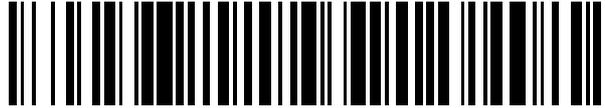


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 971**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/0255** (2006.01)

**A61B 5/08** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

**G06T 7/20** (2006.01)

**G06T 7/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2010 E 10708623 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2013 EP 2404283**

54 Título: **Procesamiento de imágenes de al menos un ser vivo**

30 Prioridad:

**06.03.2009 EP 09154493**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**28.10.2013**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 5  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**JEANNE, VINCENT;  
DE BRUIJN, FREDERIK J.;  
VLUTERS, RUUD;  
CENNINI, GIOVANNI y  
CHESTAKOV, DMITRI**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 426 971 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procesamiento de imágenes de al menos un ser vivo

**5 Campo de la invención**

La invención se refiere a un método de procesamiento de imágenes de al menos un ser vivo según la reivindicación 1.

10 La invención también se refiere a un sistema para procesamiento de imágenes de al menos un ser vivo según la reivindicación 12.

La invención también se refiere a un programa informático según la reivindicación 14.

**15 Antecedentes de la invención**

Verkruysse *et. al.*, "Remote plethysmographic imaging using ambient light", *Optics Express*, 16 (26), 22 de diciembre de 2008, páginas 21434-21445 demuestra que las señales de fotoplestimografía pueden medirse de manera remota en el rostro humano con luz ambiental normal como fuente y una simple cámara fotográfica digital de tipo consumidor en modo de película. Después de configurar la cámara en modo de película, se solicitó a los voluntarios que se sentaran, se pusieran de pie o se tumbaran para minimizar cualquier movimiento. Las películas a color se guardaron por la cámara y se transfirieron a un ordenador personal. Los valores de píxel para los canales, rojo, verde y azul, se leyeron para cada fotograma de película, proporcionando un conjunto de  $PV(x, y, t)$ , donde  $x$  e  $y$  son posiciones horizontal y vertical, respectivamente y  $t$  es el tiempo correspondiente a la frecuencia de imagen. Usando una interfaz de usuario gráfica, se seleccionaron regiones de interés (ROI) en una imagen instantánea (seleccionada de la película) y se calculó la señal en bruto  $PV_{bruto}(t)$  como promedio de todos los valores de píxel en la ROI. Se realizaron transformadas rápidas de Fourier para determinar los espectros de fase y potencia. Se indica que la selección de la ROI no es crítica para la determinación de la frecuencia cardíaca. También se indica que pueden resolverse los límites a la resolución espacial de imágenes de fotoplestimografía debido a artefactos en movimiento mediante un posicionamiento mejorado de los voluntarios, software para sincronizar lateralmente los fotogramas e iluminación más homogénea para reducir los artefactos de sombra.

35 Wieringa F. *et. al.*: "Contactless multiple wavelength photoplethysmographic imaging: A first step toward SpO<sub>2</sub> camera technology" *Annals of Biomedical Engineering*, Kluwer Academic Publishers - Plenum Publishers, NE, vol. 33, n.º 8, 1 de agosto de 2005, páginas 1034-1041 da a conocer un método para adquirir señales pletismográficas resueltas espacialmente relacionadas con los latidos del corazón a múltiples longitudes de onda usando una cámara remota.

40 Lucchese L. *et. al.*: "Color image segmentation: A state-of-the-art survey" *Proceedings of the Indian National Science Academy, part A, physical sciences*, Indian National Science Academy, Nueva Delhi, vol. 67, n.º 2, 1 de marzo de 2001, páginas 207-221 proporciona una vista global de algoritmos para una segmentación de imágenes a color y un esquema de clasificación que resalta las familias principales de técnicas disponibles.

45 Un problema del método conocido es que usa un supervisor para seleccionar la ROI de la parte de la imagen que sabe que corresponde a la persona viva.

Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y un programa informático de los tipos mencionados anteriormente en los párrafos introductorios que requieran poca o ninguna supervisión humana con el fin de proporcionar buenos resultados.

50 Este objeto se consigue mediante el método según la reivindicación 1.

El análisis de información basándose en datos de píxel de una pluralidad de partes de imagen en al menos una de las imágenes, en la que cada parte de imagen incluye al menos un punto de imagen, puede conducirse automáticamente, como en el caso del agrupamiento de esas partes determinadas para tener características similares. Por tanto, este método es adecuado para una ejecución no supervisada. La selección de partes contiguas determinadas para tener características similares da como resultado la determinación de una región de la imagen con características homogéneas. Si estas características son similares según un análisis en el dominio espacial, puede realizarse una mejor selección de una zona homogénea que formará la zona de medición. Incluso si la parte corporal correspondiente a la zona de medición no permanece exactamente en su posición por toda la secuencia de imágenes, las intensidades de píxel en la zona de medición no variarán de manera apreciable debido a tales variaciones en la posición. Esto mejora la calidad del espectro de la señal correspondiente al valor que varía con el tiempo de la combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen, de modo que pueden realizarse identificaciones fiables de picos de señal correspondientes al latido del corazón o la frecuencia respiratoria. El efecto no depende de condiciones de iluminación particulares, haciendo el método más robusto y más adecuado para aplicaciones de detección remota. Usando datos representativos de al menos parte de un

espectro de un valor que varía con el tiempo de una combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen, puede eliminarse una gran cantidad de ruido. Esto permite usar imágenes que se obtienen capturando luz reflejada de un sujeto vivo. Tales imágenes pueden obtenerse con una disposición de sensores o cámara relativamente barata. Por el contrario, si fuera a determinarse el espectro de cada píxel individualmente y luego a agruparse los valores de los picos, tendrían que usarse imágenes obtenidas usando un dispositivo de formación de imágenes muy sensible, por ejemplo un dispositivo de formación de imágenes térmico pasivo.

