

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 807**

51 Int. Cl.:

**G08B 21/04** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2021** **E 21187266 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023** **EP 4123613**

54 Título: **Sistema de atención médica a distancia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**03.05.2024**

73 Titular/es:

**TUNSTALL INTEGRATED HEALTH & CARE  
LIMITED (100.0%)  
Whitley Lodge, Whitley Bridge  
Doncaster, Yorkshire DN14 0HR, GB**

72 Inventor/es:

**PARKERPAYNE, TERRY**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 967 807 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

Sistema de atención médica a distancia

### 5 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema de atención médica a distancia y a un método de funcionamiento del mismo. En particular, la presente divulgación se refiere a un sistema de tele asistencia que proporciona cuidado predictivo para un cliente a través de la detección sin contacto de la condición actual del cliente.

### 10 Antecedentes

Los sistemas de atención médica a distancia utilizados en entornos de atención social para monitorear socialmente a un cliente son bien conocidos. Los sistemas típicos incluyen una variedad de sensores portátiles, es decir, sensores de contacto, que recopilan datos sobre el cliente y transmiten esos datos a un sitio de monitoreo remoto, como un centro de llamadas, a través de una unidad central instalada en la vivienda del cliente. Por ejemplo, un sensor podría monitorear la frecuencia respiratoria del cliente, mientras que otro sensor monitorea la frecuencia cardíaca. En caso de una situación de emergencia, como un ataque al corazón (que probablemente activaría tanto un monitor de respiración como de frecuencia cardíaca), se activa una alarma en el centro de llamadas que envía ayuda al cliente correspondiente. A menudo se establece una llamada telefónica entre el centro de llamadas y la unidad central del cliente (que tiene entradas/salidas de audio adecuadas) para que el cliente y el operador del centro de llamadas puedan conversar; por ejemplo, para que el operador pueda proporcionar actualizaciones de estado y tranquilidad al cliente.

La alarma se activa en el centro de llamadas cuando el sensor detecta una señal que supera un umbral predefinido que indica que ha ocurrido o está ocurriendo un evento lo suficientemente grave para el cliente. Una limitación de estos sistemas es que los eventos que no generan una señal del sensor por encima del umbral no se informan, incluso si es un evento que puede estar causando incomodidad y angustia al cliente, lo que requiere que el cliente solicite ayuda manualmente (normalmente el dispositivo portátil incluye un botón de alarma de funcionamiento manual).

Otra limitación es que los sensores solo son operables si el cliente decide llevarlos puestos, lo cual puede no ser siempre el caso, e incluso el cliente puede olvidar llevar el sensor de manera involuntaria. Se apreciará que una situación de emergencia no es detectable en tales escenarios. Algunos sistemas supervisan que los sensores estén siendo utilizados y notifican al cliente si no lo están, pero aún existe un período de inoperatividad durante ese tiempo intermedio.

Por lo tanto, es altamente deseable desarrollar un sistema de atención médica a distancia que supere estas limitaciones.

En el estado de la técnica, el documento US 2021/0169375 discute un sistema de análisis de la función pulmonar que incluye dispositivos de detección de movimiento.

### 45 Resumen

Los ejemplos de realización se han proporcionado con el objetivo de abordar al menos algunas de las dificultades que se encuentran en los sistemas actuales de atención médica a distancia, ya sea que esas dificultades se hayan mencionado específicamente anteriormente o se aprecien de otra manera a partir de la discusión aquí presente.

En particular, el objetivo es permitir el cuidado predictivo que pueda ser utilizada para alertar a los profesionales de la atención telemedicina y al cliente sobre un cambio en las circunstancias actuales que potencialmente podrían ser el precursor de eventos más graves, con el fin de detectar una posible emergencia en sus primeras etapas para buscar la atención adecuada antes de dichos eventos más graves.

Además, se busca eliminar la necesidad de sensores de contacto para monitorear la respiración y la frecuencia cardíaca. En cambio, las realizaciones de ejemplo utilizan una técnica de detección sin contacto.

Es otro objetivo aprovechar el aprendizaje automático para monitorear los datos de los sensores y caracterizar y adaptar con el tiempo la singularidad de cada usuario y, por lo tanto, detectar cualquier desviación de la norma para permitir de manera más rápida el cuidado predictivo y alertar según sea necesario al usuario y a los profesionales de la atención médica a distancia.

La presente invención se define de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Se agradecerán características adicionales de las reivindicaciones dependientes y de la descripción aquí presente.

De esta manera, el cliente puede ser monitoreado de forma sin contacto, no invasiva, e incluso puede ser informado

directamente de una posible emergencia a través de una señal de alerta audible adecuada emitida por ejemplo por altavoces dentro de la vivienda. Así, el cliente puede comportarse dentro de su vivienda sin preocuparse de si llevan puesto un sensor adecuado o si el sensor tiene suficiente carga de batería.

5 Además, emitir una alerta en una etapa temprana de una posible emergencia puede ahorrar tiempo valioso en el envío de ayuda al cliente. De manera adecuada, una señal de alerta emitida a un centro de alarmas remoto puede incluir datos relacionados con el evento de alerta (por ejemplo, datos de patrón, datos de predicción) para que un operador pueda tomar una decisión informada sobre la escalada de la alerta, por ejemplo, para enviar ayuda (es decir, permitiendo al operador tomar una opinión informada y humana sobre la predicción automática).

10 El evento de alerta puede ser cualquier evento adecuado que pueda ser deseable para un operador del sistema de atención médica a distancia - generalmente ubicado en un centro de monitoreo remoto - para conocer. Por ejemplo, el evento de alerta predicho puede ser uno de dificultad para respirar, ataque al corazón, arritmia e infección.

15 El o los patrones que se identifican (y, en consecuencia, los patrones esperados con los que se comparan) pueden corresponder a la frecuencia respiratoria del cliente y/o a la frecuencia cardíaca del cliente. En particular, el patrón puede ser una forma de onda que se determina mediante la medición de las ondas de sonido ultrasónico reflejadas recibidas a una frecuencia de muestreo adecuada. La frecuencia de muestreo puede ser de al menos 100 Hz para medir la frecuencia respiratoria y de al menos 480 Hz para medir la frecuencia cardíaca. La forma de onda puede ser  
20 analizada de manera adecuada utilizando procesamiento digital para extraer la forma de onda del ruido de fondo utilizando ruido ambiental grabado en tiempo real de una pluralidad de dispositivos de entrada de audio.

En un aspecto de la invención se proporciona un programa informático que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo al menos parte del método descrito  
25 anteriormente de manera sustancial.

En un aspecto de la invención se proporciona un sistema de atención médica a distancia dispuesto para implementar las técnicas mencionadas anteriormente. Un sistema de este tipo comprende un módulo de comunicaciones, una o más salidas y entradas de audio, y una unidad de cálculo. El módulo de comunicaciones está  
30 dispuesto para comunicarse con un centro de alarmas remoto. Las salidas de audio están dispuestas para emitir ondas de sonido ultrasónico, y las entradas de audio están dispuestas para recibir las ondas de sonido ultrasónico que se reflejan desde un cliente. La unidad de cálculo está dispuesta para, en tiempo real, identificar un patrón en las ondas de sonido ultrasónico reflejadas que corresponden a los movimientos del pecho del cliente y, en respuesta a determinar que el patrón identificado en tiempo real se desvía de un patrón esperado, predecir un evento de alerta  
35 basado en la desviación. La unidad de cálculo luego puede controlar ya sea una salida de audio (incluyendo la posibilidad de múltiples salidas de audio), o el módulo de comunicaciones, o incluso tanto una salida de audio como un módulo de comunicaciones, para emitir una señal de alerta.

Se apreciará que dicho sistema puede ser implementado por un solo dispositivo que incorpore cada uno de los  
40 elementos principales, cada uno de los elementos puede ser parte de dispositivos separados, o cualquier combinación lógica de los mismos. Por ejemplo, preferiblemente las entradas y salidas de audio se configuran como un tipo de dispositivo, mientras que el módulo de comunicaciones y la unidad de cálculo se disponen juntos en un solo dispositivo. En otro ejemplo, la unidad de cálculo se proporciona como parte de un servidor, por lo tanto, puede que ni siquiera esté alojada dentro de la vivienda del cliente.

