

Señores

Superintendencia de Industria y Comercio

Dirección de Nuevas Creaciones

E. S. D.

Ref: Expediente No. NC2018/0006480.

Solicitud de registro de Patente de denominada “SISTEMA Y SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA”.

Solicitud PCT No. PCT/US2016/065484.

Solicitante: MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC.

Luz Helena Adarve, identificada como aparece al pie de mi firma, y obrando en mi condición de apoderada de **MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC**, solicitante de la patente en referencia, a continuación doy respuesta al Oficio **No. 1723** del 29 de abril de 2019.

1. Respecto al Título de la solicitud

En el numeral 2.1 del oficio No. **1723**, se presentan las siguientes observaciones sobre el título de la solicitud:

“El nombre de la invención de que se trata en el artículo 27 literal d) de la Decisión 486 deberá reflejar el objeto y el campo industrial con el cual se relaciona la misma y ser concordante con la materia descrita y las reivindicaciones de la solicitud. El nombre no podrá referirse a nombres personales, marcas de productos o nombres de fantasía.

El solicitante en el escrito radicado bajo el N° NC2018/0006480 el 22 de junio de 2018, tituló la invención como: ‘DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA’. Este título no se relaciona con la modalidad de la

solicitud contenida en la descripción y las reivindicaciones, por lo cual se sugiere el título siguiente: 'SISTEMA PARA DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA' ”

Con el objetivo de superar esta objeción, es deseo del solicitante cambiar el título de la solicitud a:

“SISTEMA Y SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA”

2. Respecto a las Objeciones a la Claridad y Concisión de las reivindicaciones (Art. 30 D486 y Art 22 PCT).

En el numeral 2.2 del oficio No. **1723**, se presentan las siguientes objeciones a la claridad de las reivindicaciones:

- *Las reivindicaciones 1, 4 y 15 no son claras porque los términos: “aproximadamente” (reiv. 4); “entre las muchas” (reivs. 1 y 15); son imprecisos, por lo cual no permiten distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirlos por un término preciso o un rango concreto.*
- *Se sugiere al solicitante incluir entre paréntesis () los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la invención de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos, con el fin de hacer más fácil y sencilla la comprensión de la materia reivindicada.*

Con el fin de superar las objeciones presentadas respecto a la claridad y concisión de las reivindicaciones, **es deseo del solicitante presentar un nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 20 reivindicaciones**, que encuentran su debido sustento en las reivindicaciones y la descripción originalmente presentadas, sin que ello conlleve ampliación de la invención.

A continuación se explicará cómo este nuevo capítulo reivindicatorio busca superar cada una de las objeciones de claridad expuestas previamente:

- La expresión “aproximadamente” fue eliminada de la reivindicación 4.

- La palabra “*muchas*” fue eliminada de las antiguas reivindicaciones 1 y 15, correspondientes a las nuevas reivindicaciones 1 y 19, quedando la nueva expresión “*que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR*” siendo ahora una expresión más precisa.
- Respecto a la sugerencia del Examinador de incluir entre paréntesis los números de referencia, se indica que dichos números fueron incluidos.

3. Respecto a la Determinación del Estado de la Técnica y al Examen de Patentabilidad

En los numerales 3, 4 y 5 del oficio citado, ese Despacho concluye que las reivindicaciones de la presente solicitud de patente carecen de novedad y/o nivel inventivo frente a las enseñanzas de los documentos **CN101224113 (D1)**, “**Detection Of Driver Drowsiness Using Wavelet Analysis Of Heart Rate Variability And A Support Vector Machine Classifier**”¹ (D2) y **IN02950MU2015 (D3)**.

3.1. Novedad y Nivel Inventivo

Aunque el Examinador haya citado los documentos D1, D2 y D3 para objetar la novedad y la altura inventiva de la presente invención, es posible afirmar que éstos no enseñan las características esenciales de la invención, como será demostrado a continuación.

Primero se indica que las antiguas reivindicaciones independientes 1 y 15, correspondiente a las nuevas reivindicaciones 1 y 19, fueron modificadas con el objetivo de que sea aún más clara su novedad y nivel inventivo donde ahora incluyen:

- La captura o recepción de información de frecuencia cardíaca a lo largo del tiempo donde dicha información comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV); y

¹Li, G., & Chung, W. Y. (2013). Detection of driver drowsiness using wavelet analysis of heart rate variability and a support vector machine classifier. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 13(12), pp. 16494–16511 (Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3892817/>).

- La extracción una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV.
- La combinación de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia.

Adicionalmente se indica que la nueva reivindicación 20, correspondiente a un “Sistema de entrenamiento de un clasificador de detección de inicio de somnolencia” también incluye las anteriores características..

La reivindicación 1 se modificó de la siguiente forma para incluir la característica arriba mencionada:

“uno o más sensores (102; 302) de frecuencia cardíaca (HR) que capturan la información de HR (120, 122; 512) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV)” (Las modificaciones están subrayadas)

“~~extraer una conjunto~~ pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV” (Las modificaciones están subrayadas)

“combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia” (Las modificaciones están subrayadas)

La antigua reivindicación 15, correspondiente a la nueva reivindicación 19, se modificó de la siguiente forma para incluir la característica arriba mencionada:

“recibir la información (120, 122; 512) de frecuencia cardíaca (HR) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV)” (Las modificaciones están subrayadas)

“extraer una pluralidad conjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV”

“combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia” (Las modificaciones están subrayadas)

La nueva reivindicación 20 incluye la característica arriba mencionada de la siguiente forma:

“recibir la información de salida de HR (120, 122; 512) por uno o más sensores de frecuencia cardíaca (102; 302) para una pluralidad de individuos a lo largo del tiempo, así como un indicador de somnolencia para cada uno de los individuos especificando si ese individuo se encuentra en un estado despierto o en un estado somnoliento al momento que la información HR fue capturada, la información HR (120, 122; 512) comprende información de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)”

“extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV”

“combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia”

Aunque el documento D1 menciona el procesamiento de información de ritmo cardíaco en donde se calcula la fluctuación del ritmo cardíaco por medio de la sustracción de su valor promedio de ritmo cardíaco a un valor promedio de ritmo cardíaco actual (D1. Pág. 9) dicha fluctuación no corresponde a información de la variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV) como se explica a continuación.

Para sustentar lo anterior se presentan los siguientes documentos de referencia:

- DR1: “An introduction to heart rate variability: methodological considerations and clinical applications”, George E. Billman, Heikki V. Huikuri, Jerzy Sacha and Karin Trimmel, Frontiers in Physiology Cardiac Electrophysiology, Volume 6, Article 55, Febrero 2015.

(Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/282651886_HEART_RATE_VARIABILITY_CLINICAL_APPLICATIONS_AND_INTERACTION_BETWEEN_HRV_AND_HEART_RATE)

- DR2: Heart rate variability, de Wikipedia
(https://en.wikipedia.org/wiki/Heart_rate_variability)
- DR3: "Heart Rate Variability vs. Heart Rate", Jason Moore, Jun 24, 2016.
(Disponible en <https://hrvcourse.com/heart-rate-variability-vs-heart-rate/>)

De acuerdo a los documentos de referencias DR1, DR2 y DR3, y al conocimiento general en este campo, la HRV corresponde a la variabilidad de ritmo cardiaco por cada latido del corazón, latido a latido, en donde se toma la variación entre "picos" de la señal cardiaca. La variación del promedio de latidos, dicho promedio de latidos tomado en un periodo de tiempo, tal y como lo utiliza el documento D1, no corresponde a información de HRV porque no corresponde a la variación entre el tiempo entre latidos sino a la variación de la cantidad de latidos en un periodo determinado. Por ejemplo, un ritmo cardiaco puede mantenerse en 60 latidos por minuto, sin presentar una variación en el promedio de latidos en un periodo de tiempo, sin embargo el tiempo entre dichos 60 latidos puede ser variable o constante dependiendo de la información de HRV.

Nótese que el ritmo cardiaco cuando se toma como un promedio, por ejemplo en pulsaciones por minuto, la fluctuación de dichos promedios no son información de HRV. Por lo tanto la información de HR que toma el documento D1 NO corresponde a información de HRV, y por lo tanto el documento D1 no divulga ni sugiere la captura o recepción de información de frecuencia cardiaca a lo largo del tiempo donde dicha información comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV). Nótese que lo anterior esta soportado por los documentos de referencia DR1, DR2 y DR3, y por el conocimiento general en este campo.

Inclusive si la información tomada de HR que utiliza el documento D1 fuera considerada como información de HRV, que como se explicó anteriormente no lo es, la materia reclamada por la solicitud sigue siendo nueva e inventiva porque el documento D1 no menciona ni sugiere la extracción de una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV. El documento D1 solo extrae la fluctuación del promedio de ritmo cardiaco en un periodo de tiempo y por lo tanto solo extrae un solo

tipo de información, diferente a lo reclamado en la presente solicitud que requiere la extracción de una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV.

Debido a que el documento D1 no menciona ni sugiere la extracción de diferentes características relacionadas a la HRV, mucho menos menciona la combinación de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia.

Por su parte el documento D2 aunque utiliza la información de HRV para la detección de somnolencia, dicho documento no divulga ni sugiere la extracción de diferentes características relacionadas a la HRV ni la combinación de dichas **diferentes** características para producir una entrada de detección somnolencia.

El documento D2 aunque divulga la extracción de información de HRV, dicha divulgación es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud porque la extracción de información de HRV del documento D2 se refiere solo a un tipo de información de HRV, lo que es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud que requiere de una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV.

Adicionalmente, el documento D2 aunque divulga también la combinación de información de HRV con información del porcentaje promedio de cierre del párpado sobre la pupila en el tiempo (PERCLOS, de sus siglas en inglés), dicha divulgación es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud porque dicha combinación divulgada por el documento D2 se refiere a la combinación con información PERCLOS, lo que es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud que requiere de una combinación de varias características diferentes de HRV.

Nótese que aunque el documento D2 divulga en su figura 2, dos tipos de series de tiempo de HRV, dichos tipos de series no son comparable a una pluralidad de características diferentes de HRV, porque se refieren a los dos tipos de sonda, correspondientes a la sonda de transmisión y a la sonda de reflexión, relativos al sensor y no al tipo de información de HRV.

Por su parte el documento D3 no menciona ni sugiere nada sobre la utilización de información de HRV para la detección de somnolencia.

Por todo lo anterior se concluye que las reivindicaciones independientes en cuestión poseen características que no se dan a conocer de manera obvia para una persona

versada en la materia por los documentos D1, D2 o D3, por ende la presente invención debe ser considerada como novedosa y con nivel inventivo sobre el estado de la técnica presentado por el Examinador.

4. Conclusión

Las modificaciones realizadas a las reivindicaciones de la presente solicitud de patente y las aclaraciones presentadas a lo largo del presente escrito, permiten superar completamente las objeciones realizadas a la claridad de las reivindicaciones, por lo cual, la presente solicitud cumple a cabalidad las exigencias establecidas por el artículo 30 de la Decisión 486 y el artículo 22 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT, según los requerimientos del Examinador.

De otra parte, los argumentos expuestos en el numeral 3 del presente escrito, ponen de manifiesto de una manera clara y contundente, que lo revelado en las nuevas reivindicaciones de la presente solicitud, resulta completamente NOVEDOSO E INVENTIVO sobre las enseñanzas del estado del arte más cercano representado por los documentos D1, D2 y D3, toda vez que nada dentro de dichos documentos revela en forma directa o al menos llega a sugerir: la captura o recepción de información de frecuencia cardíaca a lo largo del tiempo donde dicha información comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV); la extracción una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV; ni la combinación de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia.

En consecuencia, me permito solicitar a ese Despacho, proceder con la revisión de las modificaciones y de los argumentos aquí presentados, para conceder el privilegio de patente solicitado para la materia objeto de las 20 reivindicaciones ahora presentadas en el capítulo reivindicatorio modificado, y que de subsistir alguna duda o inquietud respecto a la patentabilidad de la presente invención, a pesar de las modificaciones y argumentos técnicos ahora presentados, sin apartarse del espíritu inventivo originalmente revelado en la solicitud internacional, se le brinde la oportunidad al solicitante de aclararla o de limitar aún más la invención, mediante la emisión de un segundo examen de fondo, teniendo en cuenta el nuevo capítulo reivindicatorio que se somete a revisión, antes de que se emita una decisión definitiva

por parte de ese Despacho, de conformidad con lo dispuesto en 1.2.2.5.1 del artículo primero de la Resolución 54093 de 2012.

5. Anexos

- Capítulo reivindicatorio modificado, en donde se han llevado a cabo las modificaciones mencionadas anteriormente.

Petición

Solicito al Despacho, y en el evento que el examinador considere que pese a las modificaciones presentadas aún existen objeciones, que proceda a emitir un segundo examen de fondo sobre el nuevo capítulo reivindicatorio presentado.

En este sentido, y de acuerdo con lo establecido en el inciso segundo del numeral 1.2.2.5.1 del Capítulo Primero del Título X de la Circular Única, requiero se me comunique a través del SIPI o cualquier otro medio la existencia de estas objeciones para, de esta manera, proceder a realizar el nuevo pago del examen de patentabilidad de la solicitud de la referencia.

Atentamente,



LUZ HELENA ADARVE GÓMEZ.

C.C 41.575.435 de Bogotá.

T.P. 14.884 C.S.J.

FJG

P-979

REIVINDICACIONES (Con marcas de corrección)

1. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:

uno o más sensores (102; 302) de frecuencia cardíaca (HR) que capturan la información de HR (120, 122; 512) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV);

uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo y un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) está dirigido por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) para,

recibir la información de HR (120, 122; 512) del sensor o sensores de frecuencia cardíaca (102; 302),

extraer ~~una conjunto~~ pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las ~~muchas~~ características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo,

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia,

introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo según ~~dichas~~ las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,

identificar desde una salida de clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia.

