

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 492**

51 Int. Cl.:

H04M 9/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.05.2014 PCT/US2014/039869**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.12.2014 WO2014194009**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2014 E 14733860 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2982102**

54 Título: **Supresión de eco**

30 Prioridad:

31.05.2013 GB 201309779
28.08.2013 US 201314012786

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

24.05.2017

73 Titular/es:

MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC
(100.0%)
One Microsoft Way
Redmond, WA 98052, US

72 Inventor/es:

AHGREN, PER

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 613 492 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

Supresión de eco

5 **Antecedentes**

Un dispositivo puede tener un aparato de entrada audio que puede ser usado para recibir señales audio del entorno circundante. El dispositivo también puede tener un aparato de salida audio que puede ser usado para emitir señales audio al entorno circundante. Por ejemplo, un dispositivo puede tener uno o varios altavoces para enviar señales audio y uno o varios micrófonos para recibir señales audio. Las señales audio que son emitidas por el o los altavoces del dispositivo pueden recibirse como “eco” en la señal audio recibida por el (los) micrófono(s). Puede darse el caso de que este eco no sea deseable en la señal audio recibida. Por ejemplo, el dispositivo puede ser un dispositivo de usuario (tal como un teléfono móvil, tableta, ordenador portátil, PC, etc) que se usa en un evento de comunicación, tal como una llamada audio o vídeo, con otro dispositivo de usuario por una red. Las señales de extremo lejano de la llamada pueden ser emitidas por el altavoz del dispositivo de usuario y pueden ser recibidas como eco en las señales audio recibidas por el micrófono en el dispositivo. Tal eco puede ser perturbador para los usuarios de la llamada, y la calidad percibida de la llamada se puede reducir debido al eco. En particular, el eco puede producir interferencia para señales audio de extremo próximo destinadas a ser recibidas por el micrófono y transmitidas al extremo lejano en la llamada. Por lo tanto, se puede aplicar cancelación de eco y/o supresión de eco a las señales audio recibidas para suprimir por ello el eco en la señal audio recibida. La potencia del eco en la señal audio recibida puede variar dependiendo de la disposición del dispositivo de usuario. Por ejemplo, el dispositivo de usuario puede ser un teléfono móvil y, en ese caso, la potencia del eco en la señal audio recibida sería normalmente más alta cuando el teléfono móvil esté operando en un modo “manos libres” en comparación con cuando el teléfono móvil no está operando en un modo “manos libres”.

Las técnicas de cancelación de eco (o “supresión de eco”) tienen la finalidad de estimar una señal de eco incluida en la señal audio recibida en el micrófono, en base a conocimiento de la señal audio que es emitida por el altavoz. La estimación de la señal de eco se puede restar entonces de la señal audio recibida quitando por ello al menos parte del eco de la señal audio recibida. La supresión de eco se usa para aplicar supresión dependiente de frecuencia a la señal audio recibida para suprimir por ello el eco en la señal audio recibida.

US 6990195 B1 se refiere a un sistema de procesado de señal que discrimina entre señales de voz y señales de datos moduladas por una portadora de banda de voz. El sistema de procesado de señal incluye un intercambio de voz, un intercambio de datos y un discriminador de llamada. El intercambio de voz es capaz de intercambiar señales de voz entre una red de circuitos conmutados y una red basada en paquetes. El sistema de procesado de señal también incluye un intercambio de datos capaz de intercambiar señales de datos moduladas por una portadora de banda de voz en la red de circuitos conmutados con paquetes de datos de señales sin modular en la red basada en paquetes. El intercambio de datos se realiza desmodulando señales de datos de la red de circuitos conmutados para transmisión en la red basada en paquetes, y modulando paquetes de señales de datos de la red basada en paquetes para transmisión en la red de circuitos conmutados. El discriminador de llamada se usa para permitir selectivamente el intercambio de voz y el intercambio de datos.

Resumen

Este resumen se ofrece al objeto de presentar una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen mejor más adelante en la descripción detallada. Este resumen no tiene la finalidad de identificar elementos clave o características esenciales de la materia reivindicada, ni tiene la finalidad de ser usado para limitar el alcance de la materia reivindicada.

Se facilita un método de quitar eco en una señal audio recibida. Como parte de la extracción de eco, se determina una estimación de modelo adaptativo del eco en la señal audio recibida usando un modelo adaptativo en base a una señal audio emitida y la señal audio recibida. El modelo adaptativo ejecuta un algoritmo incluyendo un parámetro de convergencia para determinar coeficientes de filtro y usa dichos coeficientes de filtro para filtrar la señal audio emitida para determinar la estimación de modelo adaptativo del eco. Se determina un valor de exactitud del modelo adaptativo según una métrica de mejora de pérdida de retorno de eco. El parámetro de convergencia es actualizado en base al valor de exactitud. La estimación de modelo adaptativo del eco se usa para quitar el eco en la señal audio recibida.

El método puede ser usado en una llamada (por ejemplo, una llamada que implementa protocolo de voz por Internet (VoIP) para transmitir datos audio entre dispositivos de usuario) en cuyo caso la señal audio emitida puede ser una señal de extremo lejano recibida del extremo lejano de la llamada, y la señal recibida incluye el eco resultante y una señal de extremo próximo para transmisión al extremo lejano de la llamada.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de las realizaciones descritas y para mostrar cómo la misma se puede llevar a cabo,

ahora se hará referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos siguientes, en los que:

La figura 1 representa una ilustración esquemática de un sistema de comunicaciones.

5 La figura 2 es un diagrama esquemático de bloques de un dispositivo de usuario.

La figura 3 es un diagrama funcional que representa módulos de un dispositivo de usuario para uso en extracción de eco.

10 Y la figura 4 es un diagrama de flujo para un proceso de quitar eco.

Descripción detallada

Ahora se describirán realizaciones a modo de ejemplo solamente.

15 La figura 1 representa un sistema de comunicaciones 100 incluyendo un primer usuario 102 ("Usuario A") que está asociado con un primer dispositivo de usuario 104 y un segundo usuario 108 ("Usuario B") que está asociado con un segundo dispositivo de usuario 110. En otras realizaciones, el sistema de comunicaciones 100 puede incluir cualquier número de usuarios y dispositivos de usuario asociados. Los dispositivos de usuario 104 y 110 pueden comunicar por la red 106 en el sistema de comunicaciones 100, permitiendo por ello que los usuarios 102 y 108 comuniquen entre sí por la red 106. El sistema de comunicaciones 100 representado en la figura 1 es un sistema de comunicaciones basado en paquetes, pero se podría usar otros tipos de sistemas de comunicaciones. La red 106 puede ser, por ejemplo, Internet. Cada uno de los dispositivos de usuario 104 y 110 puede ser, por ejemplo, un teléfono móvil, una tableta, un ordenador portátil, un ordenador personal ("PC") (incluyendo, por ejemplo, Windows™, Mac OSTM y Linux™ PCs), un dispositivo de juego, una televisión, un asistente digital personal ("PDA") u otro dispositivo embebido capaz de conectar a la red 106. El dispositivo de usuario 104 está dispuesto para recibir y enviar información de/al usuario 102 del dispositivo de usuario 104. El dispositivo de usuario 104 incluye medios de salida tales como una pantalla y altavoces. El dispositivo de usuario 104 también incluye medios de entrada tales como un teclado, una pantalla táctil, un micrófono para recibir señales audio y/o una cámara para capturar imágenes de una señal vídeo. El dispositivo de usuario 104 está conectado a la red 106.

El dispositivo de usuario 104 ejecuta una instancia de un cliente de comunicación, proporcionado por un proveedor de software asociado con el sistema de comunicaciones 100. El cliente de comunicación es un programa de software ejecutado en un procesador local en el dispositivo de usuario 104. El cliente realiza el procesamiento requerido en el dispositivo de usuario 104 para que el dispositivo de usuario 104 transmita y reciba datos por el sistema de comunicaciones 100.