45 Breve descripción de las figuras

Para una mejor comprensión de la presente divulgación, se hará referencia únicamente a modo de ejemplo a los  
50 dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 muestra un principio general de uso de ondas sonoras para medir la distancia a un objeto;

La Figura 2 muestra la aplicación de la Figura 1 para medir el desplazamiento del pecho de un cliente;

55 La Figura 3 ilustra una forma de onda de ejemplo que surge al medir el movimiento del pecho;

La Figura 4 muestra el procesamiento digital de una entrada de audio recibida para extraer una forma de onda;

La Figura 5 muestra ejemplos de comparación de una forma de onda desviada con una forma de onda esperada;

60 La Figura 6 resume un método de funcionamiento de un sistema de atención médica a distancia;

La Figura 7 muestra un sistema de atención médica a distancia dispuesto en una vivienda del cliente;

65 La Figura 8 muestra un ejemplo de unidad central de un sistema de atención médica a distancia;

La Figura 9 muestra un ejemplo de una unidad de entrada/salida de audio de un sistema de atención médica a distancia.

#### Descripción detallada

##### Monitoreo sin contacto de un cliente

Una solución al problema de que los clientes no usen un monitor asignado a ellos, o superar los problemas de que los clientes no usen o configuren los dispositivos de manera adecuada para un monitoreo adecuado, es pasar a un sistema de monitoreo sin contacto de los clientes. Además, es deseable que dicho sistema sin contacto sea operable con la menor cantidad de entrada o configuración por parte del cliente posible. Considera que los clientes típicos de los sistemas de atención médica a distancia no son expertos en tecnología, por lo que es deseable reducir la necesidad de interacción del cliente con un dispositivo de monitoreo (por ejemplo, un sensor).

El enfoque para el monitoreo sin contacto adoptado en la presente divulgación es utilizar ondas sonoras (más específicamente ondas ultrasónicas) para medir, en tiempo real, los movimientos en el pecho de un cliente para determinar al menos una de la frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca del cliente.

La frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca proporcionan una indicación útil del estado actual de un cliente porque los cambios en la frecuencia respiratoria y/o cardíaca pueden estar correlacionados con diversas situaciones para las cuales el cliente puede requerir ayuda. Por ejemplo: una frecuencia respiratoria baja puede corresponder a dificultad para respirar, y por lo tanto a movimientos de jadeo; una respiración superficial puede corresponder a un ataque cardíaco inminente; una frecuencia cardíaca errático puede corresponder a arritmia e indicar problemas cardíacos; un aumento en el frecuencia cardíaca y el pulso (especialmente cuando el cliente está en reposo) puede indicar que el cliente tiene una infección o una condición potencialmente más grave; y por supuesto, es extremadamente útil saber si la respiración o el frecuencia cardíaca de un cliente se ha detenido por completo.

La Figura 1 muestra el principio general de utilizar ondas sonoras para medir la posición de un objeto. Aquí se emiten ondas sonoras 10 (a una frecuencia predeterminada) desde un emisor 12 y se reflejan en un objeto 14. Cuando se utiliza en un sistema de atención médica a distancia, el objeto 14 sería el cliente en su domicilio, y se pueden proporcionar más de un emisor y receptor. Las ondas reflejadas 16 son capturadas por un receptor 18 (generalmente incorporado en el mismo dispositivo que el emisor 12 para mayor simplicidad, como se muestra) y un tiempo de vuelo desde la emisión de las ondas emitidas 10 y la recepción de las ondas reflejadas 16 se puede utilizar para determinar la distancia al objeto 14.

La Figura 2 muestra la medición de los movimientos del pecho de un cliente 1 (en un entorno de atención social) basada en la medición de ondas de sonido reflejadas; es decir, la medición del desplazamiento del pecho. La Figura 2A muestra la posición del pecho del cliente 2 después de inhalar. La Figura 2B muestra la posición del pecho del cliente 2 después de exhalar. Medir la posición del pecho del cliente mientras transita entre las posiciones de inhalación y exhalación produce un patrón a partir del cual se puede determinar la frecuencia respiratoria del cliente (es decir, en función del tiempo entre inhalar y exhalar). Más específicamente, la frecuencia respiratoria puede medirse como función del tiempo para buscar cambios en la frecuencia respiratoria.

La fluctuación en la posición del pecho 2, es decir, el movimiento ascendente y descendente del pecho, puede ser medida siempre y cuando se muestree a una frecuencia suficiente; esto se debe a que el movimiento del pecho de un paciente es inherentemente continuo, sin embargo, el análisis de las ondas sonoras reflejadas debe hacerse de manera discreta. El teorema de Nyquist-Shannon establece que para resolver con precisión una señal periódica, esta debe ser muestreada a una frecuencia al menos dos veces mayor que la componente de frecuencia más alta de la forma de onda de la señal en cuestión.

Las tasas de respiración en reposo en los seres humanos suelen estar en el rango de 12-25 respiraciones por minuto 'rpm', siendo que las tasas de respiración bajo estrés no suelen superar las 50 rpm. La tasa de Nyquist para muestrear la respiración normal es, por lo tanto, alrededor de 50 Hertzios 'Hz', y durante el estrés alrededor de 100 Hz. Por lo tanto, al muestrear las ondas sonoras reflejadas desde el pecho del cliente a una frecuencia de al menos 100 Hz, se puede establecer un patrón correspondiente a la frecuencia respiratoria del cliente. Sin embargo, se apreciará que estas tasas de muestreo son mínimas y corresponden a patrones idealizados, repetitivos y estables. La frecuencia respiratoria de un cliente puede no ser necesariamente repetitiva y estable, y puede fluctuar considerablemente, especialmente cuando está en angustia, por lo que en general, cuanto mayor sea la frecuencia de muestreo, mejor.

Otra consideración es que, para resolver adecuadamente el aumento y la disminución del pecho, las ondas sonoras deben tener longitudes de onda del mismo orden (o más cortas) que el aumento y la disminución. Para la mayoría de los adultos, los movimientos del pecho debido a la respiración son de entre 5 y 15 centímetros ('cm'). Sin embargo, se apreciará que aquellos con afecciones pulmonares o capacidad pulmonar generalmente más baja tendrán respiraciones más superficiales y movimientos de pecho correspondientemente más cortos; posiblemente en el rango de alrededor de 1 a 2 centímetros. Por lo tanto, las ondas sonoras deberían tener preferiblemente una

frecuencia de al menos 7 kHz (correspondiente a movimientos del pecho de 5 cm), y aún más preferiblemente de al menos 17 kHz a 34 kHz (correspondiente a movimientos del pecho de 1 a 2 cm).

Se apreciará, sin embargo, que el rango de frecuencias de sonido mencionado se encuentra dentro del espectro audible para los seres humanos (aproximadamente de 20 Hz a 20 000 Hz). La monitorización del cliente utilizando ondas sonoras dentro de este espectro está fuertemente desaconsejada debido al constante zumbido que sería escuchado por el cliente 1.

En cambio, se prefiere que, para la operación continua dentro de una vivienda del cliente, se realice el monitoreo del movimiento del pecho del cliente a frecuencias ultrasónicas (superiores a 20 kHz), que generalmente están por encima del rango de audición de los humanos. Para asegurar adecuadamente que el sonido esté por encima del rango de audición humana, se prefiere además que la monitorización se realice a 22 kHz o más. Adecuadamente, las frecuencias ultrasónicas están muy por encima de las tasas de Nyquist para muestrear el movimiento respiratorio, y también permiten medir movimientos del pecho tan pequeños como 1,5 cm (22 kHz). Ventajosamente, estas frecuencias ultrasónicas se pueden lograr utilizando tecnología de audio común, como altavoces de cono de papel/imán, lo que también permite que estos altavoces se utilicen para la salida de frecuencias audibles normales.

Similar a lo descrito anteriormente, medir el movimiento del pecho del cliente 1 puede proporcionar información sobre la frecuencia cardíaca del cliente; nuevamente, siempre y cuando se muestree y resuelva adecuadamente. Es decir, las desviaciones en la posición del pecho del cliente debido a sus latidos cardíacos generarán un patrón que puede ser analizado para determinar la frecuencia cardíaca del cliente.

Las frecuencias cardíacas humanas típicamente oscilan entre 40 y 150 latidos por minuto (lpm) en adultos y alrededor de 150 a 240 lpm en bebés. La tasa de Nyquist para muestrear la frecuencia cardíaca de un adulto es aproximadamente de 300 Hz, y para los bebés es de hasta aproximadamente 480 Hz.

El rango típico de movimiento del pecho debido a los latidos del corazón está entre 4 milímetros 'mm' y 12 mm. El rango de frecuencia de sonido correspondiente para resolver dicho movimiento es de 28,5 kHz a 86 kHz. Es decir, utilizando ondas sonoras de al menos 86 kHz se debería poder detectar los movimientos del pecho debido a los latidos del corazón de tan solo 4 mm. Las frecuencias por encima de 28,5 kHz ya están muy por encima de las frecuencias audibles y, por lo tanto, son adecuadas para su uso en una vivienda del cliente.