Una realización del método incluye realizar una segmentación de imágenes en al menos una de la secuencia de imágenes digitales para seleccionar datos de píxel para el análisis incluido en la etapa de selección.

Un efecto es que se reduce la cantidad de datos de píxel que debe analizarse en la etapa de selección, puesto que sólo es necesario procesar determinados segmentos prometedores de los obtenidos en la etapa de segmentación.

En una variante de esta realización, la segmentación de imágenes se realiza usando un algoritmo para reconocer partes de imagen correspondientes a al menos un tipo de parte corporal de un ser vivo.

Esta variante selecciona aquellas partes de imagen correspondientes a partes de seres vivos que son adecuadas para un análisis para determinar al menos uno de una presencia y un valor de frecuencia de al menos un pico en un espectro de la señal de brillo promedio correspondiente a la frecuencia de un fenómeno fisiológico periódico. En principio, el método se basa en el hecho de que la intensidad de la luz reflejada por la piel varía con la frecuencia del fenómeno fisiológico periódico, es decir la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria. Por tanto, un algoritmo de segmentación destinado a detectar piel, o partes corporales con formas correspondiente a las de las partes corporales que generalmente no están cubiertas (por ejemplo el rostro de un ser humano) proporciona una selección previa de segmentos de imágenes adecuados, dentro de los cuales se seleccionan una o más zonas de medición homogéneas.

Una realización del método incluye usar un algoritmo de seguimiento para situar al menos uno de la zona de medición y un segmento de imagen que incluye la zona de medición en cada una de una pluralidad de las imágenes en la secuencia.

Esta realización tiene en cuenta el hecho de que incluso una zona de medición homogénea puede verse afectada por movimientos más grandes. El algoritmo de seguimiento permite que la zona de medición se mueva con la parte corporal real que representa. Por tanto, se evitan mayormente los artefactos de señales que surgen de partes de imagen no homogéneas que se mueven a la zona de medición. Esto mejora la relación señal a ruido de las componentes de señal correspondientes a los fenómenos fisiológicos periódicos.

En una realización, se hace que la secuencia de imágenes digitales se capture por una cámara tras completar una fase de inicialización, incluyendo la fase de inicialización:

- medir fluctuaciones de intensidad periódicas en al menos partes de imágenes adquiridas por la cámara mientras se varían las configuraciones de la cámara, y

- seleccionar valores de las configuraciones de la cámara en los que se determine que las fluctuaciones de intensidad periódicas medidas en al menos un intervalo de frecuencias son mínimas.

Esta realización permite eliminar fuentes de perturbaciones periódicas, por ejemplo en la frecuencia de red eléctrica. Normalmente, tales perturbaciones corresponden a fluctuaciones periódicas en la iluminación ambiental. Puesto que el método es adecuado para la formación de imágenes remota, estas perturbaciones desempeñan un papel más importante de lo que sería el caso si fuera a usarse por ejemplo una fuente de luz infrarroja y una cámara. Las mediciones de fluctuación de intensidad pueden limitarse a una componente de color o basarse en una suma ponderada de algunas o todas las componentes de color comprendidas en los datos de píxel. Las configuraciones de cámara adecuadas que van a variarse incluyen la frecuencia de imagen, el tiempo de exposición, la ganancia de cámara y el reloj de píxel.

Una realización del método incluye determinar una señal de corrección correspondiente a un valor que varía con el tiempo de una combinación de valores de píxel en al menos varios puntos de imagen en una parte de imagen distinta a la zona de medición, y

- decorrelacionar al menos uno de los datos de píxel de las imágenes en al menos la zona de medición y el valor que varía con el tiempo de la combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen en la zona de medición desde la señal de corrección.

Esta realización permite mover perturbaciones no periódicas del análisis, mejorando además la relación señal a ruido de las componentes de señal debido a los fenómenos fisiológicos periódicos. Un ejemplo serían las reflexiones de una señal de televisión en el rostro de una persona que ve la televisión mientras se captura la secuencia de imágenes. Se observa que la parte de imagen distinta a la zona de medición puede ser una parte de imagen más

grande que también abarca la zona de medición.

5 En una realización del método, se usa una salida representativa de si se detecta la presencia de al menos un pico en el espectro correspondiente a una frecuencia del fenómeno fisiológico periódico para controlar un dispositivo dispuesto para realizar una función condicional al detectar una presencia de al menos un ser vivo de al menos un tipo.

Un efecto es que es posible verificar que una persona viva está realmente presente de una manera discreta.

10 En una variante, la salida se proporciona a un sistema de acceso condicional para su uso en una operación de autenticación.

15 Un efecto es que ya no es posible engañar al sistema de acceso condicional sobre el hecho de que una persona particular esté presente. Por ejemplo, no es posible proporcionar a un detector de huella dactilar un elemento moldeado de cera del dedo de una persona ausente, o engañar a un sistema de reconocimiento de rostros con una fotografía de una persona ausente. Por tanto, este método es particularmente adecuado para su uso en conjunto con un sistema de acceso condicional biométrico.

20 En una realización del método, se determina el valor de frecuencia de al menos un pico en el espectro correspondiente a la frecuencia del fenómeno fisiológico periódico y se hace que un sistema para proporcionar una salida perceptible adapte su salida dependiendo de la señal de frecuencia.

25 Por tanto, esta realización es particularmente adecuada para proporcionar una biorretroalimentación, por ejemplo en un sistema ambiental o en un entorno de juego o de aptitud física.

Una realización del método incluye proporcionar una señal de activación basándose en la señal correspondiente a al menos la variación en el valor que varía con el tiempo de la combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen a un sistema de formación de imágenes.