El dispositivo de usuario 110 corresponde al dispositivo de usuario 104 y ejecuta, en un procesador local, un cliente de comunicación que corresponde al cliente de comunicación ejecutado en el dispositivo de usuario 104. El cliente en el dispositivo de usuario 110 realiza el procesamiento requerido para que el usuario 108 pueda comunicar por la red 106 de la misma forma que el cliente en el dispositivo de usuario 104 realiza el procesamiento requerido para que el usuario 102 pueda comunicar por la red 106. Los dispositivos de usuario 104 y 110 son puntos finales en el sistema de comunicaciones 100. La figura 1 representa solamente dos usuarios (102 y 108) y dos dispositivos de usuario (104 y 110) para claridad, pero se puede incluir muchos más usuarios y dispositivos de usuario en el sistema de comunicaciones 100, y pueden comunicar por el sistema de comunicaciones 100 usando respectivos clientes de comunicación ejecutados en los respectivos dispositivos de usuario.

La figura 2 ilustra una vista detallada del dispositivo de usuario 104 en el que se ejecuta una instancia de cliente de comunicación 206 para comunicar por el sistema de comunicaciones 100. El dispositivo de usuario 104 incluye una unidad central de proceso ("CPU") o "módulo de procesamiento" 202, al que están conectados: dispositivos de salida tales como una pantalla 208, que puede implementarse como una pantalla táctil, y un altavoz (o "parlante") 210 para enviar señales audio; dispositivos de entrada tales como un micrófono 212 para recibir señales audio, una cámara 216 para recibir datos de imagen, y un teclado 218; una memoria 214 para almacenar datos; y una interfaz de red 220 tal como un módem para comunicación con la red 106. El dispositivo de usuario 104 puede incluir otros elementos distintos de los representados en la figura 2. La pantalla 208, el altavoz 210, el micrófono 212, la memoria 214, la cámara 216, el teclado 218 y la interfaz de red 220 pueden estar integrados en el dispositivo de usuario 104 como se representa en la figura 2. En dispositivos de usuario alternativos uno o varios de la pantalla 208, el altavoz 210, el micrófono 212, la memoria 214, la cámara 216, el teclado 218 y la interfaz de red 220 pueden no ser integrados en el dispositivo de usuario 104 y pueden estar conectados a la CPU 202 mediante interfaces respectivas. Un ejemplo de tal interfaz es una interfaz USB. Si la conexión del dispositivo de usuario 104 a la red 106 mediante la interfaz de red 220 es una conexión inalámbrica, entonces la interfaz de red 220 puede incluir una antena para transmitir de forma inalámbrica señales a la red 106 y recibir de forma inalámbrica señales de la red 106.

65 La figura 2 también ilustra un sistema operativo ("OS") 204 ejecutado en la CPU 202. Sobre el OS 204 se ejecuta el software de la instancia de cliente 206 del sistema de comunicaciones 100. El sistema operativo 204 gestiona los

recursos de hardware del ordenador y maneja datos que son transmitidos a y de la red 106 mediante la interfaz de red 220. El cliente 206 comunica con el sistema operativo 204 y gestiona las conexiones por el sistema de comunicaciones. El cliente 206 tiene una interfaz de usuario cliente que se usa para presentar información al usuario 102 y para recibir información del usuario 102. De esta forma, el cliente 206 realiza el procesamiento requerido para que el usuario 102 pueda comunicar por el sistema de comunicaciones 100.

En cancelación de eco acústico la finalidad es quitar la señal de eco $s(t)$ en la señal de micrófono $y(t)$ que se origina a partir de la señal de altavoz $x(t)$. Esto se deberá hacer lo más exactamente posible y de la forma menos obstrusiva posible con el fin de tener el mínimo impacto en la percepción de cualquier señal de extremo próximo $v(t)$. La señal de micrófono puede escribirse como $y(t) = s(t) + v(t)$. La señal de eco es una función de la señal de altavoz como $s(t) = F(x(t))$.

Hay dos formas principales de lograr lo anterior, siendo una la sustracción de eco y siendo la otra la supresión de eco. A menudo se combinan estos dos acercamientos.

Tanto en supresión de eco como en sustracción de eco, se usa un modelo $\hat{F}(x(t))$ para estimar el eco, o algunas propiedades del eco tales como la potencia de eco, en la señal de micrófono.

Una opción común en cancelación de eco es usar un algoritmo de gradiente estocástico para actualizar el modelo. En el pasado se propusieron múltiples esquemas de selección de tasa de adaptación la mayor parte de los cuales tiene el inconveniente de que requieren que el modelo sea conocido en general con el fin de elegir la velocidad de adaptación. Además, muchos de ellos requieren que la exactitud de las estimaciones de parámetro de modelo (estimaciones de coeficiente de filtro) sea conocida.

Con referencia a las figuras 3 y 4 ahora se describe un método de quitar eco. La figura 3 es un diagrama funcional de una parte del dispositivo de usuario 104 que representa cómo se implementa un proceso de extracción de eco.

Como se representa en la figura 3, el dispositivo de usuario 104 incluye el altavoz 210, el micrófono 212, un módulo de modelado 302, y un módulo de extracción de eco 314. El módulo de modelado 302 incluye un módulo filtro 304, un módulo de determinación de exactitud de modelo 306, y un módulo de selección de parámetro de convergencia 308. El módulo de extracción de eco 314 se describe con referencia a la figura 3 como un módulo de supresión de eco 314.

La figura 4 es un diagrama de flujo para el proceso de supresión del eco.

Una señal $x(t)$ a emitir por el altavoz 210 está acoplada a una entrada del altavoz 210. Se deberá indicar que en las realizaciones aquí descritas sólo hay un altavoz (indicado con el número de referencia 210 en las figuras), pero en otras realizaciones puede haber más de un altavoz al que se acopla la señal a emitir (para salida de él). Igualmente, en las realizaciones aquí descritas sólo hay un micrófono (indicado con el número de referencia 212 en las figuras), pero en otras realizaciones puede haber más de un micrófono que reciba señales audio del entorno circundante. La señal a emitir por el altavoz 210 también está acoplada al módulo de modelado 302. En particular, la señal a emitir por el altavoz 210 está acoplada a una primera entrada del módulo filtro 304. Una salida del micrófono 212 está acoplada al módulo de modelado 302. En particular, la salida del micrófono 212 está acoplada a una segunda entrada del módulo filtro 304 y a una primera entrada del módulo de determinación de exactitud de modelo 306. La salida del micrófono 212 también está acoplada a una primera entrada del módulo de supresión de eco 314. Una salida del módulo de modelado 302 está acoplada a una segunda entrada del módulo de supresión de eco 314. En particular, la salida del módulo filtro 304 está acoplada a la segunda entrada del módulo de supresión de eco 314. Se usa una salida del módulo de supresión de eco 314 para proporcionar la señal recibida (con supresión de eco que se ha aplicado) para procesamiento adicional en el dispositivo de usuario 104. La salida del módulo filtro 304 también está acoplada a una segunda entrada del módulo de determinación de exactitud de modelo 306. Una salida del módulo de determinación de exactitud de modelo 306 está acoplada a una entrada del módulo de selección de parámetro de convergencia 308. Una salida del módulo de selección de parámetro de convergencia 308 está acoplada a una tercera entrada del módulo filtro 304.

En el paso S402 se recibe una señal que ha de ser emitida por el altavoz 210. Por ejemplo, la señal a emitir puede ser una señal de extremo lejano que se ha recibido en el dispositivo de usuario 104 del dispositivo de usuario 110 durante una llamada entre los usuarios 102 y 108 por el sistema de comunicaciones 100. Cualquier procesamiento que haya que realizar en la señal recibida (por ejemplo, decodificación usando un codec de voz, despaquetización, etc) se lleva a cabo como es conocido en la técnica (por ejemplo, por el cliente 206) para llegar a la señal $x(t)$ que sea adecuada para ser emitida por el altavoz 210. La señal $x(t)$ es una señal digital. Al menos parte del procesamiento de la señal en el dispositivo de usuario 104 antes de emitir la señal por el altavoz 210 se realiza en el dominio digital. Como es conocido en la técnica, se aplica un convertidor digital a analógico (DAC) a la señal digital $x(t)$ antes de la reproducción por el altavoz 210. Igualmente, se aplica un convertidor analógico a digital (ADC) a la señal capturada por el micrófono 212 para llegar a la señal digital $y(t)$.