Por lo tanto, se apreciará que el monitoreo de un cliente utilizando ondas de sonido ultrasónico permite medir simultáneamente tanto la frecuencia respiratoria como la frecuencia cardíaca. Preferiblemente, dicho monitoreo debería llevarse a cabo utilizando ondas sonoras de al menos 28,5 kHz, y aún más preferiblemente de al menos 86 kHz. Las frecuencias más cercanas al extremo inferior del rango (es decir, alrededor de 28,5 kHz) pueden lograrse ventajosamente utilizando equipos de audio comunes que también pueden emitir sonidos audibles de frecuencia, como altavoces de cono de papel/imán. Las frecuencias en el extremo superior del rango (es decir, alrededor de 86 kHz) pueden requerir hardware dedicado, como un transductor piezoeléctrico, aunque este enfoque es correspondientemente más costoso.

La Figura 3 es un ejemplo ilustrativo idealizado de un patrón que podría surgir al muestrear adecuadamente el movimiento del pecho de un cliente utilizando ondas ultrasónicas. Más específicamente, la Figura 3 ilustra una forma de onda 20 que se podría esperar al trazar la posición (x) del pecho del cliente en función del tiempo t, basándose en mediciones del tiempo de vuelo de las ondas ultrasónicas. Se apreciará que un desplazamiento de la forma de onda en el eje x (es decir, la distancia desde 0) puede ser utilizado para aproximar una posición general del cliente 1 desde el emisor/receptor 12/18. También se apreciará que se pueden utilizar otros métodos para analizar los patrones en las mediciones de ondas reflejadas sin visualizarlos y analizarlos específicamente como una forma de onda.

La forma de onda 20 es una superposición de una primera forma de onda 22 correspondiente al movimiento respiratorio del pecho y una segunda forma de onda 24 correspondiente al movimiento del latido del corazón. Al analizar adecuadamente la forma de onda superpuesta 20, se pueden extraer detalles relacionados con las formas de onda constituyentes primera y segunda 22 y 24, y determinar así las frecuencias respiratorias y cardíacas correspondientes. Por ejemplo, en la primera forma de onda 22 (correspondiente a la onda sinusoidal más grande en la forma de onda 20), la separación de pico a pico corresponde a una exhalación completa seguida de una inhalación completa. De manera similar, en la segunda forma de onda 24 (correspondiente a la onda sinusoidal más pequeña que sigue a la más grande en la forma de onda 20), la separación de pico a pico corresponde al tiempo entre latidos del corazón.

Se apreciará que, en el uso del mundo real, la forma de onda superpuesta 20, correspondiente a las deflexiones del pecho medidas a partir de las ondas ultrasónicas reflejadas 16, se mezclará con el ruido ambiental del entorno; por ejemplo, ruido de un televisor, teléfono móvil y/o cocina, por mencionar solo algunas posibles fuentes. Por lo tanto, la forma de onda 20 correspondiente al movimiento del pecho típicamente deberá ser extraída de este ruido de fondo (al menos en todos los entornos excepto los más silenciosos). Esto se logra grabando el ruido ambiental utilizando múltiples entradas de audio (por ejemplo, una matriz de micrófonos) y procesándolo digitalmente para eliminar el

ruido no deseado o extraer las formas de onda primera y segunda 22, 24. La matriz de entradas de audio podría ser la misma que, o separada de, las entradas de audio utilizadas para recibir las ondas ultrasónicas reflejadas 16. Además, la matriz de entradas de audio puede formarse como parte de una unidad de dispositivo única (siempre que haya alguna separación espacial de las entradas de audio dentro del dispositivo), o podría estar ubicada en toda la vivienda como parte de dispositivos separados en comunicación entre sí.

La Figura 4 muestra un ejemplo de procesamiento digital para la cancelación de ruido. Una primera señal 26 es una señal recibida por una entrada de audio que actúa como receptor 18 para ondas de sonido ultrasónico. La primera señal 26 comprende ruido 28 y una forma de onda 30 correspondiente a los movimientos del pecho del cliente 1 ocultos dentro del ruido 28. Se forma una segunda señal (de ruido) 32 basada en el audio grabado por una o más entradas de audio adicionales que se invierte; es decir, la segunda señal representa una inversión de la señal de ruido ambiente. Las dos señales 28 y 32 se superponen, lo que resulta en la tercera señal 34, donde se puede observar que la forma de onda 30 ahora se puede resolver encima de una señal de ruido blanco de bajo nivel 36.

#### Predecir un evento de alerta

Obtener información en tiempo real sobre la respiración y la frecuencia cardíaca de un cliente no proporciona por sí misma información útil para predecir un evento de alerta; es decir, una situación relacionada con el cliente que justificaría activar una alarma en un centro de llamadas.

El objetivo del cuidado predictivo es activar una señal de alerta antes de que el evento de alerta se convierta en realidad; por ejemplo, alertar a un centro de alarmas antes de que ocurra un ataque al corazón, en lugar de durante o después (aunque las técnicas actuales también indicarían tales eventos). De esta manera, se pueden ahorrar valiosos segundos al despachar ayuda a un cliente (si es necesario), lo que potencialmente puede salvar vidas.

Para determinar si puede ocurrir un evento de alerta, los datos en tiempo real del movimiento del pecho se comparan con un movimiento normal esperado para el cliente. Dicho de otra manera, los datos actuales del movimiento del pecho derivados de las ondas ultrasónicas reflejadas correspondientes al movimiento del pecho del cliente, se comparan en tiempo real con los datos esperados del movimiento del pecho para el cliente. Las desviaciones en los datos en tiempo real en comparación con los datos esperados se utilizan luego para predecir si es probable que ocurra un evento de alerta.

La Figura 5 muestra ejemplos de una desviación en un patrón actualmente medido respecto a un patrón esperado. Más específicamente, la Figura 5 muestra una comparación de las formas de onda actuales y esperadas para un cliente. Las diversas señales se miden durante 1 minuto (eje x) con una amplitud correspondiente al rango medido del movimiento del pecho. Las señales de gran amplitud corresponden a los movimientos del pecho debido a la respiración. Apenas visibles están las señales de pequeña amplitud que siguen a la onda de gran amplitud y que corresponden a los movimientos del pecho debido a la frecuencia cardíaca. Las señales se separan en el eje y con respecto a un número promedio de latidos por minuto determinado a partir de las señales de pequeña amplitud.

Una forma de onda de referencia 38 representa un patrón "normal" esperado para el cliente 1. A modo de ejemplo, esta forma de onda corresponde aproximadamente a 7,5 respiraciones por minuto y una frecuencia cardíaca promedio de 83 lpm. El análisis de la desviación de otras señales de esta línea base puede ser utilizado para predecir el inicio de un evento de alerta.

Una primera forma de onda 40 corresponde a un primer estado de ejemplo del cliente 1. Aquí se mide al cliente 1 con solo 5 respiraciones por minuto y una frecuencia cardíaca promedio de 77 lpm. Como la frecuencia respiratoria del cliente ha disminuido, esto indica que el cliente podría tener dificultad para respirar y está tomando grandes bocanadas de aire para compensar (correspondiente a mediciones de amplitud del pecho grandes). En tal caso, también puede ser apropiado complementar el análisis con grabación de audio (por ejemplo, a través de la entrada de audio ultrasónico, u otra entrada de audio que se pueda utilizar para la cancelación de ruido) para determinar si el cliente está efectivamente jadeando por aire (y posible asfixia).

Una segunda forma de onda 42 corresponde a un segundo estado de ejemplo del cliente 1. Aquí se mide al cliente 1 con una frecuencia respiratoria de 15 respiraciones por minuto y una frecuencia cardíaca promedio de 86 latidos por minuto. Dado que la frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca del cliente han aumentado moderadamente, esto podría indicar que el cliente 1 está luchando contra una infección.

En tales casos, también puede ser apropiado combinar el análisis de patrones con mediciones absolutas en tiempo real de la posición del cliente con respecto al receptor ultrasónico, para verificar si el cliente se está esforzando al moverse o está en reposo. Dicho de otra manera, se puede analizar la locomoción del cliente. De esta manera se pueden prevenir los falsos positivos. Medir la posición absoluta del cliente también puede ser útil en otras situaciones, no solo para predecir infecciones.

Una tercera forma de onda 44 corresponde a un tercer estado de ejemplo del cliente 1. Aquí se mide al cliente 1 con una frecuencia respiratoria de 30 respiraciones por minuto y una frecuencia cardíaca promedio de 92 latidos por

minuto. La respiración muy superficial del cliente en comparación con la línea de base 38 (indicada por la señal de pequeña amplitud), además de la alta frecuencia respiratoria y cardíaca, puede indicar un precursor de un ataque al corazón.