30 Esta realización es adecuada para su uso con sistemas de formación de imágenes tales como sistemas de RMN o TC, en los que una persona se sitúa en un escáner. En tales sistemas de formación de imágenes, a menudo se requiere una señal de activación con el fin de obtener una imagen instantánea de, por ejemplo, un corazón. Se prefiere una determinación discreta de la frecuencia cardíaca o respiratoria para reducir el nivel de estrés de la persona de la que se le toman las imágenes. Además, no hay cables ni sondas que puedan afectar al sistema de formación de imágenes.

Una realización del método incluye:

40 - seleccionar una pluralidad de zonas de medición;

- para cada zona de medición, obtener una señal representativa de al menos variaciones en un valor que varía con el tiempo de la combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen y determinar el valor de frecuencia de al menos un pico en un espectro de la señal correspondiente a una frecuencia de un fenómeno fisiológico periódico; y

45 - detectar cuántos seres vivos están representados en la secuencia de imágenes comparando los valores de frecuencia.

50 Este método es adecuado para un método de segmentación de imágenes por ejemplo. Permite discernir entre diferentes personas en las imágenes. Otras aplicaciones incluyen sistemas de análisis de imágenes para controlar grandes multitudes, por ejemplo.

55 Según otro aspecto, se propone un sistema para procesar imágenes de al menos un ser vivo según la invención según la reivindicación 12.

En una realización, el sistema está configurado para llevar a cabo un método según la invención.

60 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un programa informático que incluye un conjunto de instrucciones que, cuando se incorpora en un medio legible por máquina, puede hacer que un sistema tenga capacidades de procesamiento de información para realizar un método según la invención.

### Breve descripción de los dibujos

65 La invención se explicará en mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema dispuesto para adaptar su salida dependiendo de si ha

detectado la presencia de un ser vivo o de la frecuencia cardíaca o frecuencia respiratoria de un ser vivo;

la figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar la frecuencia cardíaca o frecuencia respiratoria del ser vivo; y

la figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de formación de imágenes que se activa por una señal obtenida procesando una secuencia en movimiento de imágenes.

**Descripción detallada**

Con referencia a la figura 1, se proporciona un ejemplo en este caso de un primer sistema 1 que está dispuesto para procesar una secuencia de imágenes. El primer sistema 1 lleva a cabo este procesamiento con el fin de determinar al menos uno de la presencia y un valor de frecuencia de al menos un pico en un espectro de una señal basándose en los datos de píxel de las imágenes correspondientes a una frecuencia de un fenómeno fisiológico periódico. La presencia de un ser vivo se deduce de la presencia del pico, y se usa como entrada binaria para uno o más procesos de sistema. La frecuencia del pico se usa como entrada en al menos uno de esos procesos.

El primer sistema 1 incluye una cámara 2 digital dispuesta para grabar una secuencia de imágenes digitales en sucesión rápida. El primer sistema 1 incluye además un dispositivo 3 de procesamiento de datos que está en comunicación con la cámara 2 digital para obtener los datos de imagen, pero también para controlar la operación de la cámara 2 digital, tal como se explicará.

Los datos de imagen digital capturados por la cámara 2 digital se pasan al dispositivo 3 de procesamiento de datos a través de una interfaz 4 del dispositivo 3 de procesamiento de datos. En la realización ilustrada, el dispositivo 3 de procesamiento de datos incluye una unidad 5 de procesamiento y una memoria 6 principal, así como un dispositivo 7 de almacenamiento de datos para un almacenamiento de datos no volátil, por ejemplo los datos de imagen digital y el software que permite que el dispositivo 3 de procesamiento de datos procese los datos de imagen y controle varios dispositivos periféricos.

En la realización ilustrada, los dispositivos periféricos incluyen un aparato 8 de televisión; un sistema ambiental que incluye un controlador 9 y unidades 10-12 de iluminación; y un dispositivo 13 de exploración biométrico. Todos están conectados al dispositivo 3 de procesamiento de datos a través de respectivas interfaces 14-16. Estos dispositivos periféricos son sólo ejemplos de dispositivos periféricos que pueden controlarse dependiendo de los resultados de una o más variantes de un método de procesamiento de imágenes que va a describirse con referencia a la figura 2.

Este método se usa para determinar la presencia de un ser vivo, es decir un ser humano o un animal, en una escena capturada por la cámara 2 digital, generando una señal basándose en datos de imagen correspondientes a un trozo de piel, señal que varía con la frecuencia de un fenómeno fisiológico periódico, por ejemplo el latido del corazón o la respiración de un ser humano.

La piel humana puede modelarse como un objeto de dos capas, siendo una capa la epidermis (una capa de superficie delgada) y la otra la dermis (una capa más gruesa por debajo de la epidermis). Aproximadamente el 5% de un rayo de luz entrante se refleja en la epidermis, que es el caso para todas las longitudes de onda y colores de piel. La luz restante se dispersa y se absorbe dentro de las dos capas de piel en un fenómeno conocido como reflectancia corporal (descrito en el modelo de reflexión dicromático). La epidermis se comporta como un filtro óptico, absorbiendo luz principalmente. En la dermis, la luz se dispersa y se absorbe. La absorción depende de la composición sanguínea, de modo que la absorción es sensible a las variaciones del flujo sanguíneo. Las propiedades ópticas de la dermis son generalmente las mismas para todas las razas humanas. La dermis contiene una red densa de vasos sanguíneos, aproximadamente un 10% de la red de vasos total de un adulto. Estos vasos se contraen según el flujo sanguíneo en el cuerpo. Por consiguiente, cambian la estructura de la dermis, que influye en la reflectancia de las capas de piel. Por consiguiente, puede determinarse la frecuencia cardíaca a partir de las variaciones de la reflectancia de la piel, que es el principio en el que se basa el método presentado en el presente documento.