2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un sub-programa de segmentación que se ejecuta antes de la ejecución del sub-programa para extraer ~~el conjunto~~ una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dicho sub-programa de segmentación segmentando la información de HR recibida desde el sensor o sensores de frecuencia cardíaca en una secuencia de segmentos de longitud prescrita cada vez que la información de HR recibida está en la forma de una señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)~~ y dicho sub-programa de segmentación calcula una señal de HRV desde la información de HR recibida cada vez que la información de HR recibida no esté en la forma de señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)~~ antes de la segmentación de la señal de HRV en la secuencia de segmentos de longitud prescrita y en donde los sub-programas para extraer ~~una pluralidad~~ conjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, introducir la entrada de detección de somnolencia en el clasificador de ANN, identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia, se ejecutan en

cada uno de los segmentos de señal de HRV según se crean.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los segmentos de longitud prescrita de la señal de HRV son de una duración de dos minutos y representan una ventana de enrollamiento de tal manera que hay un tiempo de desplazamiento prescrito entre cada segmento.

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde cada segmento de señal de HRV de dos minutos representa ~~aproximadamente~~ 120 valores de variación de frecuencia cardíaca y en donde el sub-programa de segmentación comprende además el muestreo ascendente de cada segmento de señal de HRV a ~~aproximadamente~~ 840 valores de variación de frecuencia cardíaca de muestras utilizando técnicas de ajuste de curva.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el sub-programa para extraer el una pluralidadconjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de cada segmento de señal de HRV comprende la extracción de la pluralidadconjunto de características relacionadas a la HRV utilizando una transformada rápida de Fourier discreta (DFFT) y una transformada de onda discreta (DWT).

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la DFFT se utiliza para calcular la proporción de la energía de los componentes de baja frecuencia del segmento de señal de HRV a la potencia de los componentes de alta frecuencia (HF) del segmento de señal de HRV como una de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV y en donde la DWT se utiliza para calcular de una descomposición de 8 niveles del segmento de HRV, los coeficientes de entropía D_1 a D_8 , el coeficiente de entropía A_8 y la media de los coeficientes de entropía A_1 a A_8 como otras de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde los sub-programa para extraer el una pluralidadconjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR_T comprende en primer lugar calcular una señal de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV) de la señal de HR en bruto.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)~~ a partir de una señal de HR en bruto capturada por el sensor o sensores de HR y en donde la información de HR comprende la señal de HRV.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) y los de uno o más dispositivos de cómputo residen en un dispositivo de detección de inicio de somnolencia unificado.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el dispositivo de detección de inicio de somnolencia es un dispositivo ya sea portátil usado por la persona de dicho individuo o un dispositivo móvil llevado por dicho individuo.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) son residentes en un dispositivo portátil usado en la persona de dicho individuo

y el uno o más dispositivos de cómputo son residentes en un dispositivo móvil llevado por dicho individuo y en donde el dispositivo portátil está en comunicación inalámbrica con el dispositivo móvil.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR que es transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca~~ (HRV) de la señal de HR en bruto, dicha señal de HRV transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de un mensaje que se muestra en una pantalla que se puede ver por el individuo.

15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el mensaje comprende al menos uno de texto, o imágenes, o imágenes parpadeantes que aparecen como una luz que destella en la pantalla.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta audible que se reproduce a través de unos altavoces que está dentro de un rango de audición del individuo.

17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta háptica que puede ser percibida por el individuo.

18. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la transmisión de un mensaje a una tercera parte que solicita a la tercera parte advertir al individuo.

19. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y
un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia para,
recibir la información (120, 122; 512) de frecuencia cardíaca (HR) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), en donde el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación a través de una red de comunicación de datos con un dispositivo de cómputo remoto asociado con uno o más sensores de HR (102; 302) que capturan la información de HR (120, 122; 512) y en donde la información de HR (120, 122;

512) se recibe desde el dispositivo de cómputo remoto a través de la red de comunicación de datos;

extraer una pluralidad de conjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las muchas características que pueden extraerse de la información de HR, se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo,

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia,

introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo basándose en dichas las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,

identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, y

cuando la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, transmitir una notificación de inicio de somnolencia.

20. Sistema de entrenamiento de un clasificador de detección de inicio de somnolencia, que comprende:

uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros a través de una red de computadora cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información de salida de HR (120, 122; 512) por uno o más sensores de frecuencia cardíaca (102; 302) para una pluralidad de individuos a lo largo del tiempo, así como un indicador de somnolencia para cada uno de los individuos especificando si ese individuo se encuentra en un estado despierto o en un estado somnoliento al momento que la información HR fue capturada, la información HR (120, 122; 512) comprende información de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV),

para la información HR asociada con cada uno de la pluralidad de los individuos,

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo, y

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia, y

entrenar un clasificador de red neuronal artificial (ANN) para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo utilizando dichas entradas de detección de somnolencia y el indicador de somnolencia asociado con cada uno de la pluralidad de individuos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
 - uno o más sensores (102; 302) de frecuencia cardíaca (HR) que capturan la información de HR (120, 122; 512) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV);
 - uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo y un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) está dirigido por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) para,
 - recibir la información de HR (120, 122; 512) del sensor o sensores de frecuencia cardíaca (102; 302),
 - extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo,
 - combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia,
 - introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo según las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,
 - identificar desde una salida de clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un sub-programa de segmentación que se ejecuta antes de la ejecución del sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dicho sub-programa de segmentación segmentando la información de HR recibida desde el sensor o sensores de frecuencia cardíaca en una secuencia de segmentos de longitud prescrita cada vez que la información de HR recibida está en la forma de una señal de HRV y dicho sub-programa de segmentación calcula una señal de HRV desde la información de HR recibida cada vez que la información de HR recibida no esté en la forma de señal de HRV antes de la segmentación de la señal de HRV en la secuencia de segmentos de longitud prescrita y en donde los sub-programas para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, introducir la entrada de detección de somnolencia en el clasificador de ANN, identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, **iniciar una advertencia de inicio de somnolencia**, se ejecutan en cada uno de los segmentos de señal de HRV según se crean.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los segmentos de longitud prescrita de la señal de HRV son de una duración de dos minutos y representan una ventana de enrollamiento de tal manera que hay un tiempo de desplazamiento prescrito entre cada segmento.

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde cada segmento de señal de HRV de dos minutos representa 120 valores de variación de frecuencia cardíaca y en donde el sub-programa de segmentación comprende además el muestreo ascendente de cada segmento de señal de HRV a 840 valores de variación de frecuencia cardíaca de muestras utilizando técnicas de ajuste de curva.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de cada segmento de señal de HRV comprende la extracción de la pluralidad de características relacionadas a la HRV utilizando una transformada rápida de Fourier discreta (DFFT) y una transformada de onda discreta (DWT).

