(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 625 952**

(51) Int. CI.:

G10L 19/00 (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2006 PCT/DK2006/000053**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2006 WO06079348**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2006 E 06704595 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 1846920**

(54) Título: **Método para la generación de tramas de ocultación en sistema de comunicación**

(30) Prioridad:

31.01.2005 DK 200500146

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.07.2017

(73) Titular/es:

SKYPE LIMITED (100.0%)
ARTHUR COX BUILDING EARLSFORT CENTRE
EARLSFORT TERRACE
DUBLIN 2, IE

(72) Inventor/es:

ANDERSEN, SØREN, VANG

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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

Método para la generación de tramas de ocultación en sistema de comunicación

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a sistemas de telecomunicación. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método, a un dispositivo y a una disposición que compensa la pérdida y/o fluctuación de retardo y/o desplazamiento de reloj de paquetes de señales para mejorar la calidad de la transmisión de señal a través de sistemas de telecomunicaciones inalámbricos y de redes conmutadas de paquetes.

Antecedentes de la invención

Las telecomunicaciones modernas se basan en la transmisión digital de señales. Por ejemplo, en la figura 1, un transmisor 200 recoge una señal de sonido desde una fuente 100. Esta fuente puede ser el resultado de una o más personas que hablan y otras fuentes de ondas acústicas recogidas por un micrófono, o puede ser un sistema de almacenamiento o de generación de señales de sonido, tal como una síntesis de texto a voz o el sistema de diálogo. Si la señal de la fuente es analógica, se convierte a una representación digital por medio de un convertidor analógico a digital. La representación digital se codifica posteriormente y se coloca en paquetes siguiendo un formato adecuado para el canal digital 300. Los paquetes se transmiten a través del canal digital. El canal digital comprende típicamente múltiples capas de abstracción.

En la capa de abstracción en la figura 1, el canal digital toma una secuencia de paquetes como entrada y suministra una secuencia de paquetes como salida. Debido a degradaciones en el canal, típicamente causadas en ruido, imperfecciones, y sobrecarga en el canal, la secuencia de paquetes de salida está típicamente contaminada con pérdida de parte de los paquetes y el retardo del tiempo de llegada y la fluctuación de retardo para otros paquetes. Además, la diferencia en el reloj del transmisor y el receptor puede resultar en un desplazamiento de reloj. Es la tarea del receptor 400 decodificar los paquetes de datos recibidos y convertir las representaciones digitales decodificadas desde el flujo de paquetes y decodificarlas en representaciones digitales de señales y, además, convertir estas representaciones en una señal de sonido decodificada en un formato adecuado para la salida al colector de señales 500. Este colector de señales puede ser una o más personas que se presentan a la señal de sonido decodificada por medio de, por ejemplo, uno o más altavoces. Alternativamente, el colector de señal puede ser un sistema de almacenamiento de voz o de audio o un sistema de diálogo o reconocedor de voz o de audio.

Es la tarea del receptor reproducir con precisión una señal que se puede presentar al colector. Cuando el colector comprende directa o indirectamente oyentes humanos, un objeto del receptor es obtener una representación de la señal de sonido que, cuando se presenta a los oyentes humanos, reproduce con precisión la impresión humanamente percibida y la información de la señal acústica de la fuente o fuentes. Para asegurar esta tarea en el caso común donde el canal degrada la secuencia recibida de paquetes con pérdida, retardo, fluctuación de retardo, y desplazamiento de reloj, puede presentarse, además, una ocultación eficaz que es necesaria como parte del subsistema receptor.

A modo de ejemplo, una posible implementación de un subsistema receptor para realizar esta tarea se ilustra en la figura 2. Como se indica en esta figura, los paquetes entrantes se almacenan en una memoria intermedia de fluctuación 410 donde una unidad de decodificación y ocultación 420 adquiere representaciones de señal codificadas recibidas, y decodifica y oculta estas representaciones de señal codificadas para obtener representaciones de señal adecuadas para su almacenamiento en una memoria intermedia de reproducción 430 y su reproducción posterior. El control de cuándo iniciar la ocultación y qué parámetros específicos de esta ocultación, tal como la longitud de la señal oculta, puede, como un ejemplo, realizarse mediante una unidad de control 440, que monitoriza el contenido de la memoria intermedia de fluctuación y la memoria intermedia de reproducción y controla la acción de la unidad de decodificación y ocultación 420.

La ocultación se puede realizar también como parte de un subsistema de canal. La figura 3 ilustra un ejemplo de un subsistema de canal en el cual los paquetes se reenvían desde un canal 310 a un canal 330 a través de un subsistema 320, que para referencia posterior llamamos la retransmisión. En sistemas prácticos, la función de la retransmisión se puede realizar mediante unidades, que pueden adoptar una variedad de nombres dependientes del contexto, tales como diversos tipos de enrutadores, servidores proxy, servidores de borde, controladores de acceso de red, controladores de red de área local inalámbrica, puertas de enlace de voz sobre IP, puertas de enlace de medios, controladores de red sin licencia, y otros nombres. En el presente contexto, todos estos son ejemplos de sistemas de retransmisión.

Un ejemplo de un sistema de retransmisión que es capaz de hacer la ocultación de audio se ilustra en la figura 4. Como se ilustra en esta figura, los paquetes se reenvían desde una memoria intermedia de entrada 310 a una memoria intermedia de salida 360 a través de subsistemas de conmutación de paquetes 320 y 350. La unidad de control 370 monitoriza las memorias intermedias de entrada y salida, y como resultado de esta monitorización, toma decisiones de si es necesaria la transcodificación y la ocultación. Si este es el caso, los interruptores dirigen los

paquetes a través de la unidad de transcodificación y de ocultación 330. Si este no es el caso, los interruptores dirigen los paquetes a través del subsistema de acción de protocolos mínimos 340, lo que hará que un mínimo de operaciones en las cabeceras de los paquetes permanezca compatible con los protocolos aplicados. Esto puede comprender etapas de alteración de número de secuencia y de sello de tiempo de los paquetes.

En la transmisión de señales de audio que utilizan sistemas ejemplificados por, pero no limitado a, las descripciones anteriores, existe la necesidad de ocultación de pérdida, retardo, fluctuación de retardo, y/o desplazamiento de reloj en señales representativas, o parcialmente representativas, de la señal de sonido. Las técnicas anteriores de abordar esta tarea de ocultación se categorizan en métodos de repetición de tono y métodos de modificación de la escala de tiempo.

Los métodos de repetición de tono, a veces realizados en el modelo de oscilador, se basan en una estimación del periodo de tono en la voz hablada o, alternativamente, en la estimación de la frecuencia fundamental correspondiente de la señal de voz hablada. Dado el periodo de tono, una trama de ocultación se obtiene por lectura repetida del último periodo de tono. Discontinuidades al principio y al final de la trama de ocultación y entre cada repetición del periodo de tono pueden alisarse utilizando un procedimiento de adición de superposición dividida. Véase la patente número WO 0148736 y la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.711 Apéndice 1 para ejemplos del método de repetición de tono.