En la realización ilustrada del método, se completa en primer lugar una fase de inicialización, con el fin de determinar las configuraciones apropiadas para la cámara 2 digital (etapa 17). Con este fin, el dispositivo 3 de procesamiento de datos hace que al menos uno de la frecuencia de imagen, tiempo de exposición, reloj de píxel (determina la tasa en la que se adquieren los valores de píxel) y ganancia del canal de cámara de la cámara 2 digital varíen mientras se captura una secuencia de imágenes digitales. Se determina el brillo promedio (espacial) de al menos parte de cada imagen de la secuencia, y se determina la magnitud de las fluctuaciones periódicas en el brillo promedio para cada valor nuevo de las configuraciones. Se seleccionan las configuraciones para las que la magnitud dentro de al menos un intervalo del espectro, en particular un intervalo de baja frecuencia, es mínimo para su uso posterior en el método. En lugar de determinar el brillo promedio espacial de al menos una parte de la imagen, pueden determinarse las fluctuaciones de brillo de un píxel individual. El efecto de elegir las configuraciones de la cámara 2 digital es que las fluctuaciones de iluminación de fondo periódicas están ausentes en la mayor medida posible de la secuencia de imágenes a la que se aplica el resto del método.

En una siguiente etapa 18, se obtiene una secuencia 19 de imágenes de la cámara 2 digital. La secuencia 19 de imágenes representa una escena capturada en puntos sucesivos en el tiempo, que pueden ser a intervalos regulares o irregulares.

5 En una siguiente etapa 20, las imágenes 19 se procesan con el fin de eliminar señales de fondo no periódicas. Con este fin, se forma una señal de corrección correspondiente a un brillo promedio que varía con el tiempo de parte de todas las imágenes 19. En la realización ilustrada, los datos de píxel de las imágenes 19 se decorrelacionan entonces desde la señal de corrección. En sí se conocen los algoritmos para eliminar las correlaciones cruzadas no lineales. Un procesamiento de imágenes adicional puede tener lugar en esta fase 20, por ejemplo para compensar un movimiento de la cámara.

15 En dos siguientes etapas 21, 22, se realiza un algoritmo de segmentación de imágenes en al menos una imagen de la secuencia 19 de imágenes digitales. En particular, en estas etapas 21, 22 se lleva a cabo un algoritmo para detectar un segmento 23 de imagen que representa una parte corporal, generalmente el rostro. Un algoritmo adecuado se describe en Viola, P. y Jones, M.J., "Robust real-time object detection", Proc. of IEEE Workshop on statistical and computational theories of vision, 13 de julio de 2001. Se conocen otros algoritmos adecuados basados en reconocer segmentos con determinadas formas y/o colores (colores de piel) y pueden usarse en lugar o además de este algoritmo. Uno o más, por ejemplo todos los, segmentos 23 distintos determinados para que correspondan a una parte corporal del tipo deseado se siguen (etapa 24) a través de la secuencia 19 de imágenes. En otras palabras, el segmento 23 se sitúa, es decir se determina su ubicación, comparando las imágenes en la secuencia 19 para cuantificar el movimiento de las partes corporales dentro de las imágenes 19. Un algoritmo de seguimiento adecuado se conoce, por ejemplo, a partir de De Haan *et. al.*, "True-motion estimation with 3-D recursive search block matching", IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, 3 (5), octubre de 1993, páginas 20 25 368-379.

Posteriormente, para cada segmento 23 seleccionado y seguido se selecciona una zona 26 de medición dentro del segmento 23 de imagen (etapa 25). Esta etapa 25 implica un análisis espacial de los datos de píxel de una pluralidad de partes de imagen, siendo cada parte de imagen uno o más puntos de imagen en tamaño, para 30 determinar un conjunto de partes contiguas determinadas para tener características similares. Esta etapa 25 se lleva a cabo automáticamente por el dispositivo 3 de procesamiento de datos. Un algoritmo adecuado es un algoritmo para detectar regiones con variaciones de gradiente mínimas. Esas partes de imagen que pertenecen a la región se seleccionan para formar la zona 26 de medición. En la realización ilustrada, se determina la posición de la zona 26 de medición mediante análisis de una imagen clave en la secuencia 19 de imágenes. Se determina su posición 35 relativa al segmento 23 correspondiente a una parte corporal, y por tanto se sigue con el segmento 23 de imagen a través de la secuencia 19 de imágenes. Por tanto, se determina qué píxel de cada una de las imágenes corresponde a un punto de imagen particular de la zona 26 de medición para todos los puntos de imagen que constituyen la zona de medición.

40 A continuación (etapa 27), se genera una señal 28 representativa del brillo promedio que varía con el tiempo de los píxeles correspondientes a los puntos de imagen de la zona 26 de medición. Para cada imagen de la secuencia 19, se forma el brillo promedio de los píxeles determinados para estar comprendidos en la zona 26 de medición. Puesto que cada imagen de la secuencia 19 representa un punto en el tiempo, se obtiene por tanto una señal que varía con el tiempo (discreta en el tiempo). En una realización alternativa, se descartan determinados puntos de imagen, de 45 modo que se adopta una suma de valores de píxel en menos de todos los puntos de imagen en la zona 26 de medición. Además, el brillo puede ser una suma ponderada de las componentes de color o sólo el valor de una componente de color. Se ha descubierto que el color verde tiene la señal más fuerte.

A continuación la señal 28 se centra en su valor medio (etapa 29) para dar lugar a una señal 30 adicional 50 representativa del brillo promedio que varía con el tiempo, de píxeles correspondientes a los puntos de imagen de la zona 26 de medición, siendo esto mejor para observar variaciones en la misma. En una variante, esta etapa 29 también comprende la decorrelación con la señal de corrección que está comprendida alternativamente en la etapa 20. En una variante diferente, esta etapa 29 comprende una operación de filtrado, por ejemplo una operación de filtrado correspondiente a una diferenciación de la señal. Son posibles otras alternativas para extraer variaciones del 55 orden del 1% del intervalo dinámico de la primera señal.