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la DFFT se utiliza para calcular la proporción de la energía de los componentes de baja frecuencia del segmento de señal de HRV a la potencia de los componentes de alta frecuencia (HF) del segmento de señal de HRV como una de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV y en donde la DWT se utiliza para calcular de una descomposición de 8 niveles del segmento de HRV, los coeficientes de entropía D_1 a D_8 , el coeficiente de entropía A_8 y la media de los coeficientes de entropía A_1 a A_8 como otras de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR comprende en primer lugar calcular una señal de HRV de la señal de HR en bruto.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de HRV a partir de una señal de HR en bruto capturada por el sensor o sensores de HR y en donde la información de HR comprende la señal de HRV.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) y los de uno o más dispositivos de cómputo residen en un dispositivo de detección de inicio de somnolencia unificado.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el dispositivo de detección de inicio de somnolencia es un dispositivo ya sea portátil usado por la persona de dicho individuo o un dispositivo móvil llevado por dicho individuo.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) son residentes en un dispositivo portátil usado en la persona de dicho individuo y el uno o más dispositivos de cómputo son residentes en un dispositivo móvil llevado por dicho individuo y en donde el dispositivo portátil está en comunicación inalámbrica con el dispositivo móvil.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende

una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR que es transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de HRV de la señal de HR en bruto, dicha señal de HRV transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de un mensaje que se muestra en una pantalla que se puede ver por el individuo.

15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el mensaje comprende al menos uno de texto, o imágenes, o imágenes parpadeantes que aparecen como una luz que destella en la pantalla.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta audible que se reproduce a través de unos altavoces que está dentro de un rango de audición del individuo.

17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta háptica que puede ser percibida por el individuo.

18. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la transmisión de un mensaje a una tercera parte que solicita a la tercera parte advertir al individuo.

19. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información (120, 122; 512) de frecuencia cardíaca (HR) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), en donde el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación a través de una red de comunicación de datos con un dispositivo de cómputo remoto asociado con uno o más sensores de HR (102; 302) que capturan la información de HR (120, 122; 512) y en donde la información de HR (120, 122; 512) se recibe desde el dispositivo de cómputo remoto a través de la red de comunicación de datos;

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR, se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de

un individuo,

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia,

introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliente de un individuo basándose en las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,

identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, y

cuando la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, transmitir una notificación de inicio de somnolencia.

20. Sistema de entrenamiento de un clasificador de detección de inicio de somnolencia, que comprende:

uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros a través de una red de computadora cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información de salida de HR (120, 122; 512) por uno o más sensores de frecuencia cardíaca (102; 302) para una pluralidad de individuos a lo largo del tiempo, así como un indicador de somnolencia para cada uno de los individuos especificando si ese individuo se encuentra en un estado despierto o en un estado somnoliente al momento que la información HR fue capturada, la información HR (120, 122; 512) comprende información de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV),

para la información HR asociada con cada uno de la pluralidad de los individuos,

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliente de un individuo, y

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia, y

entrenar un clasificador de red neuronal artificial (ANN) para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliente de un individuo utilizando dichas entradas de detección de somnolencia y el indicador de somnolencia asociado con cada uno de la pluralidad de individuos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
 - uno o más sensores (102; 302) de frecuencia cardíaca (HR) que capturan la información de HR (120, 122; 512) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV);
 - uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo y un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) está dirigido por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) para,
 - recibir la información de HR (120, 122; 512) del sensor o sensores de frecuencia cardíaca (102; 302),
 - extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo,
 - combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia,
 - introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo según las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,
 - identificar desde una salida de clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un sub-programa de segmentación que se ejecuta antes de la ejecución del sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dicho sub-programa de segmentación segmentando la información de HR recibida desde el sensor o sensores de frecuencia cardíaca en una secuencia de segmentos de longitud prescrita cada vez que la información de HR recibida está en la forma de una señal de HRV y dicho sub-programa de segmentación calcula una señal de HRV desde la información de HR recibida cada vez que la información de HR recibida no esté en la forma de señal de HRV antes de la segmentación de la señal de HRV en la secuencia de segmentos de longitud prescrita y en donde los sub-programas para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, introducir la entrada de detección de somnolencia en el clasificador de ANN, identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia, se ejecutan en cada uno de los segmentos de señal de HRV según se crean.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los segmentos de longitud prescrita de la señal de HRV son de una duración de dos minutos y representan una ventana de enrollamiento de tal manera que hay un tiempo de desplazamiento prescrito entre cada segmento.

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde cada segmento de señal de HRV de dos minutos representa 120 valores de variación de frecuencia cardíaca y en donde el sub-programa de segmentación comprende además el muestreo ascendente de cada segmento de señal de HRV a 840 valores de variación de frecuencia cardíaca de muestras utilizando técnicas de ajuste de curva.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de cada segmento de señal de HRV comprende la extracción de la pluralidad de características relacionadas a la HRV utilizando una transformada rápida de Fourier discreta (DFFT) y una transformada de onda discreta (DWT).

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la DFFT se utiliza para calcular la proporción de la energía de los componentes de baja frecuencia del segmento de señal de HRV a la potencia de los componentes de alta frecuencia (HF) del segmento de señal de HRV como una de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV y en donde la DWT se utiliza para calcular de una descomposición de 8 niveles del segmento de HRV, los coeficientes de entropía D_1 a D_8 , el coeficiente de entropía A_8 y la media de los coeficientes de entropía A_1 a A_8 como otras de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR comprende en primer lugar calcular una señal de HRV de la señal de HR en bruto.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de HRV a partir de una señal de HR en bruto capturada por el sensor o sensores de HR y en donde la información de HR comprende la señal de HRV.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) y los de uno o más dispositivos de cómputo residen en un dispositivo de detección de inicio de somnolencia unificado.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el dispositivo de detección de inicio de somnolencia es un dispositivo ya sea portátil usado por la persona de dicho individuo o un dispositivo móvil llevado por dicho individuo.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) son residentes en un dispositivo portátil usado en la persona de dicho individuo y el uno o más dispositivos de cómputo son residentes en un dispositivo móvil llevado por dicho individuo y en donde el dispositivo portátil está en comunicación inalámbrica con el dispositivo móvil.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende

una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR que es transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de HRV de la señal de HR en bruto, dicha señal de HRV transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de un mensaje que se muestra en una pantalla que se puede ver por el individuo.

15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el mensaje comprende al menos uno de texto, o imágenes, o imágenes parpadeantes que aparecen como una luz que destella en la pantalla.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta audible que se reproduce a través de unos altavoces que está dentro de un rango de audición del individuo.

17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta háptica que puede ser percibida por el individuo.

18. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la transmisión de un mensaje a una tercera parte que solicita a la tercera parte advertir al individuo.

19. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información (120, 122; 512) de frecuencia cardíaca (HR) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), en donde el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación a través de una red de comunicación de datos con un dispositivo de cómputo remoto asociado con uno o más sensores de HR (102; 302) que capturan la información de HR (120, 122; 512) y en donde la información de HR (120, 122; 512) se recibe desde el dispositivo de cómputo remoto a través de la red de comunicación de datos;

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR, se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de

un individuo,

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia,

introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo basándose en las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,

identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, y

cuando la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, transmitir una notificación de inicio de somnolencia.

20. Sistema de entrenamiento de un clasificador de detección de inicio de somnolencia, que comprende:

uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros a través de una red de computadora cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información de salida de HR (120, 122; 512) por uno o más sensores de frecuencia cardíaca (102; 302) para una pluralidad de individuos a lo largo del tiempo, así como un indicador de somnolencia para cada uno de los individuos especificando si ese individuo se encuentra en un estado despierto o en un estado somnoliento al momento que la información HR fue capturada, la información HR (120, 122; 512) comprende información de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV),

para la información HR asociada con cada uno de la pluralidad de los individuos,

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo, y

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia, y

entrenar un clasificador de red neuronal artificial (ANN) para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo utilizando dichas entradas de detección de somnolencia y el indicador de somnolencia asociado con cada uno de la pluralidad de individuos.



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2018/0006480
Recibo: 19-62587
Fecha: 25/07/2019

LUZ HELENA ADARVE GOMEZ
CC: 41.575.435
Pago PSE No: 310284
CUS: 474206006

Patente PCT
DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-02	Pago unitario reivindicacion adicional patente de invencion (A partir de de undí½cima reivindicacion) (DESCUENTO INTERNET)	5	\$ 40,500	\$ 202,500
TOTAL					\$ 202,500

Señores

Superintendencia de Industria y Comercio

Dirección de Nuevas Creaciones

E. S. D.

Ref: Expediente No. NC2018/0006480.

Solicitud de registro de Patente de denominada “SISTEMA Y SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA”.

Solicitud PCT No. PCT/US2016/065484.

Solicitante: MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC.

Luz Helena Adarve, identificada como aparece al pie de mi firma, y obrando en mi condición de apoderada de **MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC**, solicitante de la patente en referencia, a continuación doy respuesta al Oficio **No. 1723** del 29 de abril de 2019.

1. Respecto al Título de la solicitud

En el numeral 2.1 del oficio No. **1723**, se presentan las siguientes observaciones sobre el título de la solicitud:

“El nombre de la invención de que se trata en el artículo 27 literal d) de la Decisión 486 deberá reflejar el objeto y el campo industrial con el cual se relaciona la misma y ser concordante con la materia descrita y las reivindicaciones de la solicitud. El nombre no podrá referirse a nombres personales, marcas de productos o nombres de fantasía.

El solicitante en el escrito radicado bajo el N° NC2018/0006480 el 22 de junio de 2018, tituló la invención como: ‘DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA’. Este título no se relaciona con la modalidad de la

solicitud contenida en la descripción y las reivindicaciones, por lo cual se sugiere el título siguiente: 'SISTEMA PARA DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA' ”

Con el objetivo de superar esta objeción, es deseo del solicitante cambiar el título de la solicitud a:

“SISTEMA Y SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA DETECCIÓN DE INICIO DE SOMNOLENCIA”

2. Respecto a las Objeciones a la Claridad y Concisión de las reivindicaciones (Art. 30 D486 y Art 22 PCT).

En el numeral 2.2 del oficio No. **1723**, se presentan las siguientes objeciones a la claridad de las reivindicaciones:

- *Las reivindicaciones 1, 4 y 15 no son claras porque los términos: “aproximadamente” (reiv. 4); “entre las muchas” (reivs. 1 y 15); son imprecisos, por lo cual no permiten distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirlos por un término preciso o un rango concreto.*
- *Se sugiere al solicitante incluir entre paréntesis () los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la invención de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos, con el fin de hacer más fácil y sencilla la comprensión de la materia reivindicada.*

Con el fin de superar las objeciones presentadas respecto a la claridad y concisión de las reivindicaciones, **es deseo del solicitante presentar un nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 20 reivindicaciones**, que encuentran su debido sustento en las reivindicaciones y la descripción originalmente presentadas, sin que ello conlleve ampliación de la invención.

A continuación se explicará cómo este nuevo capítulo reivindicatorio busca superar cada una de las objeciones de claridad expuestas previamente:

- La expresión “aproximadamente” fue eliminada de la reivindicación 4.

- La palabra “*muchas*” fue eliminada de las antiguas reivindicaciones 1 y 15, correspondientes a las nuevas reivindicaciones 1 y 19, quedando la nueva expresión “*que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR*” siendo ahora una expresión más precisa.
- Respecto a la sugerencia del Examinador de incluir entre paréntesis los números de referencia, se indica que dichos números fueron incluidos.

3. Respecto a la Determinación del Estado de la Técnica y al Examen de Patentabilidad

En los numerales 3, 4 y 5 del oficio citado, ese Despacho concluye que las reivindicaciones de la presente solicitud de patente carecen de novedad y/o nivel inventivo frente a las enseñanzas de los documentos **CN101224113 (D1)**, “**Detection Of Driver Drowsiness Using Wavelet Analysis Of Heart Rate Variability And A Support Vector Machine Classifier**”¹ (D2) y **IN02950MU2015 (D3)**.

3.1. Novedad y Nivel Inventivo

Aunque el Examinador haya citado los documentos D1, D2 y D3 para objetar la novedad y la altura inventiva de la presente invención, es posible afirmar que éstos no enseñan las características esenciales de la invención, como será demostrado a continuación.

Primero se indica que las antiguas reivindicaciones independientes 1 y 15, correspondiente a las nuevas reivindicaciones 1 y 19, fueron modificadas con el objetivo de que sea aún más clara su novedad y nivel inventivo donde ahora incluyen:

- La captura o recepción de información de frecuencia cardíaca a lo largo del tiempo donde dicha información comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV); y

¹Li, G., & Chung, W. Y. (2013). Detection of driver drowsiness using wavelet analysis of heart rate variability and a support vector machine classifier. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 13(12), pp. 16494–16511 (Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3892817/>).

- La extracción una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV.
- La combinación de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia.

Adicionalmente se indica que la nueva reivindicación 20, correspondiente a un “Sistema de entrenamiento de un clasificador de detección de inicio de somnolencia” también incluye las anteriores características..