En otras realizaciones, la señal a emitir puede ser recibida de algún lugar distinto de por el sistema de

comunicaciones 100 en una llamada. Por ejemplo, la señal a emitir puede haber sido almacenada en la memoria 214 y el paso S402 puede incluir recuperar la señal de la memoria 214.

5 En el paso S404, la señal audio $x(t)$ es emitida por el altavoz 210. De esta forma, la señal audio $x(t)$ es enviada al usuario 102.

10 En el paso S406, el micrófono 212 recibe una señal audio. Como se representa en la figura 3, la señal audio recibida puede incluir una señal de extremo próximo que es una señal deseada o "señal primaria". La señal de extremo próximo es la señal que el usuario 102 intenta que reciba el micrófono 212. Sin embargo, la señal audio recibida también incluye una señal de eco resultante de las señales audio emitidas por el altavoz 210 en el paso S404. La señal audio recibida también puede incluir ruido, tal como ruido de fondo. Por lo tanto, la señal audio recibida total $y(t)$ puede darla la suma de la señal de extremo próximo, el eco y el ruido. El eco y el ruido actúan como interferencia para la señal de extremo próximo.

15 El módulo filtro 304 toma como entradas la señal audio emitida $x(t)$ y la señal audio recibida $y(t)$. En el paso S408, el módulo filtro 304 se usa para modelar el eco en la señal audio recibida $y(t)$. En particular, el módulo filtro 304 puede operar para determinar una estimación del componente de eco en la señal de extremo próximo $y(t)$ usando la señal audio emitida $x(t)$ y la señal audio recibida $y(t)$.

20 El recorrido de eco describe los efectos de los recorridos acústicos por los que pasa la señal de extremo lejano desde el altavoz 210 al micrófono 212. La señal de extremo lejano puede ir directamente desde el altavoz 210 al micrófono 212, o puede ser reflejada por varias superficies en el entorno del terminal de extremo próximo. El recorrido de eco atravesado por la señal de extremo lejano emitida por el altavoz 210 puede ser considerado como un sistema que tiene una frecuencia y una respuesta de fase que pueden variar con el tiempo.

25 Con el fin de quitar el eco acústico $s(t)$ de la señal $y(t)$ registrada en el micrófono de extremo próximo 212 hay que estimar cómo el recorrido de eco cambia la señal de salida de altavoz de extremo lejano deseada $x(t)$ a un componente de eco indeseado en la señal de entrada.

30 Para un recorrido de eco aproximadamente lineal, el recorrido de eco $h(t)$ describe cómo el eco en la señal audio recibida $y(t)$ se refiere a la señal audio $x(t)$ salida del altavoz 210, por ejemplo, según la ecuación:

$$s(t) = \sum_{n=0}^{N_{true}} h_n(t)x(t - n),$$

35 donde $s(t)$ es el eco en la señal audio recibida $y(t)$, N_{true} es un número suficientemente grande para cubrir las partes no despreciables de la respuesta de impulso (teóricamente N_{true} es infinito), y $h_n(t)$ son los coeficientes de la respuesta de impulso que describe el recorrido de eco $h(t)$. El recorrido de eco $h(t)$ puede variar tanto en el tiempo como en la frecuencia y se puede denominar aquí $h(t)$ o $h(t,f)$. El recorrido de eco $h(t)$ puede depender de (i) las condiciones medioambientales actuales que rodean el altavoz 210 y el micrófono 212 (por ejemplo, si hay obstrucciones físicas en el paso de la señal audio desde el altavoz 210 al micrófono 212, la presión de aire, la temperatura, el viento, etc), y (ii) características del altavoz 210 y/o el micrófono 212 que pueden alterar la señal enviada y/o recibida.

45 El módulo filtro 304 modela el recorrido de eco $h(t)$ del eco en la señal audio recibida $y(t)$ determinando una suma ponderada del actual y un número finito (N) de valores previos de la señal audio emitida $x(t)$. Por lo tanto, el módulo filtro 304 implementa un filtro de orden enésimo que tiene una longitud finita (en el tiempo) sobre la que considera los valores de la señal audio emitida $x(t)$ al determinar la estimación del recorrido de eco $h(t)$. De esta forma, el módulo filtro 304 adapta dinámicamente la estimación de filtro del recorrido de eco $h(t)$. La operación se describe por la ecuación siguiente, que define el eco en la señal audio recibida $y(t)$ en términos de la señal audio salida $x(t)$:

$$\hat{s}_1(t) = \sum_{n=0}^N \hat{h}_n(t)x(t - n).$$

50 Por lo tanto, se usan $N+1$ muestras de la señal audio emitida $x(t)$, con unos respectivos pesos $N+1 \hat{h}_n(t)$. El conjunto de $N+1$ pesos $\hat{h}_n(t)$ se denomina aquí simplemente la estimación del recorrido de eco $h(t)$. En otros términos, la estimación del recorrido de eco $h(t)$ es un vector que tiene $N+1$ valores donde el módulo filtro 304 implementa un filtro de orden enésimo, tomando en cuenta $N+1$ valores (por ejemplo, $N+1$ cuadros) de la señal $x(t)$.

55 Se puede apreciar que es más fácil adaptar la estimación de filtro del recorrido de eco $h(t)$ cuando el eco es una parte dominante de la señal audio recibida, que es cuando $y(t) \cong s(t)$. Sin embargo, puede ser posible adaptar la estimación de filtro del recorrido de eco $h(t)$ incluso cuando el eco no es una parte dominante de la señal audio recibida $y(t)$ si el eco $s(t)$ es independiente de los otros componentes de señal de $y(t)$.

60 Los expertos en la técnica apreciarán que la estimación del recorrido de eco $h(t)$ no tiene que ser calculada explícitamente, sino que se podría representar por medio de coeficientes de filtro obtenidos de algoritmos de

gradiente estocástico tales como medias de cuadrados mínimos (LMS), medias de cuadrados mínimos normalizados (NLMS), proyección afín rápida (FAP) y cuadrados mínimos recursivos (RLS).

5 El módulo filtro 304 incluye un componente de algoritmo de adaptación 310. El componente de algoritmo de adaptación 310 del módulo filtro 304 ejecuta un algoritmo de gradiente estocástico para identificar los coeficientes del módulo filtro 304 que minimiza una señal de error $e(t)$.

10 Los coeficientes de filtro actualizados para el módulo filtro 304 son generados en respuesta a la señal de error $e(t)$, la señal de entrada $x(t)$ y los coeficientes de filtro previos.

15 El componente de algoritmo de adaptación 310 del módulo filtro 304 opera de forma recursiva en el tiempo. Esto significa que no se adapta de forma instantánea a cambios en el sistema, en cambio el algoritmo converge iterativamente a una aproximación del sistema en un intervalo de tiempo finito. Independientemente del algoritmo concreto usado, los coeficientes de filtro del módulo filtro 304 son actualizados con cada iteración del algoritmo, así los coeficientes del módulo filtro 302 son actualizados continuamente con el tiempo independientemente de las condiciones de señal disponibles.

20 Los coeficientes de filtro del módulo filtro 304 filtran la señal de extremo lejano $x(t)$ para generar una estimación del componente de eco en la señal de extremo próximo $y(t)$. Aunque la descripción anterior se refiere al uso de un modelo FIR de dominio de tiempo del recorrido de eco para estimar el componente de eco en la señal de extremo próximo $y(t)$, los expertos en la técnica apreciarán que éste es solamente un ejemplo y no una limitación de ninguna forma. Es decir, el primer módulo filtro 304 puede operar para determinar una estimación del recorrido de eco $h(t)$ y así una estimación $\hat{s}_1(t)$ del componente de eco en la señal de extremo próximo $y(t)$ en el dominio de tiempo o en el dominio de frecuencia.

25 La señal de error $e(t)$ la obtiene un sustractor 312 que resta la estimación del componente de eco en la señal de extremo próximo $y(t)$ a partir de la señal de extremo próximo $y(t)$ y suministra la señal de error $e(t)$ al módulo filtro 304. Se apreciará que es deseable que la señal de error $e(t)$ sea pequeña. Por ejemplo, cuando no hay señal de extremo próximo $v(t)$ en la señal de micrófono, idealmente la señal de error es igual a cero.