Finalmente (etapa 31), se usan técnicas de procesamiento de señal básicas para extraer información representativa de la frecuencia cardíaca o frecuencia respiratoria a partir de la segunda señal 30.

60 Una primera aplicación de al menos parte del método de la figura 2 en el sistema de la figura 1 implica detectar la presencia de un ser vivo, en particular un ser humano. Con este fin, se usa una salida representativa de si se detecta la presencia de al menos un pico en el espectro correspondiente a una frecuencia del fenómeno fisiológico periódico para controlar uno o más de los dispositivos periféricos para realizar una función condicional al detectar una presencia de al menos un ser humano. En este caso, el espectro, o picos del espectro, en al menos un intervalo 65 limitado se compara con un intervalo de referencia predeterminado correspondiente a frecuencias cardíacas o frecuencias respiratorias humanas típicas. Si un ser humano está presente, entonces, por ejemplo, el aparato 8 de

televisión y el sistema ambiental pueden seguir funcionando. Si no, pueden apagarse o cambiar a una función de espera. Por tanto, esta aplicación es una aplicación en un dispositivo de ahorro de energía. Una aplicación similar es para sistemas de iluminación inteligentes para casas y oficinas. La detección de seres vivos mediante análisis de imágenes automatizado es menos sensible a falsas alarmas, por ejemplo por mascotas.

Una aplicación similar es controlar un sistema de acceso condicional, por ejemplo uno que incluya el dispositivo 13 de exploración biométrico. En una realización, puede ser un escáner de huella dactilar. Usando la detección de seres vivos, se garantiza que, por ejemplo, no puedan usarse elementos moldeados de cera del dedo de una persona para engañar al sistema de acceso condicional. Un sistema de acceso condicional que use sólo la cámara 2 (por ejemplo para escanear el iris o el rostro de una persona) también puede beneficiarse del uso adicional del método de la figura 2 para determinar que una persona viva está realmente delante de la lente de la cámara.

Alternativa o adicionalmente, se usa el método de la figura 2 para proporcionar una biorretroalimentación a un usuario. Más particularmente, se hace que al menos el sistema ambiental adapte su salida dependiendo de la frecuencia determinada en la última etapa 31 del método. Por ejemplo, el color o la intensidad de la luz emitida por las unidades 10, 11, 12 de iluminación pueden cambiarse dependiendo de la frecuencia cardíaca. Con este fin, el método de la figura 2 se lleva a cabo en tiempo real en una secuencia que comprende las últimas N imágenes digitales obtenidas por el dispositivo 3 de procesamiento de datos. N depende de la tasa de captura de imágenes, y se elige dependiendo de la tasa de captura de imágenes para cubrir una secuencia que abarca un intervalo de tiempo lo suficientemente largo para cubrir al menos dos latidos del corazón de un ser humano promedio, por ejemplo durante al menos cuatro segundos. En una variante, se seleccionan múltiples zonas 26 de medición, y se establecen múltiples señales 30 promedio, de modo que el dispositivo 3 de procesamiento de datos puede determinar la frecuencia cardíaca y/o frecuencia respiratoria actuales de múltiples individuos. Por tanto, puede hacerse que la retroalimentación proporcionada usando el sistema ambiental dependa de la frecuencia cardíaca de múltiples usuarios.

Una aplicación alternativa de al menos una parte del método de la figura 2 implica el uso de un sistema 33 tal como se ilustra esquemáticamente en la figura 3. En esta aplicación, se usa la señal 28 promedio o la señal 30 representativa del brillo promedio que varía con el tiempo pero que se centra en el valor medio de la misma como señal de activación para un sistema de formación de imágenes. El sistema de formación de imágenes puede ser un sistema de escáner de RMN (resonancia magnética nuclear) o de TC (tomografía computerizada), por ejemplo. Un sistema de formación de imágenes de este tipo captura múltiples vistas en sección transversal bidimensionales de un paciente. Con el fin de corregir el movimiento del paciente o los órganos del paciente, se activa el proceso de captura de imágenes usando una señal representativa del fenómeno fisiológico periódico que provoca el movimiento periódico. En el sistema 33 ilustrado, que ejecuta al menos las primeras nueve etapas 17, 18, 20-22, 24, 25, 27, 29 del método de la figura 2, se usa la señal 30 que corresponde a las variaciones en el brillo promedio de la zona de medición seleccionada automáticamente para activar un dispositivo 32 de captura de imagen y un transmisor 34 de impulsos, que se controlan por un dispositivo 35 de procesamiento de datos por medio de señales proporcionadas a través de interfaces 36, 37 apropiadas. El dispositivo 35 de procesamiento de datos comprende una unidad 38 de procesamiento de datos, una memoria 39 principal y una unidad 40 de almacenamiento de datos. Recibe los datos de imagen digital que registran la luz ambiental reflejada desde el paciente desde una cámara 41 digital a través de una interfaz 42 adicional. Las imágenes formadas mediante el procesamiento de los datos desde el dispositivo 32 de captura de imágenes se presentan visualmente en un monitor 43, usando un controlador 44 de gráficos apropiado. Con el método de la figura 2 (excluyendo la última etapa 31), la señal de activación para el método de formación de imágenes médicas se obtiene de una manera discreta. En primer lugar, la experiencia para el paciente es menos estresante, porque no hay sensores unidos al paciente. En segundo lugar, los cables o sensores no pueden afectar al funcionamiento del transmisor 34 o dispositivo 32 de captura de imágenes. El proceso mediante el cual se adquiere la señal de activación está completamente automatizado, de modo que la atención del personal médico no tenga que centrarse en la selección de la zona 26 de medición, y el monitor 43 se use sólo para el método de formación de imágenes médicas real. El uso de una zona 26 de medición y la promediación con respecto a la misma (etapa 31) garantiza que la señal de activación esté relativamente libre de ruido. Por tanto, requiere poco filtrado o ninguno.

Debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran la invención, en lugar de limitarla, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, ningún símbolo de referencia entre paréntesis se interpretará como que limita la reivindicación. La expresión "que comprende" no excluye la presencia de elementos o etapas distintos a los enumerados en una reivindicación. La palabra "un" o "una" precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. El mero hecho de que se mencionen determinadas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no pueda usarse de manera ventajosa una combinación de estas medidas.

Tal como se mencionó, el método descrito en el presente documento puede llevarse a cabo en una única componente de color de los datos de pixel o en una suma ponderada de dos o más de las componentes de color (rojo, verde y azul o cian, magenta, amarillo y negro, por ejemplo).

El método de formación de imágenes médicas descrito con referencia a la figura 3 también puede implicar la ejecución de la última etapa 31 del método mostrado en la figura 2, caso en el que se usa para controlar la frecuencia de una señal de activación proporcionada por un generador de señales.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de procesamiento de imágenes de al menos un ser vivo, que incluye:
- 5                   - obtener una secuencia (19) de imágenes digitales tomadas en puntos consecutivos en el tiempo;
- seleccionar al menos una zona (26) de medición que comprende una pluralidad de puntos de imagen; y
- 10                  - para cada zona (26) de medición, obtener una señal (28, 30) representativa de al menos variaciones en un valor promedio que varía con el tiempo de una combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen para su uso en determinar al menos uno de una presencia y un valor de frecuencia de al menos un pico en un espectro de la señal (28, 30) correspondiente a una frecuencia de un fenómeno fisiológico periódico,
- 15                  caracterizado porque la al menos una zona de medición se selecciona automáticamente y porque la etapa (25) de seleccionar al menos una zona (26) de medición incluye analizar información basándose en datos de píxel de una pluralidad de partes de imagen en al menos una de las imágenes (19), incluyendo cada parte de imagen al menos un punto de imagen, y seleccionar cada zona (26) de medición de partes de imagen contiguas determinadas para tener características similares.
- 20                  2. Método según la reivindicación 1,
- que incluye realizar una segmentación de imágenes en al menos una de la secuencia (19) de imágenes digitales para seleccionar datos de píxel para el análisis incluido en la etapa (25) de selección.
- 25                  3. Método según la reivindicación 2,
- en el que la segmentación de imágenes se realiza usando un algoritmo para reconocer partes de imagen correspondientes a al menos un tipo de parte corporal de un ser vivo.
- 30                  4. Método según la reivindicación 1,
- que incluye usar un algoritmo de seguimiento para situar al menos uno de la zona (26) de medición y un segmento (23) de imagen que incluye la zona (26) de medición en cada una de una pluralidad de las imágenes en la secuencia (19).
- 35                  5. Método según la reivindicación 1,
- en el que se hace que la secuencia (19) de imágenes digitales se capture por una cámara (2; 41) tras completar una fase (17) de inicialización, incluyendo la fase (17) de inicialización:
- 40                               - medir fluctuaciones de intensidad periódicas en al menos partes de imágenes adquiridas por la cámara (2; 41) mientras se varían las configuraciones de la cámara, y
- 45                               - seleccionar valores de las configuraciones de la cámara en los que se determina que las fluctuaciones de intensidad periódicas medidas en al menos un intervalo de frecuencias son mínimas.
6. Método según la reivindicación 1, que incluye:
- 50                               - determinar una señal de corrección correspondiente a un valor que varía con el tiempo de una combinación de valores de píxel en al menos varios puntos de imagen en una parte de imagen distinta de la zona (26) de medición, y
- 55                               - decorrelacionar al menos uno de los datos de píxel de las imágenes en al menos la zona (26) de medición y el valor promedio que varía con el tiempo de la combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen en la zona (26) de medición desde la señal de corrección.
7. Método según la reivindicación 1,
- 60                      en el que se usa una salida representativa de si se detecta la presencia de al menos un pico en el espectro correspondiente a una frecuencia del fenómeno fisiológico periódico para controlar un dispositivo (8, 9, 13) dispuesto para realizar una función condicional al detectar una presencia de al menos un ser vivo de al menos un tipo.
- 65                  8. Método según la reivindicación 7,

en el que la salida se proporciona a un sistema (3, 13) de acceso condicional para su uso en una operación de autenticación.

