipoapnea del sueño (SAHS) es un problema de salud pública de primera magnitud que se manifiesta en el sueño humano y que puede ser causa de problemas de tipo cardiovascular entre otros. La falta de un sueño reparador motivado por el frecuente colapso de la vía aérea que se

produce en un ciclo de apnea, está altamente correlacionada con la aparición de accidentes.

Los eventos obstructivos recurrentes, que en los casos más graves pueden llegar a ser más de 100 a la hora, producen una notable alteración de la arquitectura normal del sueño, con múltiples despertares, que son causa de somnolencia diurna. Esta ausencia de sueño reparador acarrea trastornos intelectuales, de la personalidad y sexuales. El SAHS afecta, también al sistema cardiovascular produciendo arritmias durante el sueño, y cambios en la tensión arterial nocturna, que muy posiblemente puedan ser causa de hipertensión arterial sistémica. Además el SAHS se considera como factor de riesgo independiente para el desarrollo de cardiopatía isquémica.

Dentro de las complicaciones neurológicas, la más importante es la excesiva somnolencia diurna. Este síntoma es causa de accidentes laborales y de automóvil. Por otra parte, los enfermos con SAHS presentan una mayor morbilidad y mortalidad de enfermedad cerebral vascular.

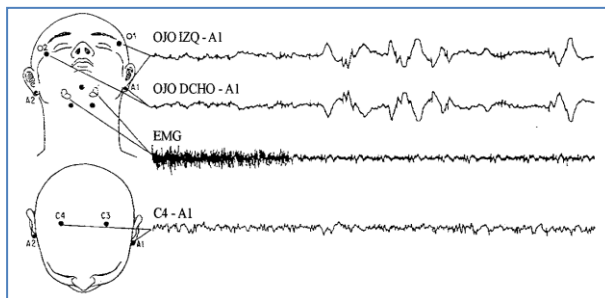
A la larga, la falta de un descanso nocturno adecuado es motivo de alteraciones psicológicas en las relaciones familiares y laborales de estos enfermos. De igual manera, se puede apreciar un deterioro intelectual caracterizado por dificultad en la concentración y pérdida de memoria. En

Cuaderno Red de Cátedras Telefónica

Diagnóstico a Domicilio de Desórdenes Respiratorios del Sueño en Pacientes con Movilidad Reducida

ocasiones, estos pacientes pueden acudir inicialmente al psiquiatra por depresión. También es frecuente la falta de rendimiento de los empleados en su trabajo con lo que esto supone de pérdidas económicas para el empresario y de costes de atención para el servicio público de salud.

La polisomnografía (PSG) es la técnica que permite diagnosticar la existencia y gravedad del SAHS. Esta prueba se realiza en el laboratorio durante toda una noche y permite la recogida de

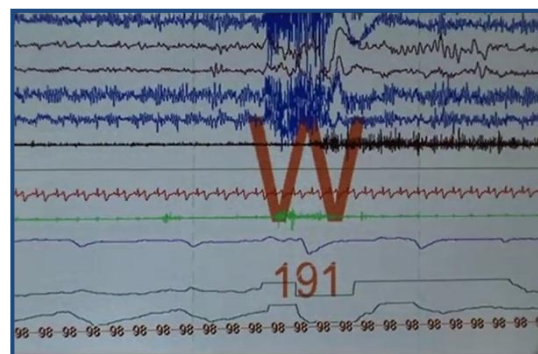


un número importante de variables. Con todo, la polisomnografía es una técnica cara, compleja y genera largas listas de espera. Por otro lado el acceso al diagnóstico del SAHS es complicado especialmente en pacientes con movilidad reducida. Muchos de los pacientes con

síndrome de apneas de sueño tienen obesidad mórbida o enfermedades limitantes que dificultan el traslado al hospital a lo que hay que añadir el coste de desplazamiento si la vivienda está alejada del centro hospitalario.

Es posible cuantificar episodios de apneas obstructivas del sueño mediante un número mínimo de registros polisomnográficos como las variaciones de la frecuencia cardiaca y de la saturación de oxígeno que acontecen durante el episodio de apnea.

A través de sofisticadas técnicas de procesamiento digital de señales y ayudados de los cada vez más potentes sistemas informáticos, podemos extender el acceso al diagnóstico a las personas desfavorecidas, disminuir el tiempo necesario de proceso y reducir los costes sanitarios asociados.