Los sistemas de la técnica anterior integran ocultación basada en la repetición de tono con decodificadores basados en el principio de codificación predictiva lineal. En estos sistemas la repetición de tono se realiza típicamente en el dominio de excitación de predicción lineal mediante una lectura del predictor a largo plazo o bucle de libro de códigos adaptativo. Véase la patente número US5699481, la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.729, y la Solicitud del grupo de trabajo de ingeniería de Internet para comentarios 3951 para ejemplos de ocultación de repetición de tono basados en el dominio de excitación de predicción lineal. Los métodos anteriores se aplican para ocultar una pérdida o un retardo creciente, es decir, una fluctuación de retardo positivo, y situaciones de entrada o memoria intermedia de fluctuación de flujo inferior o cerca de flujo inferior, por ejemplo, debido a desplazamiento de reloj. Para ocultar un retraso decreciente, una fluctuación de retardo negativo, o un desbordamiento de entrada o de memoria intermedia de fluctuación o cerca del desbordamiento, es necesaria la generación de una señal de ocultación acortada. Métodos basados en el tono logran esto mediante un procedimiento de adición de solapado entre un periodo de tono y un periodo de tono anterior. Véase la patente número WO 0148736 para un ejemplo de este método.

De nuevo, esto se puede lograr mientras que la explotación de instalaciones presentes en decodificadores predictivos lineales. Como un ejemplo, la patente número US5699481 divulga un método mediante el cual vectores de contribución del libro de códigos fijo se descartan simplemente a partir de la señal de reproducción, basándose en el estado del libro de códigos adaptativo para asegurar la periodicidad de tono en la señal reproducida. En relación con los métodos de repetición de tono, un objeto es una continuación de la señal sin costuras desde la trama de ocultación a la trama siguiente. La patente WO 0148736 divulga un método para lograr este objeto. Mediante la invención descrita en el documento WO 0148736, este objeto se consigue por medio de tramas de ocultación de variables en el tiempo y, posiblemente, una longitud dependiente de la señal. Mientras que este puede asegurar de manera eficiente la continuación de la señal sin costuras en conexión con la ocultación de la fluctuación de retardo y el desplazamiento de reloj, esta solución introduce una deficiencia en relación con sistemas del tipo representado en la figura 4. Siguiendo a este tipo de ocultación, no se puede garantizar una codificación de la ocultación en tramas de longitud predeterminada fija que conecta sin costuras con las tramas ya codificadas que se retransmiten preferiblemente a través de la acción de protocolos mínimos 340.

Un problema recurrente en los métodos basados en la repetición de tono para la ocultación de pérdida y que bruscamente aumentan el retraso es que la repetición de ciclos de tono hace que la señal reproducida suene poco natural. Más específicamente, esta señal de audio se vuelve demasiado periódica. En el peor de los casos, los llamados sonidos de cuerda se perciben en la señal de sonido reproducida. Para aliviar este problema, existen numerosos métodos en la técnica anterior. Estos métodos incluyen el uso de periodos de repetición que son el doble o el triple del periodo de paso estimado. Como un ejemplo, la solicitud del grupo de trabajo de ingeniería de Internet para comentarios 3951 describe un método por el cual se utilizó dos veces el periodo de tono estimado si el periodo de tono estimado es inferior a 10 ms. Como otro ejemplo, la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.711 Apéndice 1 describe un método mediante el que una duplicación y, más tarde una triplicación, del periodo de repetición se introduce a repetir dos y más tarde tres ciclos de tono, en lugar de repetir un único periodo de tono. Véase la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.711 Apéndice 1 para una descripción completa de este método. Por otra parte, una mezcla de la señal de ocultación con un componente de señal aleatoria o similar a aleatoria con un nivel, que es dependiente del nivel de sonoridad de la voz, y una atenuación gradual de la señal de ocultación se introduce típicamente para aliviar sonidos de cuerda. A veces, esta señal similar a aleatoria se deriva mediante operaciones sobre la señal de la memoria intermedia o mediante el uso de instalaciones, tales como libros de códigos aleatorios que ya están disponibles en el decodificador. Véase la patente número US5699481, la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.729, y la Solicitud del grupo de trabajo de ingeniería de Internet para comentarios 3951 para ejemplos de uso de estas características. También la atenuación gradual se utiliza para suprimir artefactos

introducidos. Considerando esto, dado el método de ocultación subyacente, puede ser la mejor opción según la interpretación de un oyente de extremo cercano. Un oyente extremo alejado, en un escenario con retorno de eco y un filtro adaptativo para cancelar este eco, puede interpretar el efecto de esta atenuación como predominantemente negativo. Esto es debido a que la atenuación disminuye la persistencia de la excitación del cancelador de eco adaptativo. De esta manera, el seguimiento de esto para la trayectoria de eco real se degrada, y el oyente de extremo puede experimentar un mayor retorno de eco.

Métodos de modificación de escala de tiempo del tipo descrito, por ejemplo, en Linag, Farber y Girod, "Adaptive Playout Scheduling and Loss Concealment for Voice Communication over IP Networks", IEEE Transactions on Multimedia, vol. 5, n.º 4, páginas 532-543, diciembre de 2003 funcionan a través de un procedimiento de adición de superposición alisado coincidente. En este procedimiento un segmento de señal está en la memoria intermedia, pero la señal aún no reproducida se divide de manera alisada y se identifica como el segmento de plantilla, posteriormente otros segmentos enmarcados de manera alisada se buscan para identificar el segmento similar, donde puede haber similitud, por ejemplo, en la medida de correlación. El segmento de plantilla dividido de manera alisada y el segmento similar dividido de manera alisada posteriormente se superponen y se añaden para producir la señal modificada de escala de tiempo. Cuando la reproducción de escala de tiempo se extiende, la región de búsqueda para el segmento similar se coloca delante del segmento de plantilla en el tiempo de la muestra. A la inversa, cuando la reproducción de escala de tiempo se comprime, la región de búsqueda para el segmento similar se coloca por delante del segmento de plantilla en el tiempo de la muestra. En los métodos conocidos de modificación de escala de tiempo, la longitud de la plantilla y del segmento similar y de las ventanas aplicadas a los mismos están predefinidos antes de la ejecución de la modificación de escala de tiempo, estas cantidades no están adaptadas en respuesta a las características de la señal particular sobre la que se aplica la modificación de la escala de tiempo. Como se observa en Linag, Farber y Girod, "Adaptive Playout Scheduling and Loss Concealment for Voice Communication over IP Networks", IEEE Transactions on Multimedia, vol. 5, n.º 4, páginas 532-543, diciembre de 2003: con la modificación de escala de tiempo de la técnica anterior, retrasos de pico no se pueden aliviar eficazmente desde un punto de partida en una programación de reproducción de bajo retardo, según sea necesario en la comunicación de voz bidireccional en tiempo real a través de redes de paquetes.

El documento WO 00/63881 se refiere a un método y a un aparato para realizar la pérdida de paquetes u ocultación de borrado de tramas (FEC) para un codificador de voz que no tiene un proceso FEC incorporado o estándar. Un receptor con un decodificador recibe tramas codificadas de información de voz comprimida transmitidas desde un codificador. Un detector de tramas perdidas en el receptor determina si una trama codificada se ha perdido o dañado en la transmisión, o borrado. Si la trama codificada no se borra, la trama codificada se decodifica mediante un decodificador y una memoria temporal se actualiza con la salida del decodificador. Un periodo de retardo predeterminado se aplica y la trama de audio se emite entonces. Si el detector de tramas perdidas determina que la trama codificada se ha borrado, un módulo FEC aplica un proceso de ocultación de trama a la señal. Este método sufre con el problema de que las secuencias de ocultación generadas pueden presentar picos relacionados armónicamente en el espectro causados por la periodicidad debido a la repetición de secuencias utilizadas para generar las secuencias de ocultación.