La reivindicación 1 se modificó de la siguiente forma para incluir la característica arriba mencionada:

“uno o más sensores (102; 302) de frecuencia cardíaca (HR) que capturan la información de HR (120, 122; 512) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV)” (Las modificaciones están subrayadas)

“~~extraer una conjunto~~ pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV” (Las modificaciones están subrayadas)

“combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia” (Las modificaciones están subrayadas)

La antigua reivindicación 15, correspondiente a la nueva reivindicación 19, se modificó de la siguiente forma para incluir la característica arriba mencionada:

“recibir la información (120, 122; 512) de frecuencia cardíaca (HR) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV)” (Las modificaciones están subrayadas)

“extraer una pluralidad conjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV”

“combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia” (Las modificaciones están subrayadas)

La nueva reivindicación 20 incluye la característica arriba mencionada de la siguiente forma:

“recibir la información de salida de HR (120, 122; 512) por uno o más sensores de frecuencia cardíaca (102; 302) para una pluralidad de individuos a lo largo del tiempo, así como un indicador de somnolencia para cada uno de los individuos especificando si ese individuo se encuentra en un estado despierto o en un estado somnoliento al momento que la información HR fue capturada, la información HR (120, 122; 512) comprende información de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)”

“extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV”

“combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia”

Aunque el documento D1 menciona el procesamiento de información de ritmo cardíaco en donde se calcula la fluctuación del ritmo cardíaco por medio de la sustracción de su valor promedio de ritmo cardíaco a un valor promedio de ritmo cardíaco actual (D1. Pág. 9) dicha fluctuación no corresponde a información de la variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV) como se explica a continuación.

Para sustentar lo anterior se presentan los siguientes documentos de referencia:

- DR1: “An introduction to heart rate variability: methodological considerations and clinical applications”, George E. Billman, Heikki V. Huikuri, Jerzy Sacha and Karin Trimmel, Frontiers in Physiology Cardiac Electrophysiology, Volume 6, Article 55, Febrero 2015.

(Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/282651886_HEART_RATE_VARIABILITY_CLINICAL_APPLICATIONS_AND_INTERACTION_BETWEEN_HRV_AND_HEART_RATE)

- DR2: Heart rate variability, de Wikipedia
(https://en.wikipedia.org/wiki/Heart_rate_variability)
- DR3: "Heart Rate Variability vs. Heart Rate", Jason Moore, Jun 24, 2016.
(Disponible en <https://hrvcourse.com/heart-rate-variability-vs-heart-rate/>)

De acuerdo a los documentos de referencias DR1, DR2 y DR3, y al conocimiento general en este campo, la HRV corresponde a la variabilidad de ritmo cardiaco por cada latido del corazón, latido a latido, en donde se toma la variación entre "picos" de la señal cardiaca. La variación del promedio de latidos, dicho promedio de latidos tomado en un periodo de tiempo, tal y como lo utiliza el documento D1, no corresponde a información de HRV porque no corresponde a la variación entre el tiempo entre latidos sino a la variación de la cantidad de latidos en un periodo determinado. Por ejemplo, un ritmo cardiaco puede mantenerse en 60 latidos por minuto, sin presentar una variación en el promedio de latidos en un periodo de tiempo, sin embargo el tiempo entre dichos 60 latidos puede ser variable o constante dependiendo de la información de HRV.

Nótese que el ritmo cardiaco cuando se toma como un promedio, por ejemplo en pulsaciones por minuto, la fluctuación de dichos promedios no son información de HRV. Por lo tanto la información de HR que toma el documento D1 NO corresponde a información de HRV, y por lo tanto el documento D1 no divulga ni sugiere la captura o recepción de información de frecuencia cardiaca a lo largo del tiempo donde dicha información comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV). Nótese que lo anterior esta soportado por los documentos de referencia DR1, DR2 y DR3, y por el conocimiento general en este campo.

Inclusive si la información tomada de HR que utiliza el documento D1 fuera considerada como información de HRV, que como se explicó anteriormente no lo es, la materia reclamada por la solicitud sigue siendo nueva e inventiva porque el documento D1 no menciona ni sugiere la extracción de una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV. El documento D1 solo extrae la fluctuación del promedio de ritmo cardiaco en un periodo de tiempo y por lo tanto solo extrae un solo

tipo de información, diferente a lo reclamado en la presente solicitud que requiere la extracción de una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV.

Debido a que el documento D1 no menciona ni sugiere la extracción de diferentes características relacionadas a la HRV, mucho menos menciona la combinación de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia.

Por su parte el documento D2 aunque utiliza la información de HRV para la detección de somnolencia, dicho documento no divulga ni sugiere la extracción de diferentes características relacionadas a la HRV ni la combinación de dichas **diferentes** características para producir una entrada de detección somnolencia.

El documento D2 aunque divulga la extracción de información de HRV, dicha divulgación es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud porque la extracción de información de HRV del documento D2 se refiere solo a un tipo de información de HRV, lo que es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud que requiere de una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV.

Adicionalmente, el documento D2 aunque divulga también la combinación de información de HRV con información del porcentaje promedio de cierre del párpado sobre la pupila en el tiempo (PERCLOS, de sus siglas en inglés), dicha divulgación es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud porque dicha combinación divulgada por el documento D2 se refiere a la combinación con información PERCLOS, lo que es diferente a la materia reclamada en la presente solicitud que requiere de una combinación de varias características diferentes de HRV.

Nótese que aunque el documento D2 divulga en su figura 2, dos tipos de series de tiempo de HRV, dichos tipos de series no son comparable a una pluralidad de características diferentes de HRV, porque se refieren a los dos tipos de sonda, correspondientes a la sonda de transmisión y a la sonda de reflexión, relativos al sensor y no al tipo de información de HRV.

Por su parte el documento D3 no menciona ni sugiere nada sobre la utilización de información de HRV para la detección de somnolencia.

Por todo lo anterior se concluye que las reivindicaciones independientes en cuestión poseen características que no se dan a conocer de manera obvia para una persona

versada en la materia por los documentos D1, D2 o D3, por ende la presente invención debe ser considerada como novedosa y con nivel inventivo sobre el estado de la técnica presentado por el Examinador.

4. Conclusión

Las modificaciones realizadas a las reivindicaciones de la presente solicitud de patente y las aclaraciones presentadas a lo largo del presente escrito, permiten superar completamente las objeciones realizadas a la claridad de las reivindicaciones, por lo cual, la presente solicitud cumple a cabalidad las exigencias establecidas por el artículo 30 de la Decisión 486 y el artículo 22 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT, según los requerimientos del Examinador.

De otra parte, los argumentos expuestos en el numeral 3 del presente escrito, ponen de manifiesto de una manera clara y contundente, que lo revelado en las nuevas reivindicaciones de la presente solicitud, resulta completamente NOVEDOSO E INVENTIVO sobre las enseñanzas del estado del arte más cercano representado por los documentos D1, D2 y D3, toda vez que nada dentro de dichos documentos revela en forma directa o al menos llega a sugerir: la captura o recepción de información de frecuencia cardíaca a lo largo del tiempo donde dicha información comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV); la extracción una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV; ni la combinación de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia.