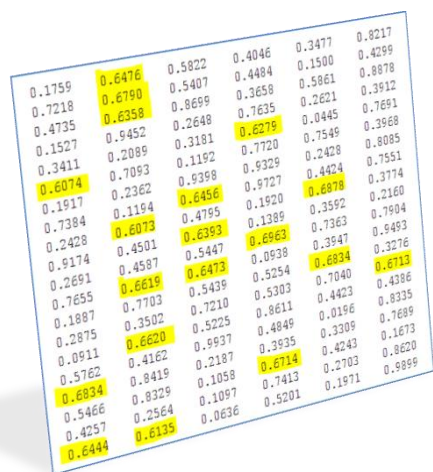
2. La importancia de las herramientas de minería de datos en el diseño de dispositivos accesibles

La minería de datos o exploración de datos consiste en el análisis de señales que, observando algún patrón típico, nos puedan dar información acerca de un hecho concreto. Es evidente que para ello se necesita de un extenso estudio de los datos que se reciben, ya que el reconocimiento de patrones no es una tarea trivial.

Existen características que poseen información relevante y que hacen posible poder establecer diferencias entre los pacientes que poseen apnea y los que no. Se diseñan procedimientos matemáticos que permiten correlacionar las medidas con los fenómenos fisiológicos que acontecen en cada pausa respiratoria.



Las herramientas de minería de datos permiten aglutinar las variables que son estadísticamente significativas. Por otro lado, el uso de clasificadores estadísticos de alta capacidad discriminante, permite reconocer los patrones de apnea, para ello, es necesario dotar al sistema de la posibilidad de aprender de los datos obtenidos.



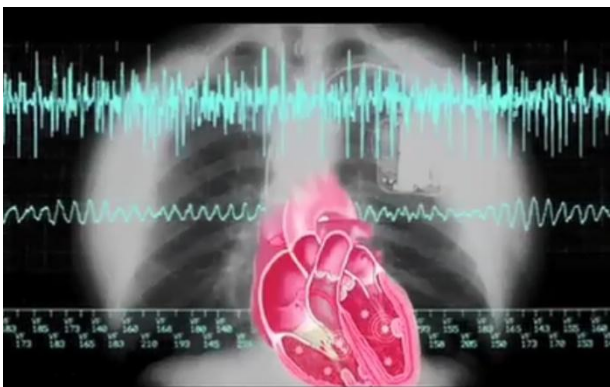
Para conseguir diferenciar los episodios con y sin apnea, es necesario un proceso de extracción de variables a partir de las señales de saturación de oxígeno y de variabilidad de la frecuencia cardiaca. Posteriormente es posible definir algoritmos de clasificación que permiten la discriminación de los diferentes

eventos respiratorios.

La selección de las variables más significativas precisan de un extenso conocimiento de las herramientas estadísticas que permiten la elección de medidas que optimizan la tasa de reconocimiento.

Nuestro sistema, basado en señales robustas, poco susceptible a la presencia de artefactos y ruido, presenta una importante ventaja competitiva con respecto a otros sistemas más complejos, costosos y que dificultan el empleo a domicilio.

3. El proyecto Apnea



La señal de saturación de oxígeno y de variabilidad de la frecuencia cardíaca son excelentes marcadores de la presencia de SAHS, como lo corroboran los resultados obtenidos con los estudios de este proyecto.

La base de datos recopilada está conformada por una polisomnografía (PSG) de 133 pacientes remitidos a la clínica del sueño debido a sospecha de presencia de síndrome de apnea-hipoapnea del sueño (SAHS). Dicha PSG está constituida por 4 canales electroencefalográficos (EEG), dos canales de electrooculograma (EOG) para registrar el movimiento de los ojos y un electromiograma para registrar movimientos. El flujo oronasal fue medido por un sensor de termistor con el objetivo de registrar la respiración. Los movimientos torácicos y abdominales se detectaron utilizando dos bandas piezoeléctricas. Un oxímetro de pulso registra los eventos de desaturación (DIP). Con la PSG es posible obtener información detallada de los estadios del sueño por los que pasa el paciente y los eventos de tipo respiratorio que se producen



Cuaderno Red de Cátedras Telefónica

Diagnóstico a Domicilio de Desórdenes Respiratorios del Sueño en Pacientes con Movilidad Reducida

en el mismo. De los 133 pacientes registrados, 90 padecen SAHS.

Con el objetivo de estudiar la capacidad discriminante de las variables clínicas a través de técnicas estadísticas, los pacientes fueron sometidos a una exploración física que incluyó mediciones antropométricas como el índice de masa corporal (IMC), el perímetro del cuello y de la cintura. La presión arterial se mide mientras el paciente se encuentra sentado y relajado. Del mismo modo, se anotó la presencia o no de desviación del tabique nasal, y el aspecto de los cornetes nasales.