30 Los algoritmos de gradiente estocástico tienen un parámetro de convergencia en forma de un tamaño de paso para la actualización de los parámetros de modelo. Éste se puede elegir como fijo en algunas aplicaciones, pero en muchos casos se logra un mejor rendimiento si se elige en dependencia de la señal. El tamaño de paso controla la sensibilidad de la actualización al ruido en la señal de micrófono $y(t)$. Si se elige de modo que sea pequeño, la velocidad de actualización es lenta, pero es menos insensible al ruido, pero si se elige de modo que sea grande la velocidad de actualización es en cambio rápida, pero más sensible al ruido. La referencia a “velocidad de actualización” o “velocidad de adaptación” se usa aquí para hacer referencia a la rapidez con la que el modelo es capaz de adaptarse a las condiciones de señal disponibles en el sistema. Es decir, la utilización de un tamaño de paso más pequeño dará lugar a una señal de error eventual más pequeña $e(t)$, sin embargo, la convergencia a una aproximación del sistema será más lenta debido al mayor número de pasos de iteración requeridos (menor tasa de convergencia), y el uso de un tamaño de paso más grande dará lugar a una señal de error eventual más grande $e(t)$, sin embargo, la convergencia a una aproximación del sistema será más rápida debido al menor número de pasos de iteración requeridos (tasa de convergencia más rápida).

45 Con el fin de lograr estimaciones de exactitud muy alta, el tamaño de paso tiene que ser pequeño con el fin de evitar el rebasamiento de las verdaderas estimaciones debido a un tamaño de paso demasiado alto.

50 En algunas realizaciones, la estimación del componente de eco se pasa desde el módulo filtro 304 al módulo de supresión de eco 314 (como se representa en la figura 3). En estas realizaciones, la estimación del componente de eco también es suministrada al módulo de determinación de exactitud de modelo 306.

55 En otras realizaciones, en el paso S408, la estimación del componente de eco se pasa desde el módulo filtro 304 a un módulo de estimación de potencia (no representado en la figura 3). El módulo de estimación de potencia estima la potencia de eco en la señal audio recibida en base a la estimación de filtro (determinada por el módulo filtro 304) y la señal de extremo lejano $x(t)$. Hay muchas formas de hacerlo que son conocidas por los expertos en la técnica y el alcance de esta descripción no se limita a ningún método concreto de determinar una estimación de potencia de eco. El módulo de estimación de potencia está dispuesto para enviar su estimación de potencia de eco correspondiente al módulo de supresión de eco 314.

60 El módulo de supresión de eco 314 toma como entrada una estimación del componente de eco salida del primer módulo filtro 304 o una estimación de potencia de eco salida del primer módulo de estimación de potencia, y en el paso S410 usa esta entrada para aplicar supresión de eco a la señal audio recibida $y(t)$, suprimiendo por ello el eco en la señal audio recibida. La supresión de eco realizada en el paso S410 se describe más adelante.

65 El módulo de determinación de exactitud de modelo 306 toma como entrada una primera estimación $\hat{s}_1(t)$. La

5 primera estimación $\hat{s}_1(t)$ puede ser una estimación del componente de eco salido de el módulo filtro 304. En una realización, la estimación error (y-s) salida del sustractor 312 es suministrada a un módulo de estimación de potencia (no representado en la figura 3). En esta realización, la primera estimación $\hat{s}_1(t)$ puede ser la potencia del error de estimación (y-s) salida del módulo de estimación de potencia. El módulo de determinación de exactitud de modelo 306 también toma como entrada la señal audio recibida $y(t)$.

En el paso S412, el módulo de determinación de exactitud de modelo 306 puede operar para determinar la exactitud de la estimación $\hat{s}_1(t)$.

10 Una métrica usada para medir la exactitud del módulo filtro 304 es la mejora de pérdida de retorno de eco (ERLE), la métrica ERLE se define como:

$$ERLE_k(t) = \frac{E[y(t)]^2}{E[\hat{s}_k(t) - y(t)]^2}$$

15 La métrica ERLE se puede medir en decibelios (dB), según la ecuación siguiente (suponiendo que se use un logaritmo de base 10, es decir, log10):

$$ERLE_k(t) = 10 \log \frac{E[y(t)]^2}{E[\hat{s}_k(t) - y(t)]^2}$$

20 En las ecuaciones anteriores, $E[\]$ es el operador de expectación. La medición ERLE se puede aplicar, y se aplica típicamente, a señales no estacionarias. Por lo tanto, en la práctica, los valores de expectación son evaluados usando valores medios de tiempo corto:

$$ERLE_k(t) = \frac{\sum_{k=0}^{K-1} y^2(t-k)}{\sum_{k=0}^{K-1} (\hat{s}(t-k) - y(t-k))^2}$$

25 La métrica ERLE es una medida de la capacidad de la estimación de modelo de modelar la señal de micrófono $y(t)$. La métrica ERLE es limitada en el sentido de que solamente evalúa la exactitud de modelo cuando la señal de micrófono consta principalmente de eco. Si ése no es el caso, la medición ERLE puede ser baja aunque el modelo sea exacto. Sin embargo, si la medición ERLE es alta, solamente se puede deber a que el modelo es exacto.

30 El valor de exactitud de la estimación $s_1(t)$ puede ser determinado periódicamente. Por ejemplo, el valor de exactitud de la estimación $s_1(t)$ puede ser promediado sobre un número predeterminado de muestras de la señal audio $x(t)$ y la señal audio recibida $y(t)$ en un período de tiempo dado para llegar al valor de exactitud. Es decir, el valor de exactitud puede ser determinado para cada cuadro de la señal audio recibida $y(t)$; sin embargo, éste es simplemente un ejemplo, y el respectivo valor de exactitud puede ser determinado menos o más a menudo que para cada cuadro.

35 Una vez que la exactitud de la estimación $s_1(t)$ ha sido determinada en el paso S412, el proceso pasa al paso S414.

40 En el paso S414, el módulo de selección de parámetro de convergencia 308 determina un valor para un parámetro de convergencia (tamaño de paso) usado en un algoritmo ejecutado por el componente de algoritmo de adaptación 310 del módulo filtro 304 en base a la exactitud de la estimación $\hat{s}_1(t)$ determinada en el paso S412. El parámetro de convergencia es dependiente de algoritmo, pero puede ser cuantificado para un cierto algoritmo. Tomando como ejemplo el algoritmo NLMS, un parámetro de convergencia de 0,5 proporcionaría típicamente un tamaño de paso razonablemente rápido (velocidad de actualización rápida) y un parámetro de convergencia de 0,01 daría típicamente un tamaño de paso muy pequeño (velocidad de actualización lenta).

45 En particular, el módulo de selección de parámetro de convergencia 308 selecciona el parámetro de convergencia para controlar la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 como una función no creciente de la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco realizada en el paso S412.

50 En el paso S414, la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco realizada en el paso S412 puede compararse con un valor umbral, y el módulo de selección de parámetro de convergencia 308 regula el parámetro de convergencia en base a esta comparación. El valor umbral puede ser un umbral predeterminado, por ejemplo, 10dB. Sin embargo, se apreciará que este valor para el umbral predeterminado es simplemente un ejemplo y se puede poner de forma diferente según los requisitos del sistema.

55 Es decir, si la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco tomada en el paso S412 es menor que el valor umbral (es decir, cuando el valor ERLE es bajo), el módulo de selección de parámetro de convergencia 308

selecciona un valor de parámetro de convergencia para aumentar la velocidad de adaptación del módulo filtro 304.

La decisión de aumentar la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede hacer solamente si la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco ha sido menor que el valor umbral en un período de tiempo predeterminado, es decir, cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco ha sido menor que el valor umbral durante todo el período de tiempo predeterminado. También se podría usar otros esquemas relacionados, por ejemplo la decisión de aumentar la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede hacer si la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco ha sido menor que el valor umbral durante una proporción predeterminada de un período de tiempo predeterminado. Estableciendo consiguientemente la proporción predeterminada, en un ejemplo, la velocidad de adaptación se incrementa cuando el ERLE ha sido menor que el umbral casi todo el período de tiempo predeterminado, aparte de unas pocas muestras donde superó el umbral.