- 5 9. Método según la reivindicación 1,
- en el que se determina el valor de frecuencia de al menos un pico en el espectro correspondiente a la frecuencia del fenómeno fisiológico periódico y se hace que un sistema (9-12) para proporcionar una salida perceptible adapte su salida dependiendo de la señal de frecuencia.
- 10 10. Método según la reivindicación 1,
- que incluye proporcionar una señal de activación basándose en la señal (28, 30) correspondiente a al menos la variación en el valor promedio que varía con el tiempo de una combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen a un sistema (32, 34, 35) de formación de imágenes.
- 15 11. Método según la reivindicación 1,
- que incluye:
- 20 - seleccionar una pluralidad de zonas (26) de medición;
- para cada zona (26) de medición, obtener una señal representativa de al menos variaciones en un valor promedio que varía con el tiempo de una combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen y determinar el valor de frecuencia de al menos un pico en un espectro de la señal correspondiente a una frecuencia de un fenómeno fisiológico periódico; y
- 25 - detectar cuántos seres vivos están representados en la secuencia de imágenes comparando los valores de frecuencia.
- 30 12. Sistema para procesamiento de imágenes de al menos un ser vivo, que incluye:
- una interfaz (4; 42) para obtener datos representativos de una secuencia (19) de imágenes digitales tomadas en puntos consecutivos en el tiempo; y
- 35 - un sistema (3; 35) de procesamiento de datos de imágenes, configurado para:
- seleccionar al menos una zona (26) de medición que comprende una pluralidad de puntos de imagen; y
- 40 - para cada zona (26) de medición, obtener una señal (28, 30) representativa de al menos variaciones en un valor que varía con el tiempo de una combinación de valores de píxel en al menos varios de los puntos de imagen para su uso en determinar al menos uno de una presencia y un valor de frecuencia de al menos un pico en un espectro de la señal (28, 30) correspondiente a una frecuencia de un fenómeno fisiológico periódico,
- 45 caracterizado porque el sistema (3; 35) de procesamiento de datos de imágenes está configurado para seleccionar automáticamente la al menos una zona de medición y seleccionar la al menos una zona (26) de medición analizando información basándose en datos de píxel de una pluralidad de partes de imagen en al menos una de las imágenes (19), incluyendo cada parte de imagen al menos un punto de imagen, y seleccionar cada zona (26) de medición de partes de imagen contiguas determinadas para tener características similares.
- 50
13. Sistema según la reivindicación 12, configurado para llevar a cabo un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11.
- 55 14. Programa informático que incluye un conjunto de instrucciones que, cuando se incorpora en un medio legible por máquina, puede hacer que un sistema tenga capacidades de procesamiento de información para realizar un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