Los pacientes también completaron un cuestionario que incluía 14 preguntas sobre los síntomas que normalmente se asocian con SAHS (ronquidos, apneas, calidad del sueño y somnolencia diurna), enfermedades que podrían relacionarse con SAHS y hábitos tóxicos (tabaco y alcohol). Algunas cuestiones (por ejemplo, la presencia de diabetes o hipertensión) requería las respuestas “sí” o “no”.

ESCALA DE SOMNOLENCIA SUBJETIVA DE EPWORTH
L. GONZÁLEZ ESPINOSA, I. P.

NOMBRE:
H. C.: FECHA:
TOTAL: Puntos

Este cuestionario se refiere a la probabilidad de que usted dé una cabezada, se adormile, o se quede dormido en situaciones de su vida cotidiana reciente. Indique si es probable que dé una cabezada, se adormile o se quede dormido (no nos referimos a sentirse sólo cansado) en las siguientes situaciones. Aunque no haya hecho algunas de estas cosas últimamente, intente imaginar lo que le pasaría.

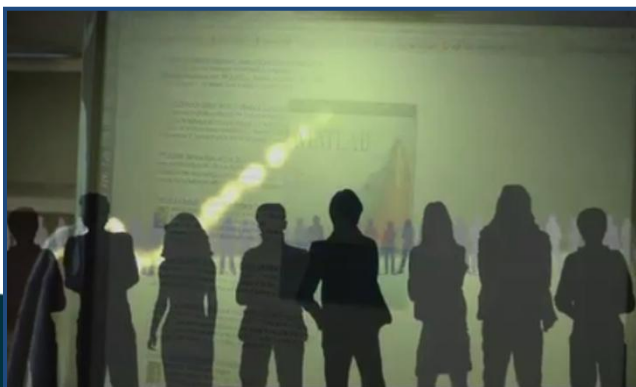
Por favor, señale con una cruz (X) la casilla que mejor corresponda a cada situación

Sentado leyendo

<input type="checkbox"/>	(0)	nunca se adormilaría
<input type="checkbox"/>	(1)	pocas posibilidades de que se adormilase
<input type="checkbox"/>	(2)	es posible que se adormilase
<input type="checkbox"/>	(3)	grandes posibilidades de que se adormilase

Además, se completó a un cuestionario que hizo posible calcular un índice siguiendo la escala de somnolencia de Epworth. Esta escala tiene como objetivo diferenciar las personas sanas de pacientes con ciertas patologías del sueño. Se considera que una puntuación entre 11 y 15, indicaría una sospecha de SAHS de tipo moderado y una puntuación ≥ 16 es indicativa de apnea severa. La redacción del cuestionario es sencilla y evita el uso de términos médicos. Las preguntas son contestadas mediante una escala de cuatro valores: “nunca”, “rara vez”, “a veces” y “a menudo”.

Los resultados obtenidos muestran que la clínica es una herramienta de pre-diagnóstico muy interesante a la hora de establecer la sospecha o no de SAHS con tasas de reconocimiento que puede alcanzar el 80%. Sin embargo no es posible tener una certeza de la presencia o no de la patología y mucho menos poder



Cuaderno Red de Cátedras Telefónica

Diagnóstico a Domicilio de Desórdenes Respiratorios del Sueño en Pacientes con Movilidad Reducida

cuantificar e identificar los eventos respiratorios.

Es por ello que se estudian las señales fisiológicas descritas con anterioridad con el objetivo de alcanzar dicha identificación y cuantificación. Dichas señales son inicialmente procesadas digitalmente y acondicionadas para hacer posible el posterior proceso de extracción de variables y de reconocimiento de patrones.

El ritmo cardíaco presenta la ventaja de ser una señal de fácil adquisición y con menor susceptibilidad al ruido procedente de la señal electrocardiográfica (EKG). Además, dicha señal podría ser obtenida de forma alternativa a la obtenida con el EKG, mediante la onda de pulso del pulsioxímetro.

Con el objetivo de establecer las prestaciones de nuestros algoritmos matemáticos y hacer comparativas con bases de datos de referencia utilizadas por la comunidad científica internacional se han seleccionado 70 pacientes.

Los datos se han dividido en un conjunto de aprendizaje y un conjunto de pruebas de igual tamaño. Cada juego consta de 35 grabaciones, que contienen una sola señal EKG digitalizada a 200 Hz con resolución de 16 bits, de forma continua durante aproximadamente 8 horas. Cada registro incluye un conjunto de anotaciones de referencia sobre la presencia o no de apnea en cada minuto. Estas anotaciones fueron recogidas por técnicos expertos en la interpretación de las señales polisomnográficas.