Dependiendo del algoritmo ejecutado por el componente de algoritmo de adaptación 310, el aumento de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede implementar de varias formas. Es decir, el aumento de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede implementar disminuyendo el parámetro de convergencia una cantidad predeterminada o a un valor predeterminado. Alternativamente, el aumento de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede implementar incrementando el parámetro de convergencia una cantidad predeterminada o a un valor predeterminado.

Si la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco tomada en el paso S412 es igual o mayor que el valor umbral (es decir, cuando el valor ERLE es alto), el módulo de selección de parámetro de convergencia 308 selecciona un valor de parámetro de convergencia para disminuir la velocidad de adaptación del módulo filtro 304.

La decisión de disminuir la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede hacer solamente si la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco ha sido igual o mayor que el valor umbral en un período de tiempo predeterminado, es decir, cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco ha sido igual o mayor que el valor umbral durante todo el período de tiempo predeterminado. También se podría usar otros esquemas relacionados, por ejemplo la decisión de disminuir la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede hacer si la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco ha sido igual o mayor que el valor umbral durante una proporción predeterminada de un período de tiempo predeterminado. Estableciendo consiguientemente la proporción predeterminada, en un ejemplo, la velocidad de adaptación se baja cuando el ERLE ha sido igual o mayor que el umbral durante casi todo el período de tiempo predeterminado, aparte de unas pocas muestras donde ha caído por debajo del umbral.

Dependiendo del algoritmo ejecutado por el componente de algoritmo de adaptación 310, la disminución de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede implementar de varias formas. Es decir, la disminución de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede implementar disminuyendo el parámetro de convergencia una cantidad predeterminada o a un valor predeterminado. Alternativamente, la disminución de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se puede implementar incrementando el parámetro de convergencia una cantidad predeterminada o a un valor predeterminado.

En realizaciones descritas anteriormente, se puede usar más de un umbral. Se toma como ejemplo la implementación por la que el aumento/disminución de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 se implementa aumentando/disminuyendo el parámetro de convergencia a un valor predeterminado. Un ejemplo podría ser que, si el ERLE ≤ 2 dB, el parámetro de convergencia se pone a 0,5; si $2 \text{ dB} < \text{ERLE} < 4 \text{ dB}$, el parámetro de convergencia se pone a 0,2; y si el ERLE ≥ 4 dB, el parámetro de convergencia se pone a 0,05. Se apreciará que estos valores específicos para el parámetro de convergencia se utilizan simplemente a efectos de ilustración. Los valores elegidos para el parámetro de convergencia son dependientes de la aplicación.

En realizaciones descritas anteriormente, el módulo de selección de parámetro de convergencia 308 puede implementar control de histéresis para variar más lentamente el parámetro de convergencia. Por ejemplo, se puede seleccionar un umbral superior y un umbral inferior centrados en el valor umbral, y la disminución de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 descrita anteriormente solamente se puede implementar cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco tomada en el paso S412 es igual o mayor que el umbral superior, y el incremento de la velocidad de adaptación del módulo filtro 304 descrita anteriormente solamente se puede implementar cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco tomada en el paso S412 es menor que el umbral inferior. Esto evita rápidas variaciones en el parámetro de convergencia cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco deriva en torno al valor umbral.

Dado que la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco tiene la propiedad de que la exactitud de modelo siempre es alta cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco es alta, se puede usar para ralentizar la velocidad de adaptación cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco sea alta con el fin de lograr estimaciones cada vez más exactas, y aumentar la velocidad de adaptación cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco es baja con el fin de rastrear rápidamente los cambios en los parámetros de modelo.

Las realizaciones eligen la velocidad de adaptación en función de la exactitud del modelo, pero esta exactitud se

estima de forma implícita como parte del esquema de selección.

Las realizaciones descritas anteriormente aseguran que se logre una rápida adaptación cuando la exactitud del modelo sea desconocida (mediante la alta velocidad de actualización cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco sea baja), y que se logren estimaciones cada vez más exactas cuando se sepa que el modelo es exacto (mediante la disminución de la velocidad de actualización cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco sea alta).

El esquema de adaptación en las realizaciones descritas anteriormente es especialmente útil al actualizar esquemas donde el modelo es actualizado de forma continua y donde es de primario interés asegurar que las estimaciones de modelo en algunos puntos (conocidos) en el tiempo sean altamente exactas, más bien que las estimaciones de modelo sean bastante exactas todo el tiempo.

Ahora se describen arquitecturas ejemplares en las que un modelo es actualizado de forma continua y donde se puede usar el esquema de adaptación anterior.

En una arquitectura ejemplar, el módulo de modelado está configurado para determinar una primera estimación de modelo del eco en la señal audio recibida usando un primer modelo en base a la señal audio emitida $x(t)$ y la señal audio recibida $y(t)$, y determinar una segunda estimación de modelo del eco en la señal audio recibida usando un segundo modelo en base a la señal audio emitida. El primer modelo es actualizado continuamente en el tiempo. El módulo de modelado está configurado para determinar un primer valor de exactitud del primer modelo según una medición de la exactitud de modelo, determinar un segundo valor de exactitud del segundo modelo según la medición de la exactitud de modelo, y determinar si el primer modelo es más exacto que el segundo modelo en base a una comparación del primer valor de exactitud y el segundo valor de exactitud y actualizar selectivamente el segundo modelo en base a la comparación. Es decir, el segundo modelo es actualizado si el primer modelo es más exacto que el segundo modelo, y el segundo modelo no es actualizado si el primer modelo no es más exacto que el segundo modelo. En esta arquitectura, un módulo de extracción de eco está configurado para usar solamente la segunda estimación de modelo del eco para quitar el eco en la señal audio recibida. Así, se usan dos modelos adaptativos para producir estimaciones de modelo en la sombra. En esta arquitectura, el esquema de ajuste de tamaño de paso descrito anteriormente puede ser usado para variar el tamaño de paso del algoritmo usado al actualizar el primer modelo. Es decir, la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco puede ser usada para ralentizar la velocidad de adaptación del primer modelo cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco del primer modelo es alta con el fin de lograr estimaciones cada vez más exactas, y aumentar la velocidad de adaptación cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco es baja.

En otra arquitectura ejemplar, el módulo de modelado está configurado para modelar un recorrido de eco del eco en la señal audio recibida usando un primer modelo en base a la señal audio emitida y la señal audio recibida para determinar una primera estimación de modelo del eco en la señal audio recibida, usar la primera estimación de modelo para determinar un primer valor de rendimiento según una métrica de rendimiento, comparar el primer valor de rendimiento con un valor umbral y determinar si el recorrido de eco puede ser considerado lineal en base a la comparación. El módulo de modelado está configurado además para modelar selectivamente el recorrido de eco del eco en la señal audio recibida usando un segundo modelo en base a la señal audio emitida y la señal audio recibida, en base a dicha comparación, para determinar una segunda estimación de modelo del eco. En esta arquitectura, un módulo de extracción de eco está configurado para usar selectivamente la primera estimación de modelo o la segunda estimación de modelo del eco para quitar el eco en la señal audio recibida en base a la comparación. Es decir, la primera estimación de modelo del eco se usa para quitar el eco en la señal audio recibida si se determina que el recorrido de eco puede considerarse lineal, y la segunda estimación de modelo del eco se usa para quitar la supresión de eco en la señal audio recibida, si se determina que el recorrido de eco no puede ser considerado lineal. En esta arquitectura, el primer modelo es actualizado continuamente en el tiempo. Así, el esquema de ajuste de tamaño de paso descrito anteriormente puede ser usado para variar el tamaño de paso del algoritmo usado al actualizar el primer modelo. Es decir, la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco puede ser usada para ralentizar la velocidad de adaptación del primer modelo cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco del primer modelo es alta con el fin de lograr estimaciones cada vez más exactas, y aumentar la velocidad de adaptación cuando la medición de la mejora de pérdida de retorno de eco es baja.