Se agradecerá que estos sean simplemente ejemplos ilustrativos de la técnica actual, y no limitantes. Se pueden determinar otras tasas promedio de respiración y frecuencia cardíaca para indicar este tipo de eventos de alerta (es decir, situaciones del cliente). Además, otras situaciones pueden determinarse a partir del análisis del patrón. Por ejemplo, una forma de onda de frecuencia cardíaca errático (tal que incluso podría no ser posible determinar con precisión una frecuencia cardíaca promedio) podría indicar que el cliente 1 está sufriendo arritmia. En otro ejemplo, la falta de una frecuencia cardíaca mensurable puede indicar que el corazón del cliente se ha detenido.

Para determinar lo que es normal para un cliente 1, por ejemplo, cuál es la forma de onda base 38 para un cliente en particular, es útil algún tipo de calibración. Preferentemente, el patrón de referencia se actualiza regularmente; es decir, se realiza un reajuste continuo de la línea base. Esto se debe a que lo que se considera "normal" para un cliente 1 cambiará con el tiempo debido a la edad, enfermedad, estado físico, etc.

En un ejemplo, los datos de una ventana de medición en algún momento pasado (una ventana de calibración posterior) pueden ser utilizados para determinar el patrón de referencia. Una ventana de medición de ejemplo es un par de días centrados una semana en el pasado; aunque se apreciará que también se pueden elegir otros valores. Una ventana de calibración posterior proporciona un perfil para el cliente 1, suponiendo que dicha ventana corresponde a lo normal para el cliente. De esta manera, la nueva referencia se realiza automáticamente, sin ninguna participación específica del cliente. De acuerdo con esto, los datos correspondientes a eventos de alerta pueden ser marcados de manera que dichos datos puedan ser fácilmente reconocidos e ignorados si posteriormente caen dentro de la ventana de calibración posterior.

En otro ejemplo, la calibración se realiza midiendo el movimiento del pecho del cliente durante un tiempo específico y/o mientras realiza una tarea específica. Tal enfoque no es generalmente preferido, sin embargo, ya que requerir que un cliente "haga" algo para que la calibración tenga efecto es poco probable que se realice regularmente, incluso si se hace correctamente.

Preferentemente, se realiza el análisis del patrón de movimiento del pecho en tiempo real en comparación con un patrón esperado utilizando un algoritmo adecuado de Aprendizaje Automático 'ML' implementado en un ordenador adecuada (o red de dispositivos informáticos). En comparación con los algoritmos de software normales, el aprendizaje automático (ML) proporciona ventajas significativas para clasificar rápidamente ciertas formas de onda como relacionadas con una determinada condición. Más específicamente, se puede utilizar un algoritmo de aprendizaje automático de tipo clasificación para clasificar una forma de onda particular (que es una desviación de la forma de onda de referencia) como producida por una condición particular que afecta al cliente (es decir, que daría lugar a un evento de alerta).

Siguiendo la misma línea, un algoritmo de aprendizaje automático puede ser capaz de identificar más fácilmente ciertos patrones como relacionados con una actividad específica que no corresponde a un evento de alerta. Es decir, además de clasificar las formas de onda para predecir eventos de alerta, el algoritmo de ML puede clasificar formas de onda que no corresponden a un evento de alerta. Considera que la respiración y la frecuencia cardíaca del cliente es probable que aumenten en grados medibles al realizar ciertas tareas 'normales' como hacer ejercicio, levantarse y sentarse, y moverse por la vivienda. Además, los eventos que se clasifican como eventos no alerta pueden ser marcados y excluidos de la calibración si caen dentro de la ventana de calibración, por lo que el movimiento 'normal' del pecho para un cliente puede establecerse mejor (es decir, excluyendo datos anómalos correspondientes a la actividad).

Se apreciará, por supuesto, que también se podrían utilizar algoritmos de software normales (no de aprendizaje automático), implementados en una arquitectura informática adecuada.

En respuesta a la determinación de que hay una desviación del patrón de movimiento del pecho en tiempo real, y la correlación de ese patrón desviado con un evento de alerta (es decir, la predicción de una condición deteriorada del cliente 1), se emite una señal de alerta. La señal de alerta puede ser emitida al cliente 1, a un centro de alarmas (para ser recibida por un operador allí), y/o a ambos.

En un ejemplo, una señal de alerta emitida al cliente puede tomar la forma de una comunicación de voz, por ejemplo, utilizando un dispositivo de salida de audio adecuado proporcionado dentro de la vivienda del cliente (que incluso puede ser el emisor ultrasónico que opera en rangos de frecuencia audibles). Esto podría ser información específica sobre el tipo de evento que se está detectando, o una instrucción más general para contactar el centro de alarmas/llamadas. En otro ejemplo, la alerta al cliente puede ser una señal transmitida a un dispositivo portátil de cuidado social (como un disparador de alarma) que hace que se encienda una luz, o parpadee periódicamente, etc., para informar al cliente que se ha detectado una respiración o frecuencia cardíaca anormal; el cliente puede ser entrenado para reconocer que la luz significa que se ha detectado un estado anormal y contactar al centro de alarmas/llamadas en consecuencia.

En un ejemplo, una señal de alerta emitida al centro de alarmas puede ser una notificación de alarma que incluye información sobre el cliente y el evento de alerta que se está prediciendo, mediante la cual se informa a un operador que se ha detectado una condición potencialmente deteriorante del cliente 1. Además de la notificación de alarma, la señal de alerta puede incluir datos relacionados con el evento de alerta predicho; por ejemplo, la señal de alerta puede incluir datos sobre la forma de onda medida que dio lugar a la predicción, una grabación de sonido capturada por entradas de audio en la vivienda del cliente y/o datos de video capturados por un dispositivo de cámara dentro de la vivienda del cliente. De esta manera, se puede proporcionar al operador del centro de alarmas información adicional sobre la cual basar un curso de acción apropiado.

Por ejemplo, en respuesta a recibir la señal de alerta, un operador en el centro de alarmas puede contactar al cliente para determinar si el cliente está, por ejemplo, con dolor, angustiado, sintiéndose mal o de alguna otra manera afectado. El operador también puede enviar ayuda al cliente, como cuidadores en el lugar, socorristas, paramédicos, etc., ya sea antes o después de contactar al cliente (o incluso sin contactar al cliente en absoluto). Enviar ayuda de inmediato puede ser apropiado en situaciones donde se está predecir un evento de alerta grave, por lo que es vital que la ayuda llegue al cliente sin demora.

Se apreciará que la notificación de la señal de alerta puede ser gestionada utilizando software adecuado y módulos de computación y comunicación.

La Figura 6 resume un método de funcionamiento de un sistema de atención médica a distancia coherente con las técnicas divulgadas anteriormente. En el paso 601, se emiten ondas ultrasónicas desde una unidad de salida adecuada dentro de la vivienda del cliente. En el paso 602, las ondas ultrasónicas que han sido reflejadas por un cliente y recibidas por una unidad de entrada adecuada, se analizan en tiempo real para identificar un patrón correspondiente a los movimientos del pecho del cliente. En el paso 603, se determina una desviación del patrón identificado en tiempo real con respecto a un patrón esperado. En el paso 604, se predice un evento de alerta basado en el patrón desviado. En el paso 605, se emite una señal de alerta adecuada.

#### Sistema de atención médica a distancia de ejemplo

La Figura 7 muestra un ejemplo de instalación (o sistema) de atención médica a distancia 100, dispuesto dentro de la vivienda 1 de un cliente. La Figura 8 ilustra una unidad central de ejemplo 110 compatible con el sistema 100. La Figura 9 ilustra una unidad de entrada/salida de audio 'IO' 120 compatible con el sistema 100.

El sistema 100 comprende un módulo de comunicaciones 112 dispuesto para comunicarse con un centro de alarmas remoto (no mostrado). El módulo de comunicaciones 112 está configurado para establecer comunicación con el centro de alarmas utilizando una red de comunicación adecuada; por ejemplo, y sin limitación, una red telefónica conmutada pública 'PSTN', Voz sobre Protocolo de Internet 'VoIP' y/o una red de telecomunicaciones celular.

Aquí el módulo de comunicaciones 112 está configurado como parte de la unidad central 110. La unidad central 110 puede estar configurada para recibir una señal de alarma de un dispositivo de activación de alarma social que se puede llevar puesto por un cliente 2. Como será familiar para aquellos en la técnica, el dispositivo de activación de alarma social puede transmitir una señal de radiofrecuencia a la unidad central 110 en respuesta a un evento como la caída de un cliente, y a su vez, la unidad central 110 puede activar una alarma en el centro de alarmas.