El método, basado en medidas espectrales, y análisis discriminante lineal alcanza unas excelentes prestaciones. Cuando se considera solo la saturación de oxígeno el sistema alcanza una tasa de reconocimiento de apnea de forma global del 96,66%. Al añadir la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la prestación del clasificador alcanza el 100%.

El método propuesto de detección de apnea es simple y se puede integrar en un sistema de coste reducido que haga posible el diagnóstico de la patología en el domicilio del paciente. Por otro lado, hemos de destacar la magnífica



Cuaderno Red de Cátedras Telefónica

Diagnóstico a Domicilio de Desórdenes Respiratorios del Sueño en Pacientes con Movilidad Reducida

robustez del método, poco sensibles a las interferencias y artefactos.

4. Divulgación de los logros del proyecto

La divulgación ha sido uno de los puntos en los que más se ha hecho hincapié dentro del proyecto. Prueba de todos ello es la gran cantidad de medios de difusión empleados y entre los que destacamos las publicaciones en congresos científicos internacionales, las entradas en el blog de la cátedra y las aportaciones en redes sociales tipo facebook, twitter o vimeo.



El equipo del proyecto Apnea presentó el 12 de Febrero en el congreso Eurocast 2013 celebrado en Las Palmas de Gran Canaria, algunos de los resultados obtenidos con

una base de datos análoga a la que se ha preparado para el presente proyecto de la Cátedra Telefónica. En dicho trabajo se presentan un método de clasificación automática aplicado a la detección de episodios de apnea del sueño obstructiva a partir del ritmo cardiaco obtenido del EKG. El ritmo cardiaco presenta la ventaja de ser una señal de fácil captura y con menor susceptibilidad al ruido procedente de la señal EKG.



Del 22 al 25 de Septiembre de 2013 se celebró el congreso Computing in Cardiology 2013. El equipo del proyecto Apnea fue invitado a participar en dicho evento presentando algunos de los resultados obtenidos en el marco del citado proyecto.

El blog de la cátedra ha sido el canal de referencia para publicar los logros y novedades del proyecto. Se han publicado 20 entradas con todo tipo de información relativa al proyecto.

Sistema de Diagnóstico a Domicilio de Apnea

Telefonica Cátedras Telefónica ULPGC

HOME ABOUT Enter keywords...

Genéricas Temáticas

Prevalencia del SAOS

10. JAN, 2014 0 COMMENTS POR ANTONIO GABRIEL RAVELO GARCÍA

La epidemiología del SAOS tiene un gran hándicap, que es la dificultad de realizar estudios polisomnográficos a grupos amplios de la población, por lo que es complicado determinar su prevalencia en la sociedad. Existen varios estudios que nos dan una idea de su epidemiología, realizados siempre de forma aleatoria a pequeños conjuntos de poblaciones. Es [...]

Read more →

Genéricas

Sospecha de padecer SAOS

03. JAN, 2014 0 COMMENTS POR ANTONIO GABRIEL RAVELO GARCÍA

La presencia de ronquidos y somnolencia diurna son dos de los principales síntomas para sospechar de la posibilidad de padecer apnea obstructiva del sueño (SAOS). Existen otros factores como el sobrepeso, edad

POPULAR COMMENTS TAGS

- Sistema de Diagnóstico a Domicilio de Apnea 03. FEB, 2014
- Prevalencia del SAHS, consecuencias e importancia de la aplicación de las nuevas tecnologías en un diagnóstico precoz y en una reducción de las listas de espera 03. FEB, 2014
- Avances en el proyecto Apnea 25. NOV, 2012
- Sueño e importancia de los Trastornos Respiratorios Asociados 03. FEB, 2014
- Evolución del proyecto. Proceso de obtención de variables clínicas. 18. FEB, 2013