Se conocen otros métodos con puntos de semejanza a la modificación de escala de tiempo y métodos de repetición de tono. Un tipo que se debe mencionar en este contexto se basa en métodos de ocultación sinusoidales. Véase, por ejemplo, Rødbro y Jensen, "Time-scaling of Sinusoids for Intelligent Jitter Buffer in Packet Based Telephony", en IEEE Proc. Taller sobre Codificación de Voz, 2002, páginas 71-73. Dependiendo de la cantidad de interpolación, la repetición de tono, respectivamente, que se logra a través del dominio del modelo sinusoidal mediante estos métodos, estos métodos están sujetos a las mismas limitaciones que se identifican para la repetición de tono y métodos de modificación de escala de tiempo mencionados anteriormente.

Sumario de la invención

La invención divulgada, o más bien realizaciones de la misma, mitiga eficazmente las limitaciones identificadas anteriormente en las soluciones conocidas, por ejemplo, artefactos audibles, así como otras deficiencias no especificadas en las soluciones conocidas.

Específicamente comparando con métodos conocidos basados en la repetición de tono, la invención divulgada proporciona técnicas para generar señales de ocultación representativas de la señal de sonido, donde estas señales de ocultación contienen significativamente menos artefactos perceptivamente molestos, tales como sonidos de cuerda. Se alivia así una limitación de estos sistemas con una mejor calidad del sonido directamente percibido como resultado. Al mismo tiempo, esto se obtiene mientras que, al mismo tiempo, se introduce significativamente menor atenuación en las señales de ocultación. Así se alivia una segunda limitación de los sistemas basados en la repetición de tono. Este alivio de la segunda limitación también da una calidad percibida directamente mejorada de la señal de ocultación en el lado de extremo cercano de la comunicación. Además, el alivio de la segunda limitación da, en sistemas con ecos acústicos y un filtro adaptativo en el extremo cercano para mitigar el efecto de los ecos acústicos percibidos por el extremo lejano, una calidad percibida mejorada en el lado de extremo lejano de la comunicación. Este segundo efecto se obtiene debido a las señales de ocultación de la invención divulgada, debido a que presentan menos atenuación, proporcionan una excitación más persistente para el proceso de adaptación del

filtro de cancelación de eco adaptativo. Además, la robustez de la técnica divulgada al ruido de fondo acústico supera la de los métodos basados en repetición de tono conocidos.

Por otra parte, y, específicamente, en comparación con métodos conocidos de modificación de escala de tiempo, la invención divulgada permite una ocultación de retrasos de pico en un sistema con bajo retardo de reproducción de salida o programación de memoria intermedia de salida, según sea necesario en comunicación de voz bidireccional en tiempo real a través de redes de paquetes. Así se alivia esta importante limitación en la modificación conocida de escala de tiempo.

En un primer aspecto, la invención proporciona un método para generar una secuencia de muestras de ocultación en relación con la transmisión de una señal de audio digitalizada, donde el método comprende la generación de la secuencia de muestras de ocultación a partir de muestras de memoria intermedia de la representación digitalizada de la señal de audio en orden de tiempo de muestra, donde al menos dos subsecuencias consecutivas de muestras en la secuencia de muestras de ocultación se basan en subsecuencias de muestras de memoria intermedia, donde dichas subsecuencias de muestras de memoria intermedia son consecutivas en el tiempo reordenado.

Las siguientes definiciones se aplican al primer aspecto y serán utilizadas a lo largo de la presente divulgación. Por una "muestra" se entiende una muestra procedente de una señal de audio digitalizada o de una señal derivada de la misma o coeficientes o parámetros representativos de tales señales, siendo estos coeficientes o parámetros escalares o vectoriales valorados. Por una "trama" se entiende un conjunto de muestras consecutivas, usando la definición de la muestra anterior. Por "subsecuencia" se entiende un conjunto de una o más muestras consecutivas, usando la definición anterior de muestra. Por lo tanto, en un caso especial, una subsecuencia es igual a una muestra. En caso de uso de, por ejemplo, solapado, dos subsecuencias consecutivas pueden incluir muestras solapadas.

Dependiendo de la elección de las tramas, una subsecuencia puede extenderse entre dos tramas consecutivas. En realizaciones preferidas, las subsecuencias están dispuestas de tal manera que una subsecuencia no puede ser un subconjunto de otra subsecuencia.

Preferiblemente, las al menos dos subsecuencias consecutivas de muestras en la secuencia de muestras de ocultación se basan en subsecuencias de muestras de memoria intermedia, donde dichas subsecuencias de muestras de memoria intermedia son consecutivas en orden de tiempo inverso. Por lo tanto, en realizaciones preferidas, una secuencia de muestras de ocultación incluye subsecuencias consecutivas, tales como muestras consecutivas, que se basan en muestras de memoria intermedia consecutivas en orden de tiempo inverso. Por ejemplo, dos, tres, cuatro o incluso más subsecuencias consecutivas de muestras en la secuencia de muestras de ocultación pueden basarse en subsecuencias de muestras de memoria intermedia que son consecutivas en orden de tiempo inverso. En otras palabras, la secuencia de ocultación generada incluye preferentemente partes que se basan en una reproducción inversa más o menos directa de muestras de memoria intermedia. En una realización preferida, la secuencia de muestras de ocultación incluye un conjunto de muestras consecutivas de muestras de memoria intermedia en orden de tiempo inverso. Mediante el cálculo de al menos parte de una secuencia de muestras de ocultación basadas en muestras de memoria intermedia utilizando este reordenamiento o esquema de ordenamiento inverso, se proporciona una secuencia de ocultación de sonido más natural, sin sufrir de efectos de sonido de cuerdas de la técnica anterior y ayuda a eliminar o reducir también varios otros artefactos.

El método descrito tiene un gran número de ventajas en relación con los sistemas de comunicación, por ejemplo, sistemas de VoIP. Aquí, las señales de voz digitalizadas se transmiten en tramas y la comunicación está sujeta a pérdida de tramas y a la fluctuación y a una necesidad de una secuencia de ocultación de muestras, que al menos en parte reduce la interrupción muy audible y molesta de la señal.

En realizaciones preferidas, una ubicación de dichas muestras de memoria intermedia está situada en un punto que evoluciona gradualmente hacia atrás y hacia delante en el tiempo de muestra durante la generación de la secuencia de muestras de ocultación. Esto puede implementarse mediante un generador de patrones de índice que controla esta evolución temporal. Mediante el análisis de muestras de memoria intermedia, este generador de patrones de índice selecciona el inicio, detiene y acelera pasajes de evolución temporal inversa, también controla el inicio de la evolución hacia adelante, se detiene y acelera, y un patrón por el cual la evolución temporal inversa y la evolución temporal hacia delante están en secuencia para producir una secuencia de ocultación de sonido naturalmente.