El sistema 100 también comprende una o más entradas de audio 122 (es decir, receptores ultrasónicos 18) y una o más salidas de audio 124 (es decir, emisores ultrasónicos 12); por ejemplo, uno o más altavoces (salidas) y uno o más micrófonos (entradas). Aquí las entradas de audio 122 y salidas 124 están configuradas como parte de uno o más dispositivos de entrada/salida de audio 120 (se muestran dos de estos dispositivos en la Figura 7). Los dispositivos de entrada/salida de audio 120 se distribuyen preferentemente por toda la vivienda 1, es decir, están alejados de la unidad central 110, para proporcionar cobertura de audio en toda la vivienda, especialmente cuando esta tiene habitaciones separadas y distintas (como suele ser el caso). De manera adecuada, los dispositivos de entrada/salida de audio 120 están dispuestos para comunicarse electrónicamente con la unidad central 110 (ya sea por cable o de forma inalámbrica) para facilitar la transferencia de datos entre los dispositivos.

En otro ejemplo, se pueden proporcionar entrada(s) de audio 122 y salida(s) 124 como parte de la unidad central 110, ya sea además de o en lugar de los dispositivos de entrada/salida de audio 120. En otro ejemplo, las entradas y salidas de audio pueden implementarse como dispositivos separados; este tipo de disposición puede ser beneficioso si se desea mover equipos de altavoces voluminosos a estanterías en los bordes de la vivienda 1, pero es deseable tener micrófonos más centrados dentro de la vivienda 1 (por ejemplo, en una mesa de café).

Las salidas de audio 124 están configuradas para emitir ondas de sonido ultrasónico mientras que las entradas de audio 122 están configuradas para recibir ondas de sonido ultrasónico. Más específicamente, las entradas de audio 122 están dispuestas para recibir el sonido ultrasónico 16 reflejado desde el cliente 2; es decir, recibir y medir el sonido ultrasónico en las frecuencias emitidas por la(s) salida(s) 124. En este ejemplo, las salidas de audio pueden emitir sonido en un rango de frecuencia entre 22 kHz y 28,5 kHz. Es decir, un rango de frecuencia que esté adecuadamente por encima de las frecuencias audibles pero que sea posible de producir utilizando altavoces



comunes de cono de papel/imán, y que pueda ser adecuado para detectar tanto la frecuencia respiratoria como la frecuencia cardíaca del cliente 1.

5 El sistema 100 comprende una unidad de cálculo 114 dispuesta para identificar un patrón en las ondas de sonido ultrasónico reflejadas que corresponden a los movimientos del pecho del cliente del cliente 2. Preferiblemente, el patrón se identifica en tiempo sustancialmente real (es decir, con el menor retraso posible entre la recepción de las ondas ultrasónicas reflejadas y el análisis de los datos correspondientes para identificar un patrón).

10 La unidad de cálculo 114 está configurada para determinar si el patrón identificado en tiempo real se desvía de un patrón de movimiento esperado del pecho del cliente. Si es así, la unidad de cálculo 114 está dispuesta a predecir un evento de alerta basado en la desviación detectada y controlar el módulo de comunicaciones 112 para emitir una señal de alerta.

15 En otras palabras, la unidad de cálculo 114 está dispuesta para realizar las técnicas de monitoreo de clientes sin contacto descritas anteriormente.

20 En un ejemplo preferido, la unidad de cálculo 114 está configurada como parte de la unidad central 110. De esta manera, la conexión al módulo de comunicaciones 112 se logra de manera más fácil, e incluso podría configurarse para ser controlada por el mismo procesador. Beneficiosamente, un solo dispositivo puede tanto analizar los datos ultrasónicos como emitir una señal de alerta al centro de alarmas remoto, lo cual reduce los posibles puntos de fallo en el sistema (proporcionando así robustez) y beneficiosamente asegura que los datos del cliente no tengan que ser transferidos fuera del dispositivo (excepto cuando se incluyen opcionalmente como parte de una señal de alarma). Los dispositivos de entrada/salida de audio 120 pueden enviar datos correspondientes a las ondas de sonido ultrasónico recibidas a través de un módulo de comunicaciones incorporado 126 a la unidad central 110 a través de su módulo de comunicaciones 112.

30 En otro ejemplo, cada uno de los dispositivos de entrada/salida de audio 120 puede estar provisto de una unidad de cálculo 128 configurada de manera adecuada (es decir, un procesador) para analizar ondas ultrasónicas específicamente recibidas por una entrada de audio 122 asociada con ese dispositivo de entrada/salida de audio 120 en particular (y también para controlar la salida ultrasónica a través de la salida 124). Los dispositivos de entrada/salida de audio pueden comunicar los datos procesados a la unidad central 110, o enviar una notificación a la unidad central 110 indicando que debe emitir una alerta.

35 En otro ejemplo, la unidad de cálculo 114 puede ser proporcionada como parte de un servidor remoto que está configurado para recibir y procesar las mediciones de ondas ultrasónicas de las entradas de audio del sistema 122. El servidor puede recibir datos directamente de las entradas de audio si los dispositivos de entrada/salida 120 han sido provistos de una conexión de red adecuada (por ejemplo, internet), o puede recibir datos de la unidad central 110 (por ejemplo, a través del módulo de comunicaciones 112) si los datos de entrada de audio se transfieren primero a la unidad central 110 desde los dispositivos de entrada/salida 120.

40 La señal de alerta puede adoptar diversas formas. En un ejemplo, la señal de alerta puede ser una alerta de audio emitida a través de las mismas salidas de audio 124 que actúan como emisores ultrasónicos. Por ejemplo, la señal de alerta puede ser una advertencia de voz grabada que se emite a través de los dispositivos de entrada/salida 120 y tiene como objetivo alertar al cliente 2 sobre una posible situación médica. En otro ejemplo, la señal de alerta puede ser una notificación de alarma emitida a un operador del centro de alarmas remoto a través del módulo de comunicaciones 112.

50 En resumen, se han descrito ejemplos de realizaciones mejoradas de un sistema de atención médica a distancia que monitorea sin contacto el bienestar de un cliente. En particular, las realizaciones ejemplares monitorean la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria para identificar eventos que justifiquen una alerta a un centro de alarmas remoto, a veces denominados eventos de emergencia, como un ataque al corazón, en una etapa temprana del evento, es decir, antes de que las técnicas existentes para monitorear a un cliente registren un problema y emitan una alarma. Adecuadamente, se pueden ahorrar valiosos segundos e incluso minutos al activar una alarma y enviar ayuda a un cliente.

55 El sistema y sus componentes pueden ser fabricados industrialmente. Una aplicación industrial de los ejemplos descritos será evidente a partir de la discusión en la presente memoria.

60 Como se apreciará por parte de un experto en la técnica, las técnicas actuales pueden ser incorporadas como un sistema, método o producto de programa informático. De acuerdo con esto, los aspectos de las técnicas descritas en la presente memoria pueden adoptar la forma de una realización completamente de hardware, una realización completamente de software o una realización que combina aspectos de software y hardware.

65 Además, las técnicas actuales pueden adoptar la forma de un producto de programa informático incorporado en un medio legible por ordenador que tiene código de programa legible por ordenador incorporado en él. El medio legible por ordenador puede ser un medio de señal legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible por

ordenador. Un medio legible por ordenador puede ser, por ejemplo, pero no se limita a, un sistema, aparato o dispositivo electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor, o cualquier combinación adecuada de los anteriores.

- 5 El código de programa informático para llevar a cabo las operaciones de las técnicas actuales puede estar escrito en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo lenguajes de programación orientados a objetos y lenguajes de programación procedurales convencionales. Los componentes de código pueden ser incorporados como procedimientos, métodos u otros similares, y pueden incluir subcomponentes que pueden adoptar la forma de instrucciones o secuencias de instrucciones en cualquier nivel de abstracción, desde las instrucciones de máquina directas de un conjunto de instrucciones nativo hasta construcciones de lenguaje compilado o interpretado de alto nivel.

10 Las realizaciones de las técnicas actuales también proporcionan un soporte de datos no transitorio que lleva un código que, cuando se implementa en un procesador, hace que el procesador lleve a cabo cualquiera de los métodos descritos en la presente memoria.