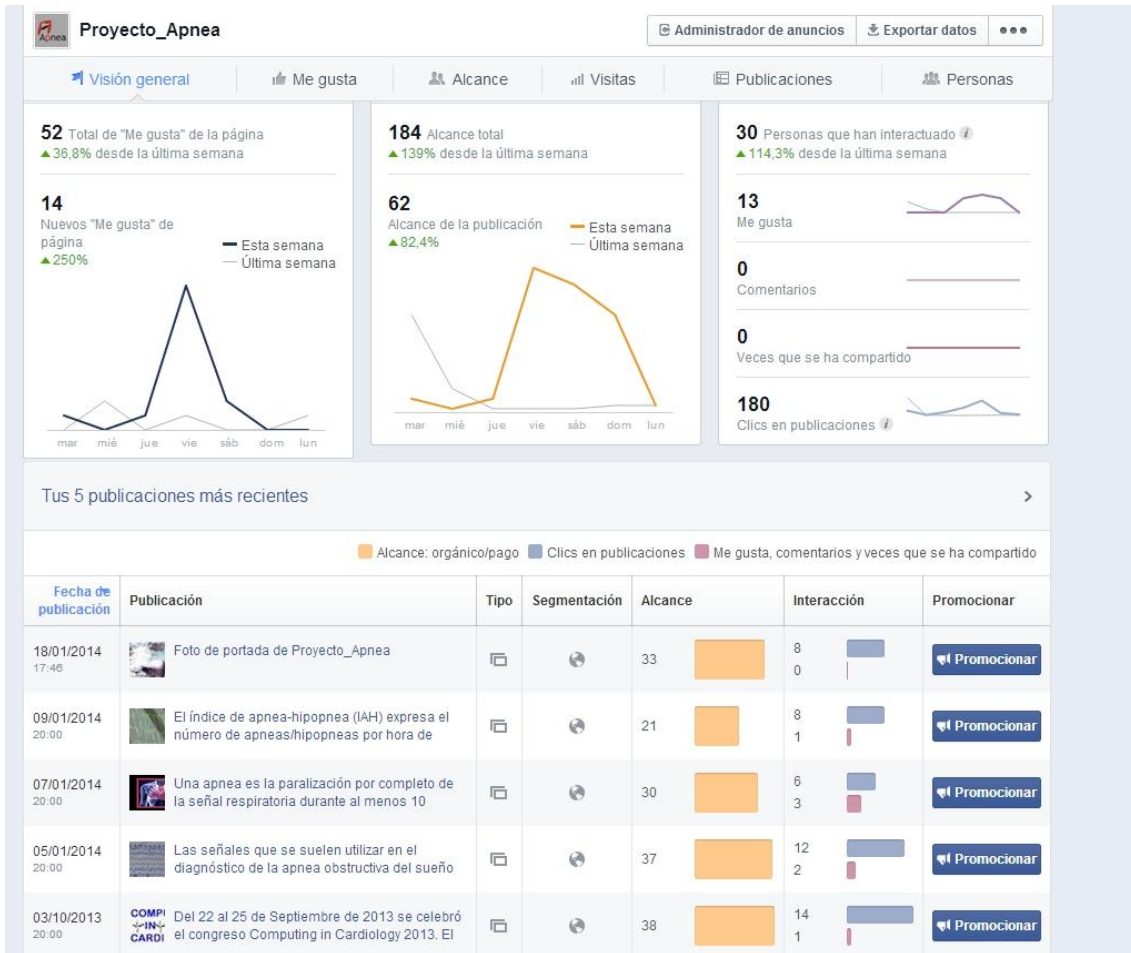
Las redes sociales han sido otro canal de comunicación importante. Así por ejemplo se ha creado una página en la plataforma de Facebook y una cuenta de *microblogging* en Twitter.

Las estadísticas muestran un creciente interés por parte de los visitantes del proyecto a raíz de la publicación de las últimas noticias.



El Facebook del proyecto, es seguido actualmente por 184 personas, cosechando un total de 52 “me gustas”. Un total de 14 noticias han sido publicadas y su impacto puede seguirse en las estadísticas de la herramienta.





Se ha creado también un perfil de twitter sincronizado con la página de Facebook donde se han publicado 35 "tweets". La divulgación a través de los diferentes soportes mediáticos se ha realizado con un lenguaje sencillo capaz de hacer accesible la filosofía del proyecto al mayor número de personas posible.





5. Futuro: Implementación física del dispositivo

Los resultados provisionales obtenidos en este y otros proyectos relacionados, nos permite afrontar la implementación de un dispositivo de diagnóstico de bajo coste. Las características extraídas y los algoritmos de clasificación propuestos permiten implementar de forma sencilla y económica un pequeño dispositivo situado en la muñeca y que podría diagnosticar la presencia de SAHS en tiempo real.

Las señales fisiológicas con las que se trabaja, robustas y de cómoda y económica adquisición, permiten hacer accesible el diagnóstico ambulatorio a todo tipo de pacientes y en particular a aquellos con movilidad reducida.

De esta manera, cualquier paciente interesado en realizarse un primer autodiagnóstico, podrá utilizar este dispositivo cómodamente en su casa y obtener los resultados en tiempo real.



Este proyecto se ha aprovechado de los avances tecnológicos en materia de computación que ha posibilitado la implementación de un gran número de algoritmos.