La secuencia de muestras de ocultación puede comenzar con una subsecuencia basada en una subsecuencia de las muestras de memoria intermedia que es la última en orden de tiempo.

El reordenamiento en el tiempo de subsecuencias puede basarse en un proceso secuencial de indexación y lectura de muestras hacia delante en el tiempo y dando un paso atrás en el tiempo. Preferentemente, el proceso secuencial de indexación y lectura de muestras comprende la etapa de

a) indexación de una muestra de memoria intermedia mediante el paso de un número de muestras de memoria intermedia hacia atrás en orden de tiempo, seguida por la etapa de

b) lectura de un número de muestras de memoria intermedia hacia adelante en orden de tiempo, comenzando con la muestra de memoria intermedia indexada en la etapa a), y uso de las muestras leídas para el cálculo de una subsecuencia de la secuencia de muestras de ocultación,

donde el número de muestras de memoria intermedia leídas hacia adelante es diferente del número de muestras de memoria intermedia pasadas hacia atrás. Con este número siendo diferente, se evita la periodicidad que conduce a los sonidos de cuerda no naturales. El método también se denomina como "pasos hacia atrás" y "longitudes de lectura" en la descripción detallada de realizaciones a continuación.

El número de muestras de memoria intermedia leídas hacia adelante puede ser mayor que o menor que el número de muestras de memoria intermedia pasadas hacia atrás. Preferiblemente, el número de muestras de memoria intermedia leídas hacia adelante es menor que el número de muestras de memoria intermedia pasadas hacia atrás. Esta elección proporcionará un método que evoluciona gradualmente más atrás en el tiempo en las muestras de memoria intermedia y proporciona así una secuencia de ocultación donde las muestras posteriores se basan gradualmente en muestras de memoria intermedia más antiguas, iniciando posteriormente una evolución hacia adelante.

Las subsecuencias de la secuencia de muestras de ocultación pueden calcularse a partir de subsecuencias de las muestras de memoria intermedia mediante la implicación de un procedimiento de adición de superposición ponderado. Las funciones de ponderación en dicho ponderado procedimiento de adición de superposición ponderado pueden ser, además, una función de la frecuencia. El procedimiento de adición de superposición ponderado puede modificarse en respuesta a un indicador de la calidad de coincidencia, siendo este indicador de la calidad de coincidencia una medida en dos o más subsecuencias de muestras que entran en el procedimiento de adición de superposición ponderado.

El reordenamiento en el tiempo puede describirse en parte mediante una evolución hacia delante y hacia atrás de un puntero de ubicación. Preferiblemente, la evolución hacia atrás de dicho puntero de localización está limitada por el uso de un criterio de detención. Los criterios de detención para dicha evolución hacia atrás, el ritmo (o velocidad) de dicha evolución hacia delante y hacia atrás, y el número de dichas evoluciones hacia atrás iniciadas se pueden optimizar de forma conjunta tal como para optimizar la calidad del sonido cuando son interpretadas por un oyente humano.

Preferiblemente, una operación de alisado y ecualización se aplica a las muestras de memoria intermedia. Esto puede hacerse antes de que las muestras se almacenen temporalmente, mientras están que, en la memoria intermedia, o justo antes de que las muestras se utilicen para calcular las muestras de ocultación. Los criterios de detención para la evolución hacia atrás, el ritmo de dicha evolución hacia adelante y de dicha evolución hacia atrás, el número de inicios de dichas evoluciones hacia atrás, y la operación de alisado y ecualización se pueden optimizar de forma conjunta para optimizar la calidad del sonido cuando se interpreta por parte de un oyente humano.

Las evoluciones hacia atrás y hacia delante del puntero de ubicación se pueden optimizar de forma conjunta, tal como para optimizar la calidad del sonido cuando se interpreta por parte de un oyente humano.

Preferiblemente, se aplica un filtrado de fase para minimizar las discontinuidades en los límites entre la secuencia de muestras de ocultación y una trama consecutiva de muestras. La introducción de filtrado de fase ayuda a reducir los problemas de discontinuidad bien conocidos cuando se introduce una secuencia de ocultación. En los casos donde se aplica este filtrado de fase, la optimización conjunta mencionada también puede incluir distorsión de la señal introducida por la fase de filtrado, tal como para optimizar la calidad del sonido cuando es percibido por un oyente humano.

Una mezcla de ruido puede introducirse en la secuencia de muestras de ocultación. Especialmente, una mezcla de ruido puede introducirse en la secuencia de muestras de ocultación, y donde dicha mezcla de ruido se modifica en respuesta al proceso secuencial de muestras de indexación hacia delante en el tiempo y el paso hacia atrás en el tiempo. En tales casos, el proceso secuencial de muestras de indexación hacia delante en el tiempo y el paso hacia atrás en el tiempo y dicha respuesta a la misma puede incluir el uso de una indicación de calidad coincidente.

Una función de atenuación se puede aplicar en la secuencia de muestras de ocultación. Especialmente, esta función de atenuación puede modificarse en respuesta al proceso secuencial de muestras de indexación hacia delante en el tiempo y el paso hacia atrás en el tiempo. El proceso secuencial de muestras de indexación hacia delante en el tiempo y el paso hacia atrás en el tiempo y dicha respuesta a la misma puede incluir el uso de una indicación de calidad coincidente.

Preferiblemente, un número resultante de muestras en la secuencia de muestras de ocultación está predeterminado, por ejemplo, un número de muestras en una trama de ocultación puede ser fijo. El número de muestras es preferentemente independiente de las características de la señal de audio digitalizada. El número predeterminado de muestras tiene preferiblemente un valor entero predeterminado en el intervalo de 5-1000, tal como en el intervalo de 20-500, preferiblemente dependiendo de la frecuencia real de la muestra.

La secuencia de muestras de ocultación puede incluirse en una trama de ocultación. El método puede comprender además la generación de al menos una segunda trama de ocultación consecutiva a la primera trama de ocultación, incluyendo la segunda trama una segunda secuencia de muestras de ocultación. Las secuencias de muestras de ocultación en la primera y segunda tramas de ocultación son preferentemente diferentes, es decir, se evitan preferiblemente copias consecutivas de tramas de ocultación. El uso de tramas que incluyen diferentes secuencias de ocultación conduce a una ocultación del sonido más natural. Preferiblemente, la primera y segunda tramas de ocultación incluyen el mismo número de muestras.

Preferiblemente, al menos una subsecuencia de muestras en la segunda trama de ocultación está al menos parcialmente basada en subsecuencias de muestras de memoria intermedia más atrás en el tiempo que cualquiera de las subsecuencias de muestras incluidas en la primera trama de ocultación. Por lo tanto, las tramas de ocultación posteriores se basan preferentemente en muestras de memoria intermedia más antiguas.

En un segundo aspecto, la invención proporciona un código de programa ejecutable por ordenador adaptado para realizar el método según el primer aspecto. Dicho código de programa puede escribirse en una forma dependiente de la máquina o independiente de la máquina y en cualquier lenguaje de programación como código de máquina o lenguaje de programación de nivel superior.

En un tercer aspecto, la invención proporciona un dispositivo de almacenamiento de programa que comprende una secuencia de instrucciones para un microprocesador, tal como un microprocesador de propósito general, para realizar el método del primer aspecto. El dispositivo de almacenamiento puede ser cualquier tipo de medios de almacenamiento de datos, tal como discos, tarjetas de memoria o lápices de memoria, discos duros, etc.