15 Las técnicas además proporcionan código de control del procesador para implementar los métodos descritos anteriormente, por ejemplo, en un sistema informático de propósito general o en un procesador de señal digital (DSP). Las técnicas también proporcionan un portador que lleva un código de control de procesador para, al ejecutarse, implementar cualquiera de los métodos anteriores, en particular en un portador de datos no transitorio. El código puede ser proporcionado en un soporte como un disco, un microprocesador, un CD o DVD-ROM, una memoria programada como una memoria no volátil (por ejemplo, Flash) o una memoria de solo lectura (microprograma), o en un soporte de datos como un soporte de señal óptica o eléctrica. El código (y/o los datos) para implementar las realizaciones de las técnicas descritas en la presente memoria puede incluir código fuente, objeto o ejecutable en un lenguaje de programación convencional (interpretado o compilado) como Python, C o código ensamblador, código para configurar o controlar un ASIC (Circuito Integrado de Aplicación Específica) o FPGA (Matriz de Puertas Programable en Campo), o código para un lenguaje de descripción de hardware como Verilog (RTM) o VHDL (Lenguaje de Descripción de Hardware de Circuitos Integrados de Alta Velocidad). Como apreciará el experto, dicho código y/o datos pueden distribuirse entre una pluralidad de componentes acoplados en comunicación entre sí. Las técnicas pueden comprender un controlador que incluye un microprocesador, memoria de trabajo y memoria de programa acoplados a uno o más de los componentes del sistema.

También quedará claro para un experto en la técnica que todo o parte de un método lógico de acuerdo con las realizaciones de las técnicas actuales puede ser adecuadamente incorporado en un aparato lógico que comprenda elementos lógicos para llevar a cabo los pasos de los métodos descritos anteriormente, y que dichos elementos lógicos pueden incluir componentes como compuertas lógicas en, por ejemplo, una matriz lógica programable o un circuito integrado de aplicación específica. Tal disposición lógica puede ser además incorporada en elementos habilitadores para establecer temporal o permanentemente estructuras lógicas en tal conjunto o circuito utilizando, por ejemplo, un lenguaje de descripción de hardware virtual, que puede ser almacenado y transmitido utilizando medios portadores fijos o transmisibles.

En una realización, las técnicas actuales pueden ser materializadas en forma de un soporte de datos que contiene datos funcionales, dichos datos funcionales comprenden estructuras de datos informáticos funcionales que, cuando se cargan en un sistema informático o una red y se operan en ellos, permiten que dicho sistema informático realice todos los pasos de los métodos descritos en la presente memoria.

Los métodos descritos en la presente memoria pueden ser realizados total o parcialmente en un aparato, es decir, un dispositivo electrónico, utilizando un modelo de aprendizaje automático o inteligencia artificial. Una función asociada con IA puede ser realizada a través de la memoria no volátil, la memoria volátil y el procesador. El modelo de IA puede ser procesado por un procesador dedicado a la inteligencia artificial diseñado en una estructura de hardware especificada para el procesamiento de modelos de inteligencia artificial. El procesador puede incluir uno o varios procesadores. En este momento, uno o varios procesadores pueden ser un procesador de propósito general, como una unidad central de procesamiento (CPU), un procesador de aplicaciones (AP), o similar, una unidad de procesamiento exclusivamente gráfica, como una unidad de procesamiento gráfico (GPU), una unidad de procesamiento visual (VPU), y/o un procesador dedicado a la inteligencia artificial, como una unidad de procesamiento neuronal (NPU). El uno o una pluralidad de procesadores controlan el procesamiento de los datos de entrada de acuerdo con una regla de funcionamiento predefinida o un modelo de inteligencia artificial (IA) almacenado en la memoria no volátil y la memoria volátil.

La regla de funcionamiento predefinida o el modelo de inteligencia artificial se proporciona a través de entrenamiento o aprendizaje. Aquí, ser proporcionado a través de medios de aprendizaje significa que, al aplicar un algoritmo de aprendizaje a una pluralidad de datos de aprendizaje, se crea una regla de funcionamiento predefinida o un modelo de IA de una característica deseada. El aprendizaje puede llevarse a cabo en el propio dispositivo en donde IA, de acuerdo con una realización, se lleva a cabo, y/o puede implementarse a través de un servidor/sistema separado. El algoritmo de aprendizaje es un método para entrenar un dispositivo objetivo predeterminado (por ejemplo, un robot) utilizando una pluralidad de datos de aprendizaje para hacer que el dispositivo objetivo realice una determinación o

predicción. Ejemplos de algoritmos de aprendizaje incluyen, pero no se limitan a, aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado, aprendizaje semi-supervisado o aprendizaje por refuerzo.

5 El modelo de inteligencia artificial puede incluir una pluralidad de capas de redes neuronales. Cada una de las múltiples capas de la red neuronal incluye una pluralidad de valores de peso y realiza cálculos de la red neuronal mediante el cálculo entre el resultado de los cálculos de una capa anterior y la pluralidad de valores de peso. Ejemplos de redes neuronales incluyen, pero no se limitan a, la red neuronal convolucional (CNN), la red neuronal profunda (DNN), la red neuronal recurrente (RNN), la máquina de Boltzmann restringida (RBM), la red de creencia profunda (DBN), la red neuronal profunda bidireccional recurrente (BRDNN), las redes generativas adversarias 10 (GAN) y las redes Q profundas.

Aunque se han mostrado y descrito las realizaciones preferentes de la presente invención, se apreciará por parte de aquellos expertos en la técnica que se pueden realizar cambios sin apartarse del ámbito de la invención tal como se define en las reivindicaciones. 15

# REIVINDICACIONES

1. Un método de funcionamiento de un sistema de atención médica a distancia (100), que comprende:  
5           analizar las ondas de sonido ultrasónico (16) reflejadas desde un cliente (1) para identificar, en tiempo real, un patrón en las ondas de sonido ultrasónico (16) reflejadas que corresponde a los movimientos del pecho del cliente (1), y  
              en respuesta a la determinación de una desviación en el patrón identificado en tiempo real (40, 42, 44) con respecto a un patrón esperado (38), predecir un evento de alerta basado en la desviación y emitir una  
10           señal de alerta,  
              en donde la predicción del evento de alerta se basa además en el ruido ambiental grabado sustancialmente de forma simultánea con las ondas de sonido ultrasónico reflejadas (16) que se analizan.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el patrón identificado en tiempo real (40, 42, 44) y el patrón esperado (38) corresponden a los movimientos del pecho que surgen de la frecuencia respiratoria del cliente (1).
3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el patrón identificado en tiempo real (40, 42, 44) y el patrón esperado (38) corresponden a los movimientos del pecho que surgen de la frecuencia cardíaca del cliente (1).
4. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el patrón es una forma de onda.
5. El método de la reivindicación 4, en donde el análisis de las ondas de sonido ultrasónico incluye el procesamiento digital para extraer la forma de onda del ruido de fondo utilizando el ruido ambiental grabado en tiempo real de una pluralidad de dispositivos de entrada de audio.
6. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la predicción de un evento de alerta se basa además en medir la locomoción del cliente (1).
7. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el patrón esperado (38) se determina a partir de datos históricos de ondas de sonido ultrasónico (16) reflejadas desde el cliente (1).
8. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la predicción de un evento de alerta basado en la desviación incluye verificar si la desviación corresponde a un evento que no es de alerta, como una actividad normal realizada por el cliente (1).
9. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el evento de alerta predicho incluye al menos uno de dificultad para respirar, ataque al corazón, arritmia e infección.
10. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde emitir la señal de alerta incluye emitir una advertencia audible al cliente (1).
11. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde emitir la señal de alerta incluye transmitir una notificación de alarma a un centro de alarmas junto con los datos correspondientes al patrón identificado en el que se basa el evento de alerta predicho.
12. El método de la reivindicación 11 además comprende, en respuesta a recibir la notificación de alarma por parte del centro de alarmas, enviar ayuda al cliente (1).
13. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
14. Un sistema de atención médica a distancia (100), que comprende:  
55           un módulo de comunicaciones (112) dispuesto para comunicarse con un centro de alarmas remoto.  
              una o más salidas de audio (120) dispuestas para emitir ondas de sonido ultrasónico (10), una o más entradas de audio (120) dispuestas para recibir ondas de sonido ultrasónico (16) reflejadas desde un cliente (1), y una o más entradas de audio dispuestas para grabar audio ambiente de manera sustancialmente simultánea con las ondas de sonido ultrasónico reflejadas (16), y  
60           una unidad de cálculo (114) dispuesta para, en tiempo real, identificar un patrón en las ondas de sonido ultrasónico reflejadas (16) correspondientes a los movimientos del pecho del cliente (1) y, en respuesta a determinar que el patrón identificado en tiempo real (40, 42, 44) desviar un patrón esperado (38), predecir un evento de alerta basado en la desviación y el ruido ambiental grabado sustancialmente de forma simultánea con las ondas de sonido ultrasónico reflejadas (16), y controlar al menos uno de una salida de  
65           audio y el módulo de comunicaciones (112) para emitir una señal de alerta.