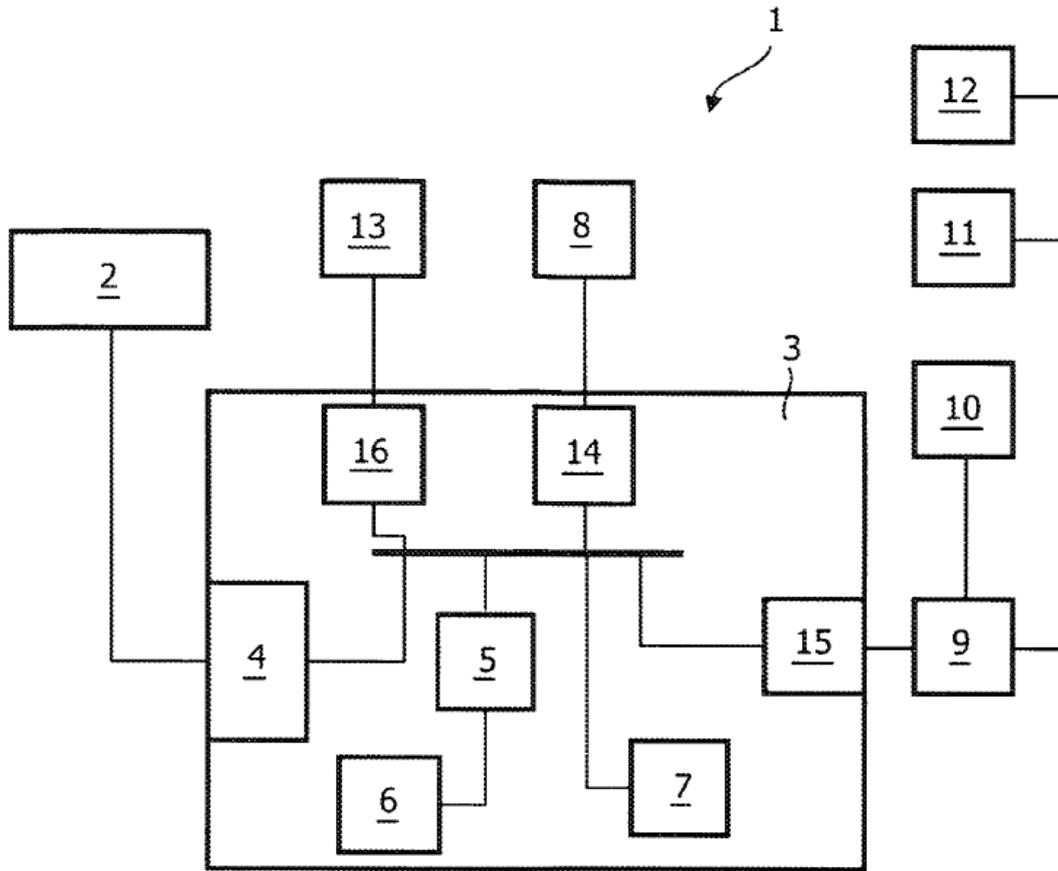


FIG. 1

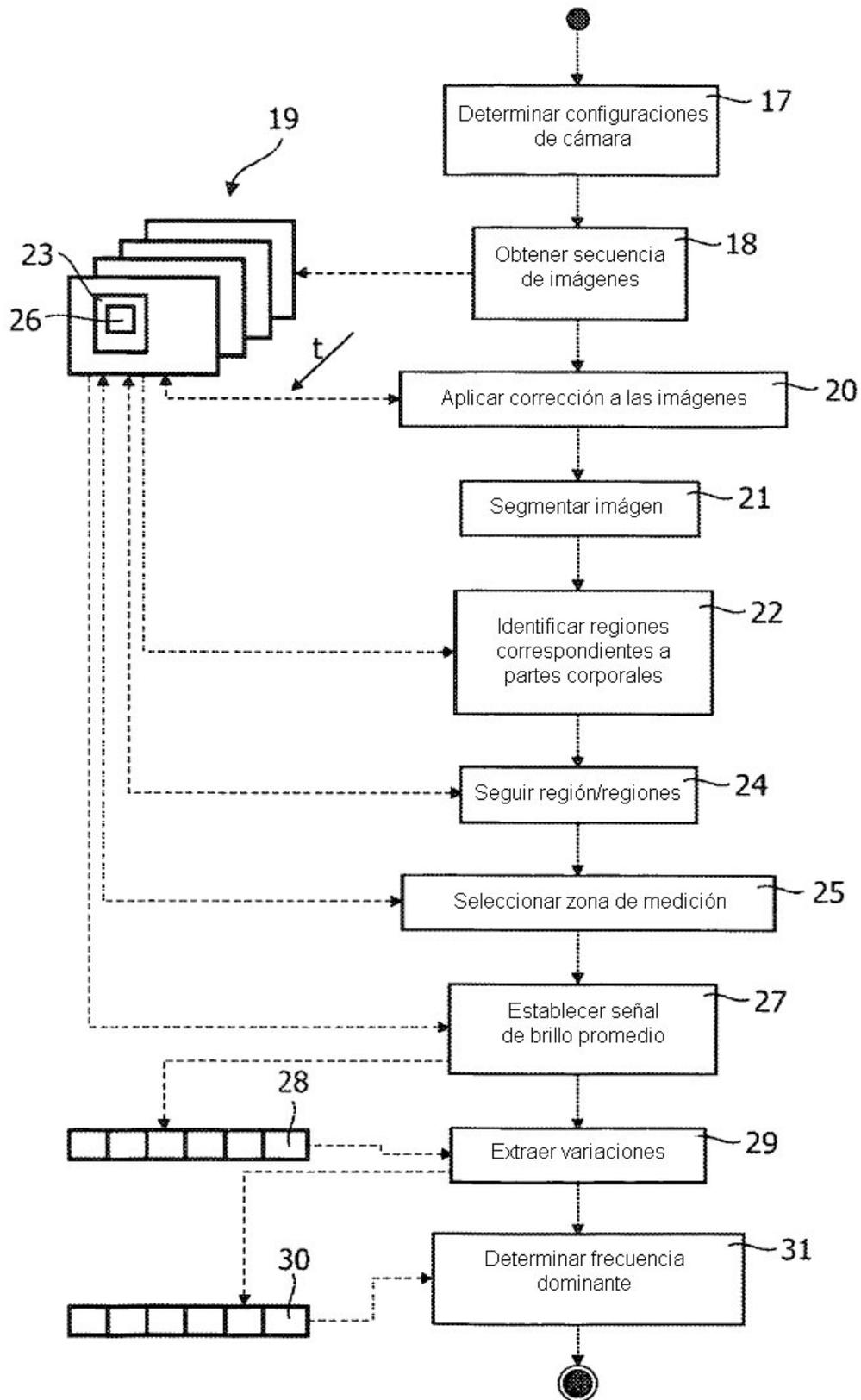


FIG. 2

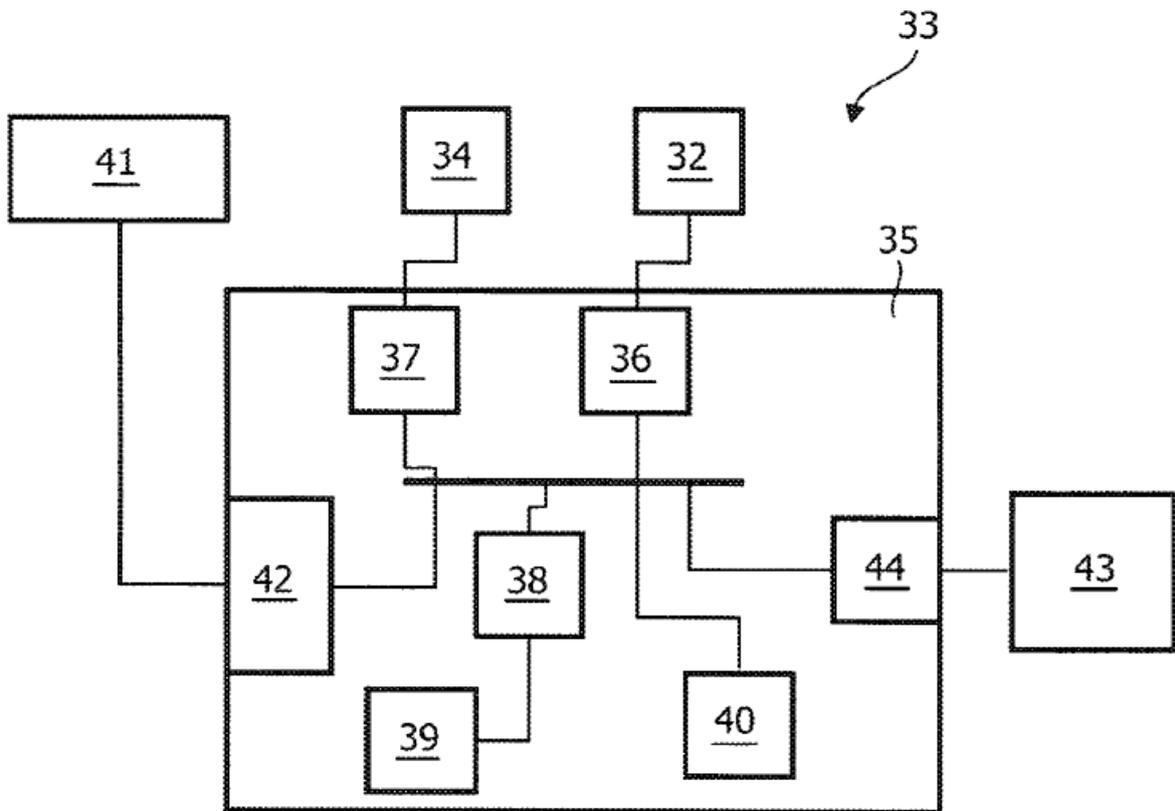


FIG. 3