En un cuarto aspecto, la invención proporciona una disposición, por ejemplo, un dispositivo o aparato, para recibir una señal de audio digitalizada, incluyendo la disposición:

- medios de memoria para almacenar muestras representativas de una señal de audio digitalizada recibida, y

- medios de procesador para realizar el método del primer aspecto.

La implementación de esta invención con medios adecuados, tales como los descritos para las realizaciones preferidas a continuación, permite que un sistema decodificador y de ocultación y/o un sistema de transcodificador y de ocultación oculte de manera eficiente secuencias de paquetes perdidos o retardados sin introducir artefactos perceptualmente molestos. Por otra parte, esto se logra con robustez al ruido de fondo acústico y varios altavoces y sin introducir un desvanecimiento rápido. El aumento de la robustez se obtiene porque la consistencia método, a través de la evolución temporal, es menos dependiente de la estricta periodicidad de la señal que es métodos basados en la repetición. Por lo tanto, nuestra invención permite una comunicación bidireccional de alta calidad de voz en situaciones con ruido acústico de fondo, eco acústico, y/o grave desplazamiento de reloj, pérdida de canal y/o fluctuación de retardo.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se describe en más detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales

la figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de transmisión de sonido de conmutación de paquetes de extremo a extremo sujeto a los efectos de pérdida, retardo, fluctuación de retardo, y/o desplazamiento de reloj;

la figura 2 es un subsistema receptor de ejemplo que logra memoria intermedia de fluctuación, decodificación y ocultación y memoria intermedia de reproducción bajo el control de una unidad de control;

la figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un subsistema de retransmisión de un canal de conmutación de paquetes, sujeto a los efectos de desplazamiento de reloj, pérdida, retardo, y fluctuación de retardo;

la figura 4 es un subsistema de retransmisión que ejemplifica el cumplimiento de la memoria intermedia de entrada, la memoria intermedia de salida, y cuando sea necesario la transcodificación y la ocultación bajo el control de una unidad de control;

la figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un conjunto de realizaciones preferidas de la presente invención;

la figura 5A es un esquema de ilustración de subsecuencias en tramas de ocultación empezando con subsecuencias que se basan en las últimas subsecuencias de memoria intermedia de orden de tiempo inverso;

la figura 5B ilustra otro ejemplo de una secuencia más grande de subsecuencias en tramas de ocultación empezando con las dos últimas subsecuencias de memoria intermedia en orden de tiempo inverso, y donde las

subsecuencias consecutivas se basan en subsecuencias de memoria intermedia más atrás en el tiempo;

la figura 5C ilustra los índices de recuento de muestras en un patrón de indexación formateados mediante pasos hacia atrás y longitudes de lectura;

la figura 6 es un esquema que ilustra señales implicadas en la función de indexación y de interpolación;

la figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra una forma posible de implementar una decisión lógica para detener criterios;

la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra una forma posible de lograr una optimización conjunta iterativa de alisado y ecualización, criterios de detención y número de repeticiones permitidas,

la figura 9 ilustra el uso de desplazamiento circular y adición de superposición en relación con la inicialización y la alimentación de una fase de ajuste de filtro, y

la figura 10 ilustra una realización del procedimiento de adición de superposición ponderada descrito.

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, realizaciones específicas se han mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle en este documento. Se debe entender que, sin embargo, la invención no pretende estar limitada a las formas particulares divulgadas. Más bien, la invención cubre todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción de realizaciones preferidas

El procedimiento según la invención se activa en la unidad de decodificación y ocultación 420 de un receptor tal como el de la figura 2, o se activa en la unidad de transcodificación y de ocultación 330 de una retransmisión, como la de la figura 4 o en cualquier otra ubicación en un sistema de comunicación donde su acción es adecuada. En estas ubicaciones están disponibles una serie de tramas de señal de memoria intermedia y se desean una serie de tramas de ocultación. Las tramas de señal disponibles y los marcos de ocultación deseados pueden consistir en muestras de dominio de tiempo de una señal de audio, por ejemplo, una señal de voz, o pueden consistir en muestras derivadas de las mismas, tal como muestras de excitación de predicción lineales, o pueden consistir en otros coeficientes derivados de la señal de audio y total o parcialmente representativos de tramas de señal de sonido. Ejemplos de tales coeficientes son coeficientes de frecuencia de dominio, coeficientes de modelo sinusoidal, coeficientes de codificación predictiva lineal, coeficientes de interpolación de forma de onda, y otros conjuntos de coeficientes que total o parcialmente son representativos de las muestras de señal de audio.

La figura 5 muestra una realización preferida de la invención. Después de la figura 5, las tramas de señal 595 disponibles, que pueden ser tramas de señal o tramas de ocultación recibidas y decodificadas o transcodificadas a partir de la operación anterior de este u otros métodos para generar tramas de ocultación o una combinación de los tipos de tramas de señal mencionados anteriormente, se almacenan en una memoria intermedia de tramas 600. La señal en la memoria intermedia de trama se analiza mediante un generador de patrones de índice 660. El generador de patrones de índice puede ventajosamente hacer uso de las estimaciones del tono de señal 596 y la voz 597. Dependiendo del diseño general del sistema, estas estimaciones pueden estar disponibles para la entrada desde otros procesos, tal como procesos de descodificación, codificación o transcodificación que se calculan mediante otros medios preferentemente utilizando métodos del estado de la técnica para el análisis de la señal. Además, el generador de patrones de índice toma como entrada el número 598 de tramas de señal de ocultación a generar y punteros 599 al principio y al final de las tramas de señal particulares en la memoria intermedia de tramas que reemplaza la trama o tramas de ocultación. Como un ejemplo, si estas memorias intermedias apuntan al final de la memoria intermedia de trama, entonces esto significa que la trama o tramas de ocultación deben hacerse adecuadas para seguir la señal almacenada en la memoria intermedia de tramas. Como otro ejemplo, si estos punteros señalan un subconjunto no vacío de tramas consecutivas en la memoria intermedia de tramas, entonces esto significa que la trama o tramas de ocultación deben hacerse para sustituir estas tramas en la secuencia de tramas representativa o parcialmente representativa de la señal de sonido.

Para ilustrar esto aún más, se asume que la memoria intermedia de trama 600 contiene tramas de señal A, B, C, D, E, y que el número de tramas de ocultación 598 es de dos. Entonces, si los punteros a las tramas a reemplazar 599 apuntan al final de la memoria intermedia de tramas, esto significa que dos tramas de señal de ocultación deben hacerse seguir en secuencia después de trama de señal E. Por el contrario, si los punteros 599 apuntan fuera de las tramas de señal B, C, D, se deben hacer dos tramas de ocultación para sustituir las tramas de señal B, C, D y para seguir en secuencia después de trama de señal A y para ser seguido en secuencia por la trama de señal E.

En cuanto a los métodos para determinar el número de tramas de ocultación 598 y el subconjunto de tramas que las tramas de ocultación deben llegar a sustituir, es decir, los punteros 599, se deben usar preferiblemente los métodos del estado de la técnica. Así, los datos 596, 597, 598, y 599 junto con las tramas de señal 595 constituyen entradas

al método, dispositivo y disposición de la presente invención.