Ahora se describe la supresión de eco realizada en el paso S410. La finalidad del supresor de eco 314 es suprimir el eco de altavoz presente en la señal de micrófono, por ejemplo, en un cliente VoIP, a un nivel suficientemente bajo para no ser observable/perturbador en presencia de los sonidos de extremo próximo (sonidos no eco) captados por el micrófono 212. El módulo de supresión de eco 314 está diseñado para aplicar supresión dependiente de señal que varía tanto en el tiempo como en la frecuencia con respecto a la señal audio recibida $y(t)$. Los métodos de supresión de eco son conocidos en la técnica. Además, el método de supresión de eco aplicado por el módulo de supresión de eco 314 puede implementarse de formas diferentes. Como tal, los detalles exactos del método de supresión de eco no se describen por lo tanto aquí en detalle.

El módulo de supresión de eco 314 envía la señal recibida, con el eco que ha sido suprimido, para procesamiento adicional en el dispositivo de usuario 104. Por ejemplo, la señal salida del módulo de supresión de eco 314 puede

5 ser procesada por el cliente 206 (por ejemplo, codificada y paquetizada) y luego transmitida por la red 106 al dispositivo de usuario 110 en una llamada entre los usuarios 102 y 108. Adicional o alternativamente, la señal salida del módulo de supresión de eco 314 puede ser usada para otros fines por el dispositivo de usuario 104, por ejemplo, la señal puede ser almacenada en la memoria 214 o usada como una entrada a una aplicación que se ejecuta en el dispositivo de usuario 104.

10 El módulo filtro 304 puede utilizar cualquier filtro que implemente un algoritmo de gradiente estocástico. El módulo filtro 304 puede ser lineal para modelar el recorrido de eco del eco en la señal audio recibida (por ejemplo, un filtro de respuesta finita al impulso (FIR) o un filtro de respuesta infinita al impulso (IIR)) o alternativamente puede utilizar un filtro no lineal.

15 En las realizaciones descritas anteriormente, la extracción de eco se implementa en un sistema VoIP (por ejemplo, la señal audio recibida puede incluir voz del usuario 102 para transmisión al dispositivo de usuario 110 durante una llamada entre los usuarios 102 y 108 por el sistema de comunicaciones 100). Sin embargo, los métodos de extracción de eco aquí descritos pueden aplicarse en cualquier sistema adecuado en el que se haya de aplicar extracción de eco.

20 En las realizaciones descritas anteriormente, y representadas en las figuras, el módulo de extracción de eco 314 implementa supresión de eco.

25 En las realizaciones descritas anteriormente, y representadas en las figuras, no se aplica cancelación de eco (o "supresión de eco") a la señal audio recibida $y(t)$. Es decir, no hay módulo de cancelación de eco en el dispositivo de usuario 104 y la supresión de eco se aplica a la señal audio recibida $y(t)$ sin un paso anterior de aplicar cancelación de eco a la señal audio recibida $y(t)$.

30 Sin embargo, en otras realizaciones, la cancelación de eco puede ser aplicada, por un módulo de cancelación de eco, a la señal audio recibida $y(t)$. En particular, la supresión de eco aplicada por el módulo de supresión de eco 314 puede ser aplicada hacia abajo (es decir, después) de la cancelación de eco en el procesado de la señal audio recibida $y(t)$. El módulo de cancelación de eco restaría una estimación de la señal de eco de la señal audio recibida, pero debido a inexactitudes en la estimación de la señal de eco, quedaría muy probablemente un eco residual en la señal audio recibida. El eco residual es el que sería suprimido entonces por el módulo de supresión de eco 314. Esta supresión de eco podría aplicarse de la misma forma que la aquí descrita en las realizaciones en las que no se aplica cancelación de eco. Si se usa sustracción de eco, su efecto puede tomarse en cuenta en la supresión de eco.

35 En otras realizaciones, el módulo de extracción de eco 314 implementa cancelación de eco (en el paso S410). Es decir, el módulo de extracción de eco 314 está dispuesto para restar una estimación de la señal de eco $\hat{s}_1(t)$ de la señal audio recibida $y(t)$.

40 Los métodos aquí descritos pueden implementarse como el único mecanismo para ajustar el tamaño de paso del algoritmo usado al actualizar el modelo adaptativo. Alternativamente, los métodos aquí descritos pueden implementarse como un componente de un esquema de ajuste de tamaño de paso donde se hacen otras consideraciones al ajustar el tamaño de paso del algoritmo.

45 Los métodos aquí descritos pueden implementarse ejecutando un producto de programa de ordenador (por ejemplo, el cliente 206) en el dispositivo de usuario 104. Es decir, un producto de programa de ordenador puede estar configurado para quitar eco en la señal audio recibida $y(t)$, donde el producto de programa de ordenador se realiza en un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, almacenado en la memoria 214) y configurado de modo que, cuando sea ejecutado en la CPU 202, realice las operaciones de alguno de los métodos descritos aquí.

50 En general, cualquiera de las funciones aquí descritas (por ejemplo, los módulos funcionales representados en la figura 3 y los pasos funcionales representados en la figura 4) pueden implementarse usando software, microprogramas, hardware (por ejemplo, circuitería lógica fija), o una combinación de estas implementaciones. Los módulos y pasos representados por separado en las figuras 3 y 4 pueden implementarse o no como módulos o pasos separados. Por ejemplo, el módulo filtro 304 puede realizar la función del módulo de determinación de exactitud de modelo 306, el módulo de selección de parámetro de convergencia 308 y del sustractor 312. Los términos "módulo", "funcionalidad", "componente" y "lógica" en el sentido en que se usan aquí indican en general software, microprogramas, hardware, o su combinación. En el caso de una implementación de software, el módulo, la funcionalidad o la lógica representa un código de programa que realiza tareas especificadas cuando se ejecuta en un procesador (por ejemplo, CPU o CPUs). El código de programa puede almacenarse en uno o varios dispositivos de memoria legibles por ordenador. Las características de las técnicas aquí descritas son independientes de plataforma, lo que quiere decir que las técnicas pueden implementarse en una variedad de plataformas informáticas comerciales que tengan una variedad de procesadores. Por ejemplo, los dispositivos de usuario también pueden incluir una entidad (por ejemplo, software) que haga que el hardware de los dispositivos de usuario realice operaciones, por ejemplo, bloques funcionales de procesador, etc. Por ejemplo, los dispositivos de usuario pueden incluir un medio legible por ordenador que puede estar configurado para mantener instrucciones que hagan que los

5 dispositivos de usuario, y más en concreto el sistema operativo y el hardware asociado de los dispositivos de usuario, realice operaciones. Así, las instrucciones sirven para configurar el sistema operativo y el hardware asociado para realizar las operaciones y de esta forma resultado en transformación del sistema operativo y el hardware asociado para realizar funciones. Las instrucciones pueden ser suministradas por el medio legible por ordenador a los dispositivos de usuario a través de varias configuraciones diferentes.

10 Una configuración de un medio legible por ordenador es un medio de soporte de señal y por ello está configurado para transmitir las instrucciones (por ejemplo, como una onda portadora) al dispositivo informático, tal como mediante una red. El medio legible por ordenador también puede estar configurado como un medio de almacenamiento legible por ordenador y por ello no es un medio de soporte de señal. Los ejemplos de un medio de almacenamiento legible por ordenador incluyen una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de lectura solamente (ROM), un disco óptico, memoria flash, memoria de disco duro, y otros dispositivos de memoria que pueden usar técnicas magnéticas, ópticas y otras para almacenar instrucciones y otros datos.

15 Aunque la materia se ha descrito en lenguaje específico de características estructurales y/o hechos metodológicos, se ha de entender que la materia definida en las reivindicaciones anexas no se limita necesariamente a las características específicas o hechos descritos anteriormente. Más bien, las características específicas y los hechos descritos anteriormente se describen como formas ejemplares de implementar las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de quitar eco, incluyendo el método:

5 enviar una señal audio (S404); y

recibir una señal audio (S406), donde la señal audio recibida incluye eco resultante de dicha señal audio emitida;

10 **caracterizado por** determinar (S408) una primera estimación de modelo adaptativo del eco en la señal audio recibida usando un primer modelo adaptativo en base a la señal audio emitida y la señal audio recibida, y determinar una segunda estimación de modelo adaptativo del eco en la señal audio recibida usando un segundo modelo en base a la señal audio emitida, donde los modelos adaptativos primero y segundo ejecutan un algoritmo incluyendo un parámetro de convergencia para determinar coeficientes de filtro y usan dichos coeficientes de filtro para filtrar la señal audio emitida para determinar la estimación de modelo adaptativo del eco;

15 determinar (S412) un primer valor de exactitud del primer modelo adaptativo y un segundo valor de exactitud del segundo modelo adaptativo según una medición de la exactitud de modelo;

20 determinar si el primer modelo adaptativo es más exacto que el segundo modelo adaptativo en base a una comparación del primer valor de exactitud y el segundo valor de exactitud;

actualizar (S414) el parámetro de convergencia del primer modelo adaptativo de forma continua en base a dicho primer valor de exactitud y actualizar selectivamente el segundo modelo adaptativo en base a dicha comparación; y

25 usar la segunda estimación de modelo adaptativo del eco para quitar el eco en la señal audio recibida.