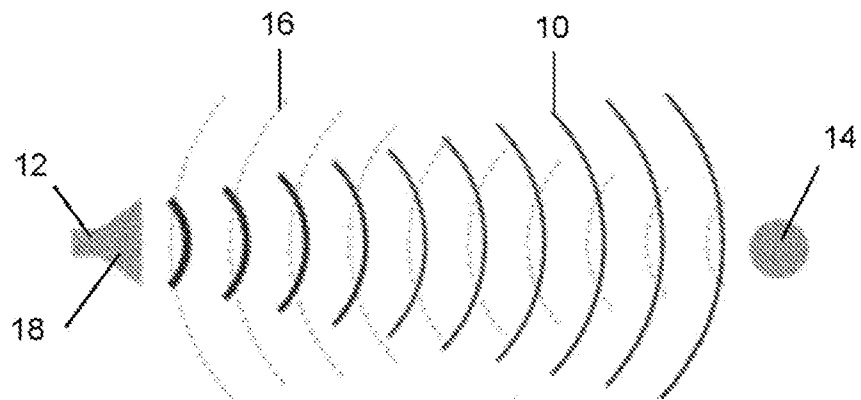


Figura 1

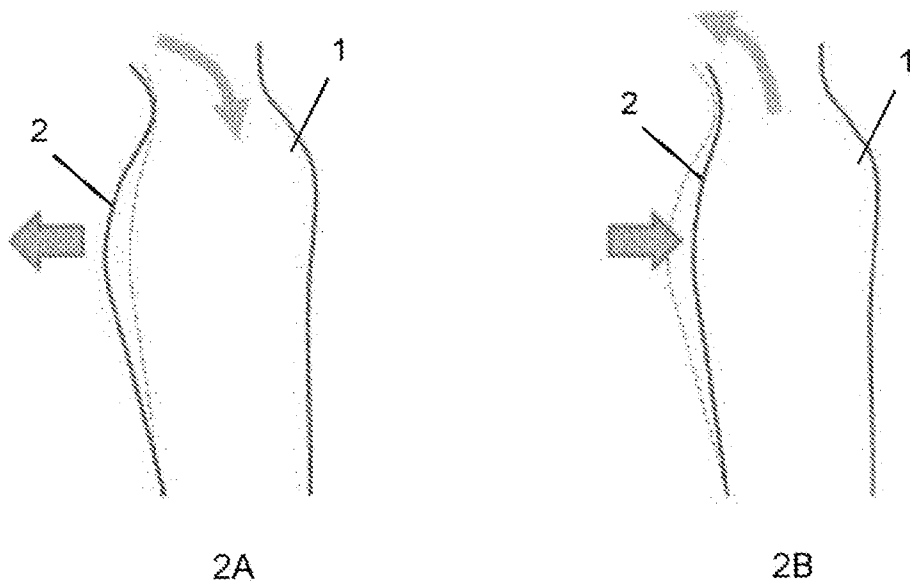


Figura 2

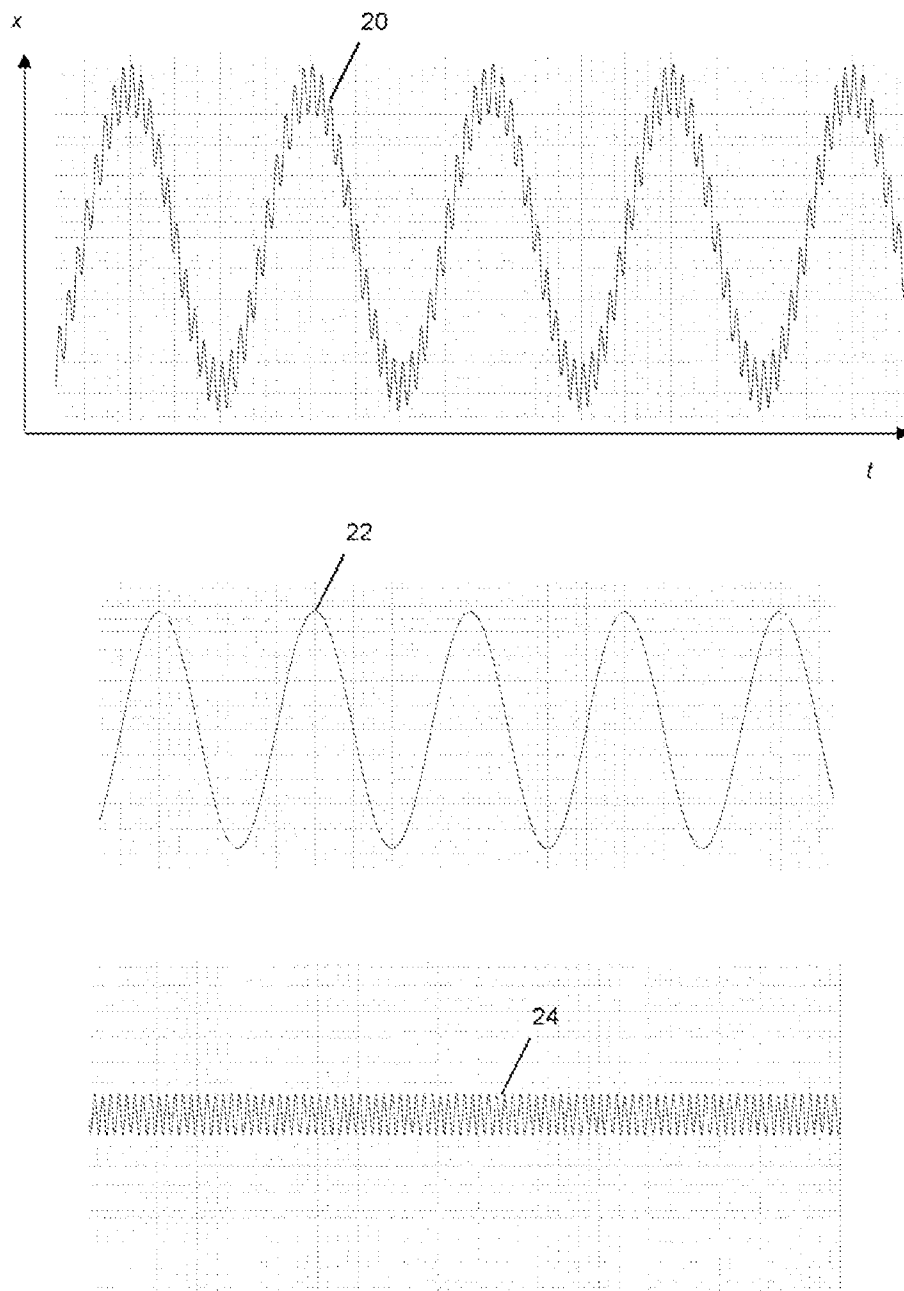


Figura 3

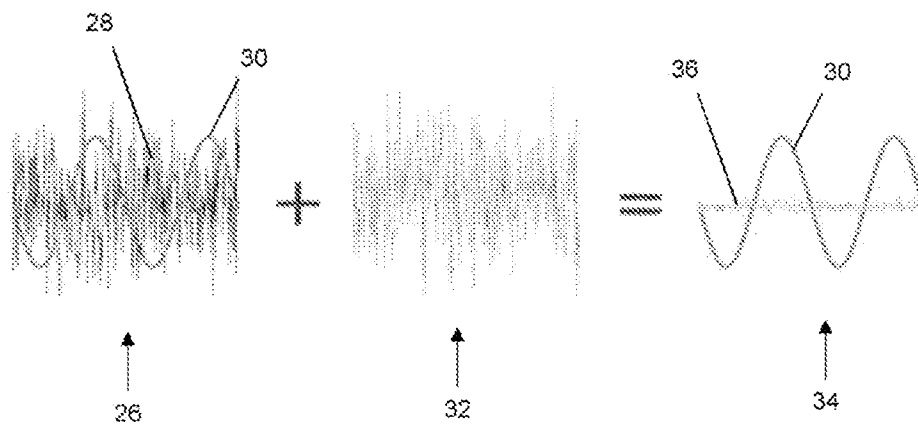


Figura 4

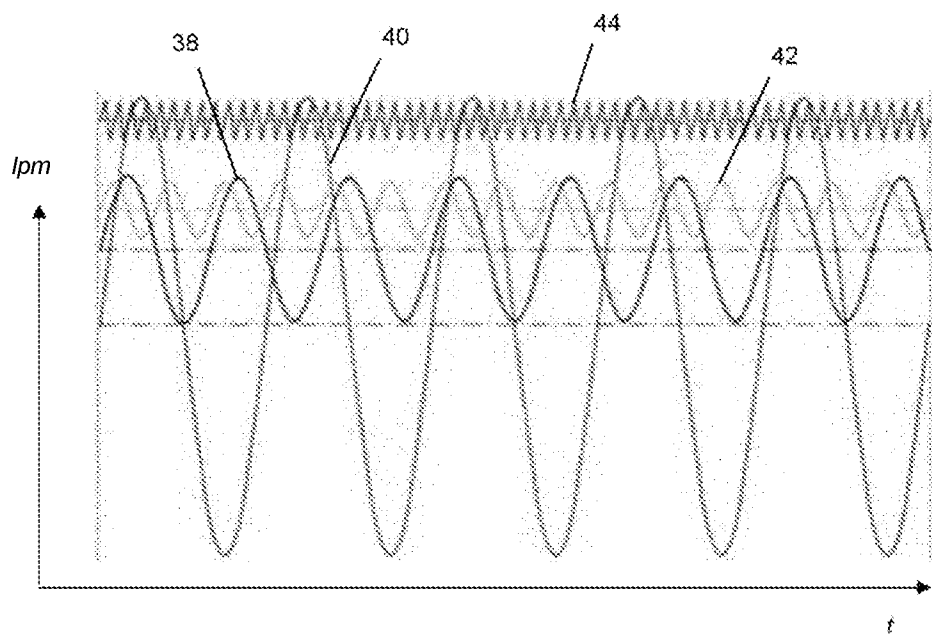