En ciertos diseños del sistema general, la longitud o dimensión de una trama de señal se mantiene ventajosamente como una constante durante la ejecución de la unidad de ocultación. Entre otros escenarios, este es típicamente el caso cuando la unidad de ocultación está integrada en un sistema de retransmisión donde el resultado de la ocultación se debe poner en paquetes representativos de la señal de sonido dentro de un intervalo de tiempo de longitud predeterminada, determinándose esta longitud predeterminada en otro lugar. Como un ejemplo, esta longitud predeterminada puede determinarse durante las negociaciones de protocolo durante un establecimiento de llamada en un sistema de voz sobre IP, y puede alterarse durante la conversación en respuesta a, por ejemplo, mecanismos de control de congestión de red. Algunas realizaciones de la presente invención, como se verá más adelante, cumplen con este requisito de trabajar con una longitud predeterminada de una trama de señal de una manera ventajosa. Sin embargo, la innovación, como tal, no se limita a estos requisitos del sistema; otras realizaciones de la presente innovación pueden trabajar con ocultaciones que son un número no entero de tramas, y tramas de ocultación que tienen longitudes variables en el tiempo, y donde estas longitudes pueden ser funciones del contenido específico en la memoria intermedia de tramas, posiblemente en combinación con otros factores.

Las realizaciones de la presente invención pueden ventajosamente hacer uso de una operación de alisado y ecualización 610 que opera en la señal 605 desde la memoria intermedia de trama. Este alisado y ecualización genera una señal 615 donde las tramas anteriores en el tiempo que la trama o tramas de ocultación tienen una mayor similitud con la trama o tramas de señal que la trama o tramas de ocultación sustitutas de una trama inmediatamente antes de eso. Alternativamente, si la trama o tramas de ocultación se insertan en secuencia con las tramas existentes sin sustitución, la similitud es con la trama o tramas inmediatamente antes de la posición prevista de la trama o tramas de ocultación. Para su referencia posterior, simplemente llamamos ambos casos como similitud. Similitud es tal como se interpreta por parte de un oyente humano. El alisado y ecualización obtiene una señal con una mayor similitud, mientras que al mismo tiempo preserva una evolución natural del sonido de la señal 615. Ejemplos de operaciones de similitud creciente que se realizan ventajosamente mediante el alisado y la ecualización 610 incluyen el aumento del alisado y la similitud en parámetros tales como envolvente de energía, contorno de tono, grado de voz, corte de voz, y envolvente espectral, y otros parámetros perceptualmente importantes.

Con respecto a cada uno de estos parámetros, transitorios bruscos en la evolución del parámetro dentro de las tramas que se alisan y ecualizan se filtran y el nivel medio del parámetro en estas tramas se modifica de manera alisada para ser más similar en el sentido de similar definido anteriormente. Ventajosamente, la similitud solamente se introduce en una medida, que aún conserva una evolución de sonido natural de la señal. Bajo el control del generador de patrones de índice 660, el alisado y la ecualización pueden mitigar ventajosamente transitorios y discontinuidades que, de lo contrario, pueden producirse en la siguiente operación de indexación y de interpolación 620. Por otra parte, el alisado y la ecualización de contorno de tono ventajosamente pueden controlarse mediante el generador de patrones de índice 660 de una manera tal como para minimizar la distorsión, que finalmente se introduce de otro modo en las tramas de ocultación más tarde mediante el filtro de fase 650. La operación de alisado y ecualización puede ventajosamente hacer uso de la señal o la sustitución, mezcla, interpolación y/o fusión de parámetros con tramas de señal (o parámetros derivados de las mismas) encontrados más atrás en el tiempo en la memoria intermedia de tramas 600. La operación de alisado y ecualización 610 se puede dejar fuera del sistema sin que se aparte del alcance general de la presente invención. En este caso, la señal 615 se equipara a la señal 605 y la entrada de señal 656 y la salida de control 665 del generador de patrones de índice 660 puede en ese caso omitirse del diseño del sistema.

La operación de indexación y de interpolación 620 toma como entrada la señal 615, posiblemente alisada y ecualizada, y un patrón de índice 666. Además, en algunas realizaciones ventajosas de la presente invención, la operación de indexación y de interpolación realiza un indicador de calidad de coincidencia 667 como entrada. El indicador de calidad de coincidencia puede ser un valor escalar por instante de tiempo o puede ser una función de tiempo y de frecuencia. El propósito del indicador de calidad de coincidencia se hará evidente más adelante en esta descripción. El patrón de índice 666 parametriza la operación de la función de indexación y de interpolación.

La figura 5A ilustra un ejemplo de cómo un patrón de índice puede indexar subsecuencias en las muestras de memoria intermedia, BS1, BS2, BS3, BS4, gradualmente hacia atrás en el tiempo en la síntesis de una o más tramas de ocultación. En el ejemplo mostrado, subsecuencias consecutivas CS1, CS2, CS3, CS, CS5, CS6, CS7 en las tramas de ocultación CF1, CF2, CF3 se basan en subsecuencias de memoria intermedia BS1, BS2, BS3 y BS4 de muestras en tramas BF1, BF2. Como se ve, las subsecuencias de ocultación CS1-CS7 se indexan a partir de subsecuencias de memoria intermedia BS1-BS4 con un puntero de ubicación que se mueve gradualmente hacia atrás y luego gradualmente hacia delante en el tiempo como se expresa mediante la notación funcional CS1(BS4), CS2(BS3), CS3(BS2), lo que significa que CS1 se basa en BS4, y así sucesivamente. Por lo tanto, la figura 5A sirve como un ejemplo de ilustración de cómo subsecuencias consecutivas en tramas de ocultación puede seguirse entre sí, sobre la base de subsecuencias de memoria intermedia consecutivas, pero reordenadas en el tiempo. Como se ve, las primeras cuatro subsecuencias de ocultación CS1(BS4), CS2(BS3), CS3(BS2) y CS4(BS1) se eligen para ser la base de las últimas cuatro subsecuencias de muestras de memoria intermedia BS1, BS2, BS3, BS4, en orden consecutivo, pero en orden de tiempo inverso, comenzando así con la última subsecuencia de memoria intermedia

BS1. Después de las primeras cuatro subsecuencias por orden cronológico inverso, siguen tres subsecuencias CS5, CS6, CS7 que se basan todas en subsecuencias de memoria intermedia consecutivas en el orden del tiempo, es decir, BS2, BS3 y BS4, respectivamente. El patrón de índice preferido es un resultado del generador de patrones de índice 660 y puede variar en gran medida con las entradas 656, 596, 597, 598, y 599 a este bloque. La figura 5B da, siguiendo la notación de la figura 5A, otro ejemplo ilustrativo de cómo subsecuencias de ocultación CS1-CS11 se puede basar en subsecuencias de memoria intermedia BS1-BS4 en reordenamiento tiempo. Como se ve, más tarde las subsecuencias de ocultación se basan gradualmente en subsecuencias de memoria intermedia más atrás en el tiempo. Por ejemplo, las primeras dos subsecuencias de ocultación consecutivas CS1 y CS2 se basan en las últimas dos subsecuencias de memoria intermedia BS3, BS4, en orden de tiempo inverso, mientras que una subsecuencia de ocultación posterior, por ejemplo, CS10 se basa en BS1, es decir, una subsecuencia de memoria intermedia más atrás en el tiempo que las utilizados para calcular CS1 y CS2. Por lo tanto, la figura 5B sirve para ilustrar qué subsecuencias de ocultación consecutivas se basan en las subsecuencias de memoria intermedia indexadas hacia delante y hacia atrás en el tiempo de una manera para que la indexación evolucione gradualmente hacia atrás en el tiempo.