2. El método de la reivindicación 1, donde el segundo modelo es actualizado si el primer modelo es más exacto que el segundo modelo, y el segundo modelo no es actualizado si el primer modelo no es más exacto que el segundo modelo.

30 3. El método de cualquier reivindicación 1 o 2, donde el parámetro de convergencia se selecciona para controlar una velocidad de adaptación de cualquiera de los modelos adaptativos primero y segundo como una función no creciente de alguno del primero y el segundo valor de exactitud.

35 4. El método de la reivindicación 3, incluyendo:

comparar alguno del primero y el segundo valor de exactitud con un valor umbral; y

40 actualizar el parámetro de convergencia para controlar la velocidad de adaptación del alguno del primer y el segundo modelo adaptativo en base a dicha comparación.

5. El método de la reivindicación 4, donde dicha actualización incluye seleccionar un valor de parámetro de convergencia para disminuir la velocidad de adaptación de alguno del primer y el segundo modelo adaptativo si:

45 alguno del primer y el segundo valor de exactitud es igual o mayor que el valor umbral; o alguno del primer y el segundo valor de exactitud es igual o mayor que el valor umbral durante un período de tiempo predeterminado; o

50 alguno del primer y el segundo valor de exactitud es igual o mayor que el valor umbral durante una proporción predeterminada de un período de tiempo predeterminado.

6. El método de la reivindicación 4 o 5, donde dicha actualización incluye seleccionar un valor de parámetro de convergencia para aumentar la velocidad de adaptación de alguno del primer y el segundo modelo adaptativo si:

55 alguno del primer y el segundo valor de exactitud es menor que el valor umbral; o

alguno del primer y el segundo valor de exactitud es menor que el valor umbral predeterminado durante un período de tiempo predeterminado; o

60 alguno del primer y el segundo valor de exactitud es menor que el valor umbral predeterminado durante una proporción predeterminada de un período de tiempo predeterminado.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, donde dicha actualización incluye:

65 disminuir el parámetro de convergencia una cantidad predeterminada o a un valor predeterminado; o

incrementar el parámetro de convergencia una cantidad predeterminada o a un valor predeterminado.

8. El método de cualquier reivindicación precedente, donde el parámetro de convergencia es un parámetro de tamaño de paso.

5 9. El método de cualquier reivindicación precedente, donde alguno del primer y el segundo modelo adaptativo actualiza los coeficientes de filtro en base a dicha señal audio emitida, los coeficientes de filtro previos y una señal de error, donde la señal de error se obtiene restando la estimación de modelo adaptativo del eco de la señal audio recibida. 10. Un dispositivo (104) incluyendo: Un aparato de salida audio (210) configurado para enviar una señal audio;

10 un aparato de entrada audio (212) configurado para recibir una señal audio, donde la señal audio recibida incluye un eco resultante de dicha señal audio emitida;

15 **caracterizado por** un módulo de modelado (302) configurado para determinar una primera estimación de modelo adaptativo del eco en la señal audio recibida usando un primer modelo adaptativo en base a la señal audio emitida y la señal audio recibida, y una segunda estimación de modelo adaptativo del eco en la señal audio recibida usando un segundo modelo en base a la señal audio emitida, donde el primer y el segundo modelo adaptativo ejecutan un algoritmo incluyendo un parámetro de convergencia para determinar coeficientes de filtro y usan dichos coeficientes de filtro para filtrar la señal audio emitida para determinar la estimación de modelo adaptativo del eco, el módulo de modelado está configurado además para determinar un primer valor de exactitud del primer modelo adaptativo y un segundo valor de exactitud del segundo modelo adaptativo según una métrica de mejora de pérdida de retorno de eco, y determinar si el primer modelo adaptativo es más exacto que el segundo modelo adaptativo en base a una comparación del primer valor de exactitud y el segundo valor de exactitud, y actualizar el parámetro de convergencia del primer modelo adaptativo de forma continua en base a dicho primer valor de exactitud y actualizar selectivamente el segundo modelo adaptativo en base a dicha comparación; y

un módulo de extracción de eco (314) configurado para usar la segunda estimación de modelo adaptativo del eco para quitar el eco en la señal audio recibida.

30 11. Un producto de programa de ordenador configurado para quitar eco en una señal audio recibida, resultando dicho eco de una señal audio emitida, realizándose el producto de programa de ordenador en un medio de almacenamiento legible por ordenador,

35 **caracterizado porque** el producto de programa de ordenador está configurado de modo que, cuando sea ejecutado en un procesador (202):

determine (S408) una primera estimación de modelo adaptativo del eco en la señal audio recibida usando un primer modelo adaptativo en base a la señal audio emitida y la señal audio recibida, y una segunda estimación de modelo adaptativo del eco en la señal audio recibida usando un segundo modelo en base a la señal audio emitida, donde el primer y el segundo modelo adaptativo ejecutan un algoritmo incluyendo un parámetro de convergencia para determinar coeficientes de filtro y usan dichos coeficientes de filtro para filtrar la señal audio emitida para determinar la estimación de modelo adaptativo del eco;

45 determinar (S412) un primer valor de exactitud del primer modelo adaptativo y un segundo valor de exactitud del segundo modelo adaptativo según una métrica de mejora de pérdida de retorno de eco; y

determinar si el primer modelo adaptativo es más exacto que el segundo modelo adaptativo en base a una comparación del primer valor de exactitud y el segundo valor de exactitud, actualizar (S414) el parámetro de convergencia del primer modelo adaptativo continuamente en base a dicho primer valor de exactitud y actualizar selectivamente el segundo modelo adaptativo en base a dicha comparación, y

50 usar la segunda estimación de modelo adaptativo del eco para quitar el eco en la señal audio recibida.