Figura 5

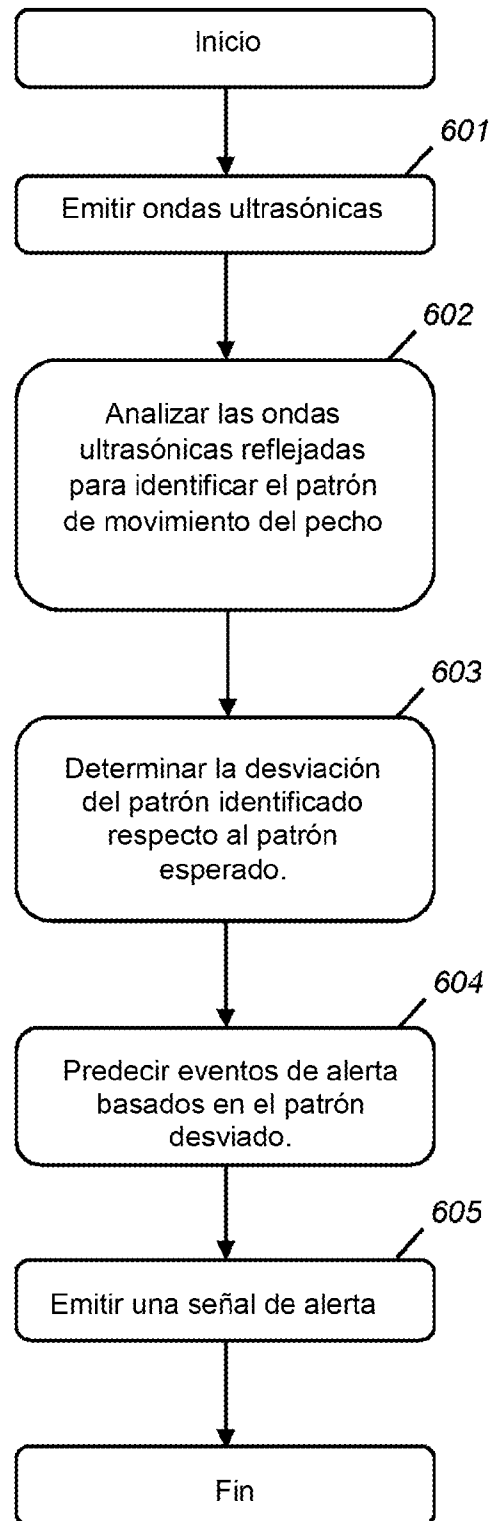


Figura 6



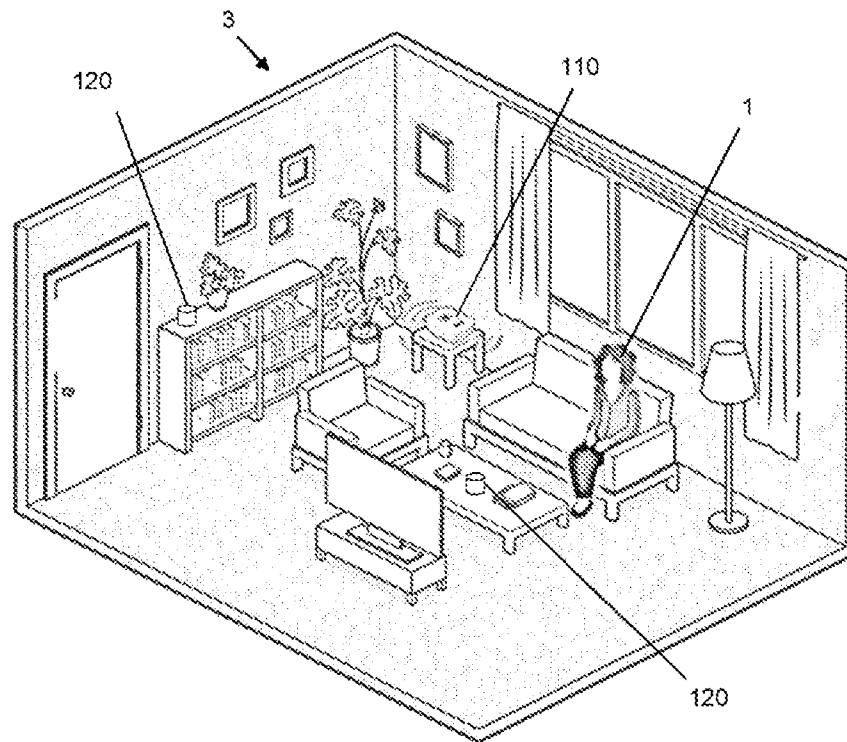


Figura 7

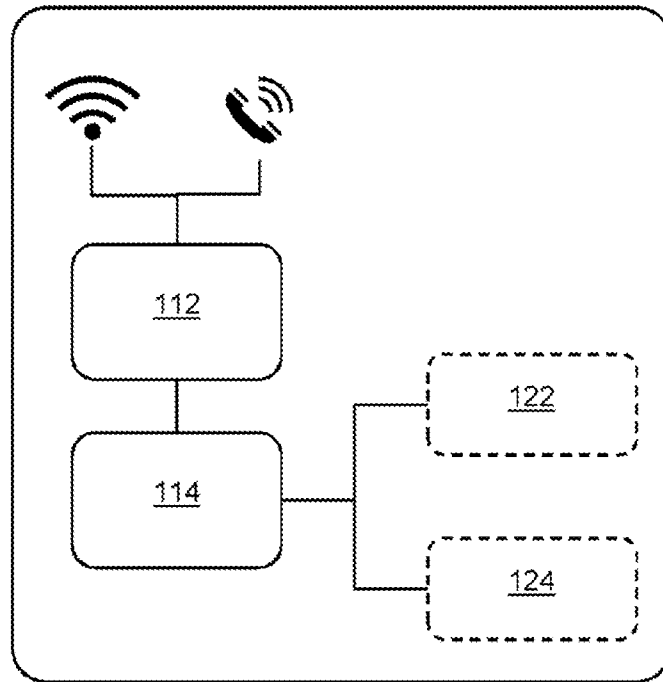


Figura 8

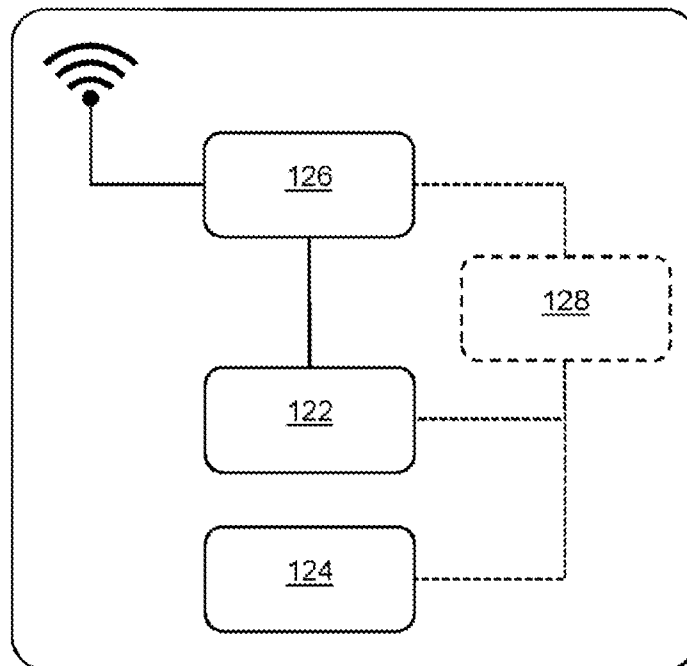


Figura 9