En realizaciones ventajosas de la presente invención, esta evolución gradual hacia atrás en el tiempo se formaliza como una secuencia de lo que para el propósito de esta descripción llamamos paso hacia atrás y una secuencia de lo que para el propósito de esta descripción llamamos longitudes de lectura. En realizaciones simples de este formato del patrón de índice, un puntero para señalizar muestras, o parámetros o coeficientes representativos de los mismos, se desplaza hacia atrás en una cantidad igual a un primer paso hacia atrás, después de lo cual una cantidad de muestras, o parámetros o coeficientes representativos de los mismos, se insertan en la trama de ocultación, siendo esta cantidad igual a una primera longitud de lectura. A continuación, el puntero se mueve hacia atrás con una cantidad igual a un segundo paso hacia atrás y una cantidad de muestras, o parámetros o coeficientes representativos de los mismos, se lee igual a una segunda longitud de lectura, y así sucesivamente.

La figura 5C ilustra un ejemplo de este proceso mediante la reordenación de una primera enumeración de muestras indexadas. Esta primera enumeración aparece en el eje de tiempo de la señal, mientras que la lista de enumeración en el eje de tiempo de ocultación de la figura 5C corresponde a la reordenación de las muestras originales, ya que se colocan en la trama de ocultación. Para este ejemplo ilustrado, el primer, segundo, y tercer pasos hacia atrás se escogieron arbitrariamente como 5, 6, 5, respectivamente, y la primera, segunda, y tercera longitudes de lectura fueron igualmente elegidas arbitrariamente como 3, 4, 3, respectivamente. En este ejemplo, las subsecuencias con conjuntos de índice de tiempo {6,7,8}, {3,4,5,6} y {2,3,4}, respectivamente, son subsecuencias que evolucionan gradualmente hacia atrás en el tiempo. Las secuencias de pasos hacia atrás y longitudes de lectura se eligen aquí únicamente con fines de ilustración. Con muestras residuales de voz muestreadas a 16 kHz como un ejemplo, valores típicos de pasos hacia atrás están en el intervalo de 40 a 240, pero no se limita a este intervalo, y los valores típicos para las longitudes de lectura están en el intervalo de 5 a 1000 muestras, pero no se limita a este intervalo. En realizaciones más avanzadas de este formato, la transición de una secuencia dirigida hacia adelante (por ejemplo, tiempo original o una subsecuencia indexada atrás en el tiempo) a otra secuencia dirigida hacia delante, un paso más atrás en el tiempo, se hace gradualmente mediante una interpolación que cambia gradualmente.

La figura 6 ilustra la operación de una realización simple de la función de indexación y de interpolación en respuesta a un paso atrás y un indicador de longitud de lectura y la calidad coincidente correspondiente. A los efectos de ilustración, las tramas de señal aquí consisten en muestras de audio de dominio de tiempo. La interpolación que cambia gradualmente se aplica en la definición general de "muestra" utilizada en esta descripción, es decir, incluyendo coeficientes o parámetros del vector o escalados valorados representativos de las muestras de audio de dominio de tiempo, de una manera similar y, por lo tanto, sencilla. En esta figura, 700 ilustra un segmento de la señal 615. El puntero 705 es el instante de tiempo de muestra tras el instante de tiempo de la muestra de la última muestra generada en la señal de salida de indexación y de interpolación 625. El intervalo de tiempo 750 tiene una longitud igual a la longitud de lectura. El intervalo de tiempo 770 también tiene una longitud igual a la longitud de lectura. El intervalo de tiempo 760 tiene una longitud igual al paso atrás. Las muestras de señal en 700 a partir del tiempo 705 y la longitud de lectura hacia adelante en el tiempo se multiplican una por una con una función de división 720. También las muestras de señal en 700 a partir de una muestra de una ubicación después del paso atrás antes de la ubicación 706 y las muestras de longitudes de lectura por delante de allí se multiplican una por una con una función de división 710. Las muestras resultantes de la multiplicación con la ventana 710 y con la ventana 720 se añaden una por una 730 para dar lugar a las muestras 740 que constituyen un nuevo lote de muestras para la salida 625 de la operación de indexación y de interpolación. Al término de esta operación, el puntero 705 se mueve a la ubicación 706.

En realizaciones simples de la presente invención, las funciones de división 710 y 720 son funciones simples de la longitud de lectura 750. Una de tales funciones simples es elegir la ventana 710 y la ventana 720 como la primera y segunda mitad, respectivamente, de una ventana Hanning de longitud dos veces la longitud de lectura. Mientras que aquí se puede elegir un amplio intervalo de funciones, se observa que para que tales funciones sean significativas en el contexto de la presente invención, deben realizar una interpolación ponderada entre las muestras en el segmento indicado por 750 y las muestras indicadas por 770 de tal manera que gradualmente, pero no necesariamente monótonamente, se mueven desde una ponderación alta en el segmento indicado por 750 a una ponderación alta en el segmento indicado por 770.

En otras realizaciones de la presente invención, las funciones de división 710 y 720 son funciones del indicador de calidad coincidente. Un ejemplo simple de esta función es que, dependiendo de un umbral de correlación normalizado sobre los segmentos de la señal 700 indicados por los intervalos de tiempo 750 y 770, se elige una operación de interpolación para sumar a unidad en amplitudes o en potencias. Otro ejemplo de esta función evita la restricción para sumar amplitudes o potencias a una, sino que optimiza las ponderaciones de división en función de la medida de coincidencia solamente. Un refinamiento adicional de este método toma el valor real de la correlación normalizada y optimiza la operación de interpolación en respuesta a la misma, por ejemplo, usando métodos clásicos de estimación lineal. Sin embargo, ejemplos de métodos preferidos se describen a continuación. En estos ejemplos, el umbral, respectivamente, el valor real de la correlación normalizada da ejemplos de información ventajosa transportada por el indicador de calidad de coincidencia 667. De acuerdo con realizaciones preferidas descritas a continuación, la operación de interpolación puede hacerse para implementar diferentes ponderaciones a diferentes frecuencias. En este caso, el indicador de calidad de coincidencia 667 puede transportar ventajosamente medidas de coincidencia en función de la frecuencia. En realizaciones ventajosas, esta ponderación en función de la frecuencia se implementa como una línea de retardo derivada u otra forma de filtro paramétrico que puede optimizarse para maximizar el criterio de coincidencia.