En consecuencia, me permito solicitar a ese Despacho, proceder con la revisión de las modificaciones y de los argumentos aquí presentados, para conceder el privilegio de patente solicitado para la materia objeto de las 20 reivindicaciones ahora presentadas en el capítulo reivindicatorio modificado, y que de subsistir alguna duda o inquietud respecto a la patentabilidad de la presente invención, a pesar de las modificaciones y argumentos técnicos ahora presentados, sin apartarse del espíritu inventivo originalmente revelado en la solicitud internacional, se le brinde la oportunidad al solicitante de aclararla o de limitar aún más la invención, mediante la emisión de un segundo examen de fondo, teniendo en cuenta el nuevo capítulo reivindicatorio que se somete a revisión, antes de que se emita una decisión definitiva

por parte de ese Despacho, de conformidad con lo dispuesto en 1.2.2.5.1 del artículo primero de la Resolución 54093 de 2012.

5. Anexos

- Capítulo reivindicatorio modificado, en donde se han llevado a cabo las modificaciones mencionadas anteriormente.

Petición

Solicito al Despacho, y en el evento que el examinador considere que pese a las modificaciones presentadas aún existen objeciones, que proceda a emitir un segundo examen de fondo sobre el nuevo capítulo reivindicatorio presentado.

En este sentido, y de acuerdo con lo establecido en el inciso segundo del numeral 1.2.2.5.1 del Capítulo Primero del Título X de la Circular Única, requiero se me comunique a través del SIPI o cualquier otro medio la existencia de estas objeciones para, de esta manera, proceder a realizar el nuevo pago del examen de patentabilidad de la solicitud de la referencia.

Atentamente,



LUZ HELENA ADARVE GÓMEZ.

C.C 41.575.435 de Bogotá.

T.P. 14.884 C.S.J.

FJG

P-979

REIVINDICACIONES (Con marcas de corrección)

1. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:

uno o más sensores (102; 302) de frecuencia cardíaca (HR) que capturan la información de HR (120, 122; 512) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV);

uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo y un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) está dirigido por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) para,

recibir la información de HR (120, 122; 512) del sensor o sensores de frecuencia cardíaca (102; 302),

extraer ~~una conjunto~~ pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las ~~muchas~~ características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo,

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia,

introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo según ~~dichas~~ las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,

identificar desde una salida de clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia.

2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un sub-programa de segmentación que se ejecuta antes de la ejecución del sub-programa para extraer ~~el conjunto~~ una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dicho sub-programa de segmentación segmentando la información de HR recibida desde el sensor o sensores de frecuencia cardíaca en una secuencia de segmentos de longitud prescrita cada vez que la información de HR recibida está en la forma de una señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)~~ y dicho sub-programa de segmentación calcula una señal de HRV desde la información de HR recibida cada vez que la información de HR recibida no esté en la forma de señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)~~ antes de la segmentación de la señal de HRV en la secuencia de segmentos de longitud prescrita y en donde los sub-programas para extraer ~~una pluralidad~~ conjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, introducir la entrada de detección de somnolencia en el clasificador de ANN, identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia, se ejecutan en

cada uno de los segmentos de señal de HRV según se crean.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los segmentos de longitud prescrita de la señal de HRV son de una duración de dos minutos y representan una ventana de enrollamiento de tal manera que hay un tiempo de desplazamiento prescrito entre cada segmento.

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde cada segmento de señal de HRV de dos minutos representa ~~aproximadamente~~ 120 valores de variación de frecuencia cardíaca y en donde el sub-programa de segmentación comprende además el muestreo ascendente de cada segmento de señal de HRV a ~~aproximadamente~~ 840 valores de variación de frecuencia cardíaca de muestras utilizando técnicas de ajuste de curva.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el sub-programa para extraer el una pluralidadconjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de cada segmento de señal de HRV comprende la extracción de la pluralidadconjunto de características relacionadas a la HRV utilizando una transformada rápida de Fourier discreta (DFFT) y una transformada de onda discreta (DWT).

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la DFFT se utiliza para calcular la proporción de la energía de los componentes de baja frecuencia del segmento de señal de HRV a la potencia de los componentes de alta frecuencia (HF) del segmento de señal de HRV como una de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV y en donde la DWT se utiliza para calcular de una descomposición de 8 niveles del segmento de HRV, los coeficientes de entropía D_1 a D_8 , el coeficiente de entropía A_8 y la media de los coeficientes de entropía A_1 a A_8 como otras de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde los sub-programa para extraer el una pluralidadconjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR_T comprende en primer lugar calcular una señal de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV) de la señal de HR en bruto.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV)~~ a partir de una señal de HR en bruto capturada por el sensor o sensores de HR y en donde la información de HR comprende la señal de HRV.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) y los de uno o más dispositivos de cómputo residen en un dispositivo de detección de inicio de somnolencia unificado.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el dispositivo de detección de inicio de somnolencia es un dispositivo ya sea portátil usado por la persona de dicho individuo o un dispositivo móvil llevado por dicho individuo.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) son residentes en un dispositivo portátil usado en la persona de dicho individuo

y el uno o más dispositivos de cómputo son residentes en un dispositivo móvil llevado por dicho individuo y en donde el dispositivo portátil está en comunicación inalámbrica con el dispositivo móvil.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR que es transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de ~~variabilidad de frecuencia cardíaca~~ (HRV) de la señal de HR en bruto, dicha señal de HRV transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de un mensaje que se muestra en una pantalla que se puede ver por el individuo.

15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el mensaje comprende al menos uno de texto, o imágenes, o imágenes parpadeantes que aparecen como una luz que destella en la pantalla.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta audible que se reproduce a través de unos altavoces que está dentro de un rango de audición del individuo.

17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta háptica que puede ser percibida por el individuo.

18. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la transmisión de un mensaje a una tercera parte que solicita a la tercera parte advertir al individuo.

19. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y
un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia para,
recibir la información (120, 122; 512) de frecuencia cardíaca (HR) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), en donde el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación a través de una red de comunicación de datos con un dispositivo de cómputo remoto asociado con uno o más sensores de HR (102; 302) que capturan la información de HR (120, 122; 512) y en donde la información de HR (120, 122;

512) se recibe desde el dispositivo de cómputo remoto a través de la red de comunicación de datos;

extraer una pluralidad de conjunto de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las muchas características que pueden extraerse de la información de HR, se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo,

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia,

introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo basándose en dichas las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,

identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, y

cuando la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, transmitir una notificación de inicio de somnolencia.