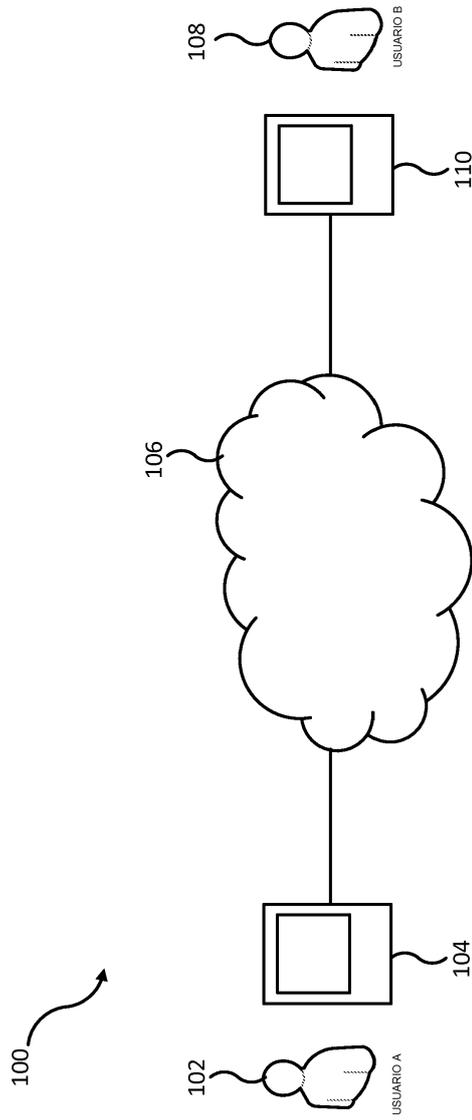


FIG. 1

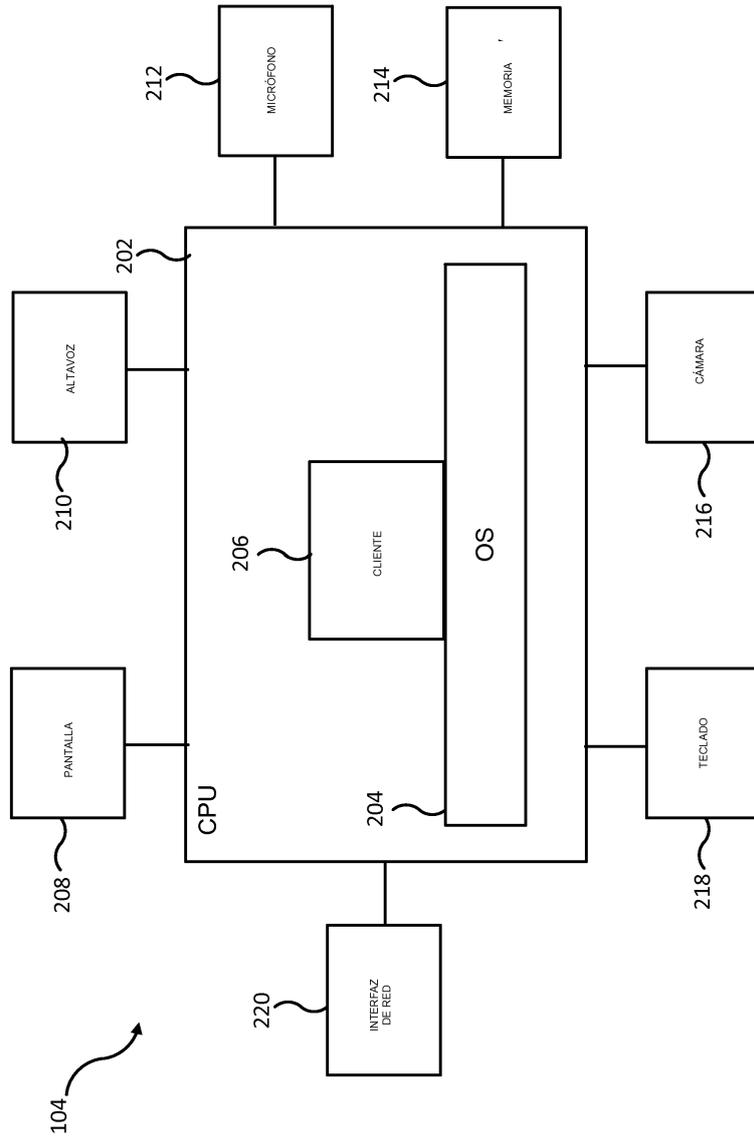


FIG. 2

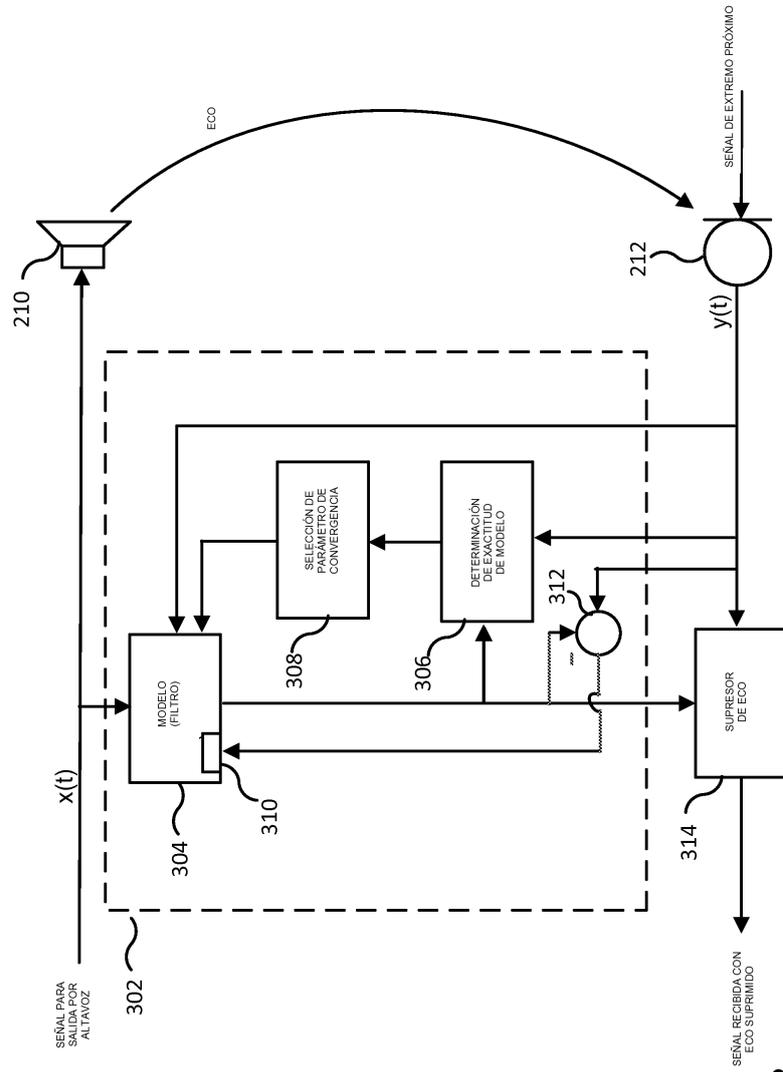


FIG. 3

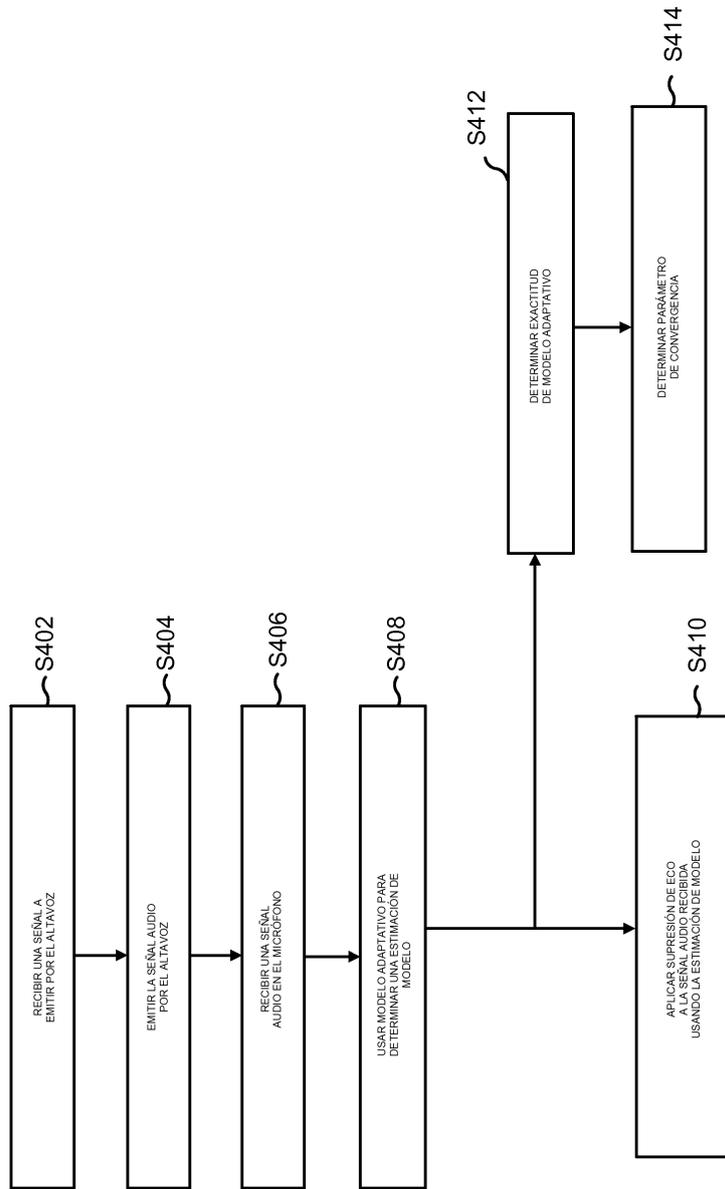


FIG. 4