20. Sistema de entrenamiento de un clasificador de detección de inicio de somnolencia, que comprende:

uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros a través de una red de computadora cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información de salida de HR (120, 122; 512) por uno o más sensores de frecuencia cardíaca (102; 302) para una pluralidad de individuos a lo largo del tiempo, así como un indicador de somnolencia para cada uno de los individuos especificando si ese individuo se encuentra en un estado despierto o en un estado somnoliento al momento que la información HR fue capturada, la información HR (120, 122; 512) comprende información de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV),

para la información HR asociada con cada uno de la pluralidad de los individuos,

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo, y

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia, y

entrenar un clasificador de red neuronal artificial (ANN) para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo utilizando dichas entradas de detección de somnolencia y el indicador de somnolencia asociado con cada uno de la pluralidad de individuos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
 - uno o más sensores (102; 302) de frecuencia cardíaca (HR) que capturan la información de HR (120, 122; 512) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV);
 - uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo y un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) está dirigido por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia (106; 312; 502) para,
 - recibir la información de HR (120, 122; 512) del sensor o sensores de frecuencia cardíaca (102; 302),
 - extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de un individuo,
 - combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección somnolencia,
 - introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliento de un individuo según las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,
 - identificar desde una salida de clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, iniciar una advertencia de inicio de somnolencia.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un sub-programa de segmentación que se ejecuta antes de la ejecución del sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dicho sub-programa de segmentación segmentando la información de HR recibida desde el sensor o sensores de frecuencia cardíaca en una secuencia de segmentos de longitud prescrita cada vez que la información de HR recibida está en la forma de una señal de HRV y dicho sub-programa de segmentación calcula una señal de HRV desde la información de HR recibida cada vez que la información de HR recibida no esté en la forma de señal de HRV antes de la segmentación de la señal de HRV en la secuencia de segmentos de longitud prescrita y en donde los sub-programas para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, introducir la entrada de detección de somnolencia en el clasificador de ANN, identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia y siempre que la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, **iniciar una advertencia de inicio de somnolencia**, se ejecutan en cada uno de los segmentos de señal de HRV según se crean.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los segmentos de longitud prescrita de la señal de HRV son de una duración de dos minutos y representan una ventana de enrollamiento de tal manera que hay un tiempo de desplazamiento prescrito entre cada segmento.

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde cada segmento de señal de HRV de dos minutos representa 120 valores de variación de frecuencia cardíaca y en donde el sub-programa de segmentación comprende además el muestreo ascendente de cada segmento de señal de HRV a 840 valores de variación de frecuencia cardíaca de muestras utilizando técnicas de ajuste de curva.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de cada segmento de señal de HRV comprende la extracción de la pluralidad de características relacionadas a la HRV utilizando una transformada rápida de Fourier discreta (DFFT) y una transformada de onda discreta (DWT).

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la DFFT se utiliza para calcular la proporción de la energía de los componentes de baja frecuencia del segmento de señal de HRV a la potencia de los componentes de alta frecuencia (HF) del segmento de señal de HRV como una de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV y en donde la DWT se utiliza para calcular de una descomposición de 8 niveles del segmento de HRV, los coeficientes de entropía D_1 a D_8 , el coeficiente de entropía A_8 y la media de los coeficientes de entropía A_1 a A_8 como otras de las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el sub-programa para extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR comprende en primer lugar calcular una señal de HRV de la señal de HR en bruto.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de HRV a partir de una señal de HR en bruto capturada por el sensor o sensores de HR y en donde la información de HR comprende la señal de HRV.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) y los de uno o más dispositivos de cómputo residen en un dispositivo de detección de inicio de somnolencia unificado.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el dispositivo de detección de inicio de somnolencia es un dispositivo ya sea portátil usado por la persona de dicho individuo o un dispositivo móvil llevado por dicho individuo.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el uno o más sensores de frecuencia cardíaca (HR) son residentes en un dispositivo portátil usado en la persona de dicho individuo y el uno o más dispositivos de cómputo son residentes en un dispositivo móvil llevado por dicho individuo y en donde el dispositivo portátil está en comunicación inalámbrica con el dispositivo móvil.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende

una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR que es transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información de HR comprende una señal de HR en bruto capturada por uno o más sensores de HR y en donde el uno o más sensores de HR comprende un dispositivo de cómputo que calcula una señal de HRV de la señal de HR en bruto, dicha señal de HRV transmitida a dicho dispositivo móvil llevado por el individuo.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de un mensaje que se muestra en una pantalla que se puede ver por el individuo.

15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el mensaje comprende al menos uno de texto, o imágenes, o imágenes parpadeantes que aparecen como una luz que destella en la pantalla.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta audible que se reproduce a través de unos altavoces que está dentro de un rango de audición del individuo.

17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la iniciación de una llamada de despertar para el individuo en la forma de una alerta háptica que puede ser percibida por el individuo.

18. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sub-programa para iniciar una advertencia de inicio de somnolencia comprende la transmisión de un mensaje a una tercera parte que solicita a la tercera parte advertir al individuo.

19. Un sistema para detectar el inicio de somnolencia en un individuo, que comprende:
uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación unos con otros cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información (120, 122; 512) de frecuencia cardíaca (HR) del individuo a lo largo del tiempo, la información de HR comprende información de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), en donde el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) están en comunicación a través de una red de comunicación de datos con un dispositivo de cómputo remoto asociado con uno o más sensores de HR (102; 302) que capturan la información de HR (120, 122; 512) y en donde la información de HR (120, 122; 512) se recibe desde el dispositivo de cómputo remoto a través de la red de comunicación de datos;

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información de HR, dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR, se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliento de

un individuo,

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia,

introducir la entrada de detección de somnolencia en un clasificador de red neuronal artificial (ANN) que ha sido entrenado para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliente de un individuo basándose en las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV,

identificar desde una salida del clasificador de ANN si la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, y

cuando la entrada de detección de somnolencia indica que el individuo está exhibiendo un inicio de somnolencia, transmitir una notificación de inicio de somnolencia.

20. Sistema de entrenamiento de un clasificador de detección de inicio de somnolencia, que comprende:

uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), dichos dispositivos de cómputo (10; 104; 310) estando en comunicación unos con otros a través de una red de computadora cuando hay una pluralidad de dispositivos de cómputo; y

un programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia que tiene una pluralidad de sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) ejecutables por uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310), el uno o más dispositivos de cómputo (10; 104; 310) dirigidos por los sub-programas (108 – 118; 314 – 324; 504 - 510) del programa de computadora de entrenamiento de detector de inicio de somnolencia para,

recibir la información de salida de HR (120, 122; 512) por uno o más sensores de frecuencia cardíaca (102; 302) para una pluralidad de individuos a lo largo del tiempo, así como un indicador de somnolencia para cada uno de los individuos especificando si ese individuo se encuentra en un estado despierto o en un estado somnoliente al momento que la información HR fue capturada, la información HR (120, 122; 512) comprende información de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV),

para la información HR asociada con cada uno de la pluralidad de los individuos,

extraer una pluralidad de diferentes características relacionadas a la HRV de la información HR (120, 122; 512), dichas diferentes características extraídas relacionadas a la HRV, que están entre las características que pueden extraerse de la información de HR (120, 122; 512), se ha determinado que son específicamente indicativas de una transición desde un estado de despierto de un individuo a un estado de somnoliente de un individuo, y

combinar las diferentes características extraídas relacionadas a la HRV para producir una entrada de detección de somnolencia, y

entrenar un clasificador de red neuronal artificial (ANN) para distinguir entre dicho estado de despierto de un individuo y dicho estado de somnoliente de un individuo utilizando dichas entradas de detección de somnolencia y el indicador de somnolencia asociado con cada uno de la pluralidad de individuos.