En la figura 6 se da una ilustración de la operación de indexación y de interpolación cuando la señal 615 (y, por lo tanto, el segmento de señal 700) contienen muestras que son representativas de las muestras de dominio de tiempo de una señal de sonido o de una señal de dominio de tiempo derivada de la misma. Como se mencionó anteriormente, las muestras en tramas 595 y de ese modo en señales 605 y 615 pueden ser ventajosamente de tal manera que cada muestra es un vector (muestras valoradas con vectores), donde dicho vector contiene coeficientes o parámetros, que son representativos o parcialmente representativos de la señal de sonido. Ejemplos de tales coeficientes son frecuencias espectrales en línea, coeficientes de dominio de frecuencia, o coeficientes que definen un modelo de señal sinusoidal, tal como conjuntos de amplitudes, frecuencias y fases. Con una base en esta descripción detallada de realizaciones preferidas de la presente invención, el diseño de las operaciones de interpolación que se aplican ventajosamente a muestras valoradas de vectores es factible para una persona experta en la técnica, ya que los detalles restantes pueden encontrarse descritos en la literatura general para cada uno de los casos específicos de tales muestras valoradas de vectores.

Es ventajoso para la comprensión de la presente invención observar que cuando se aplica la operación de indexación y de interpolación repetidamente con una longitud de lectura que es menor que el paso atrás, entonces el resultado será que las muestras en la señal 625 se convierten en representativas de muestras de señal que están gradualmente más y más atrás en la señal 615. Cuando entonces el paso atrás y/o la longitud de lectura se cambia de tal manera que la longitud de lectura se hace mayor que el paso atrás, entonces este proceso volverá y las muestras en la señal 625 se convierten ahora en representativas de muestras de señal que están gradualmente más y más hacia adelante en la señal 615. Mediante la ventajosa elección de la secuencia de las pasos atrás y la secuencia de longitudes de lecturas, se puede obtener una señal de ocultación larga con variación rica y natural sin tener que llamar para muestras por delante en el tiempo desde la última trama de la señal recibida en la memoria intermedia de trama 600 o incluso sin llamar para muestras por delante de otro instante de tiempo preestablecido, que puede estar situado antes de la última muestra en la última trama recibida en la memoria intermedia de trama 600. Por lo tanto, la ocultación de picos de retardo en un sistema con reproducción de bajo retardo o programación de memoria intermedia de salida se hace posible con la presente invención. En la formulación de la presente descripción, la simple estricta evolución hacia atrás temporal de la señal, que puede ser útil para pensar como un elemento en una forma de realización simple de la presente invención, se realiza mediante el uso repetido de una longitud de lectura de una muestra, un paso atrás de dos muestras y una ventana que 720 que comprende una sola muestra de valor 0 y una ventana 710 que comprende una sola muestra de valor 1,0.

El objeto principal del generador de patrones de índice 660 es para controlar la acción de la operación de indexación y de interpolación 620. En un conjunto de realizaciones preferidas, este control se formaliza en un patrón de indexación 666, que puede consistir en una secuencia de pasos atrás y una secuencia de longitudes de lectura. Este control se puede aumentar aún más con una secuencia de indicaciones de calidad de coincidencia, que a su vez cada uno puede ser, por ejemplo, funciones de frecuencia. Una característica adicional, que puede emitirse desde el generador de patrones de índice, y cuyo uso se aclarará más adelante en esta descripción es un recuento de repetición 668. El significado del número de repeticiones es el número de veces que una evolución hacia atrás en el tiempo en que se inició en la construcción de la trama o tramas de ocultación. El generador de patrones de índice obtiene estas secuencias a partir de una base en información, que puede comprender la señal alisada y ecualizada 656 de salida desde la operación de alisado y de ecualización 610; una estimación de tono 596, una estimación de voz 597, un número 598 de tramas de ocultación a generar y punteros 599 a las tramas a reemplazar. En una realización del generador de patrones de índice, entrará diferentes modos dependiendo del indicador de voz. Tales modos se ejemplifican a continuación.

A modo de ejemplo se utiliza ventajosamente en el dominio de excitación de predicción lineal, si el indicador de voz robustamente indica que la señal es habla sin voz o que ninguna habla activa está presente en la señal, es decir, la señal consiste en ruido de fondo, el patrón de índice generador puede entrar en un modo donde se inicia una simple reversión de la evolución temporal de las muestras de señal. Como se ha descrito anteriormente esto se puede lograr, por ejemplo, mediante la presentación de unos valores de paso atrás iguales a dos y una secuencia de

valores de longitud de lectura igual a uno (esta descripción se basa en la elección de diseño que la operación de indexación y de interpolación identificará por sí misma estos valores y aplicará la función de división adecuada como se describió anteriormente). En algunos casos, esta secuencia puede continuar hasta que una evolución temporal inversa de la señal ha sido implementada por la mitad del número de nuevas muestras necesarias en la trama o tramas de ocultación, después de lo cual los valores en la secuencia de paso atrás pueden cambiar a 0, con lo que se inicia una evolución temporal hacia adelante de la señal, y continúa hasta que el puntero 706 está efectivamente de vuelta en el punto de partida para el puntero 705 en la primera aplicación del paso atrás. Sin embargo, este sencillo procedimiento no siempre será suficiente para tramas de ocultación de alta calidad. Una tarea importante del generador de patrones de índice es la monitorización de criterios de detención adecuados. En el ejemplo anterior, la evolución temporal inversa puede traer el puntero 706 de vuelta a una posición en la señal donde el sonido, tal como se interpreta por un oyente humano, es significativamente diferente desde el punto de partida. Antes de que esto se produzca, debe girarse la evolución temporal.

Realizaciones preferidas de la presente invención pueden aplicar un conjunto de criterios de detención basados en un conjunto de medidas. El siguiente es un ejemplo de algunas de estas medidas y criterios de detención. Si la sonorización indica que la señal en el puntero 706 es voz, a continuación, en el ejemplo anterior a partir de sin voz, la dirección de la evolución temporal de manera ventajosa se puede girar, también si la energía de señal en un área alrededor del puntero 706 es diferente (como se determina por un umbral absoluto o relativo) a partir de la energía de la señal en el punto de partida para el puntero 705, la dirección de la evolución temporal se puede girar de manera ventajosa. Como tercer ejemplo, la diferencia espectral entre una región alrededor del punto de partida para el puntero 705 y la posición actual del puntero 706 podrá ser superior a un umbral y la dirección de evolución temporal se debe girar.

Un segundo ejemplo de un modo puede ser evocado cuando la señal no puede determinarse robustamente como sin voz o que no contiene voz activa. En este modo, la estimación de tono 596 constituye una base para determinar el patrón de índice. Un procedimiento para hacer esto es que busca cada paso hacia atrás dar una correlación normalizada maximizada entre la señal desde el puntero 705 y un ciclo de tono por delante en el tiempo y la señal desde un punto que es un paso atrás antes que el puntero 705 y un ciclo de tono adelantado. La búsqueda de valores potenciales de paso hacia atrás ventajosamente puede estar limitada a una región. Esta región ventajosamente se puede ajustar a más menos un 10 por ciento alrededor del paso atrás previamente encontrado o el retardo de tono si de nuevo no se ha encontrado ningún paso atrás anterior. Una vez que se ha determinado el paso atrás, el valor de la longitud de lectura determinará si la evolución de la señal temporal debería evolucionar hacia atrás o hacia delante en el tiempo y la rapidez con que debería tener lugar esta evolución. Una evolución lenta se obtiene mediante una elección de la longitud de lectura cerca del valor identificado en el paso atrás. Una evolución rápida se obtiene mediante una elección de la longitud de lectura que es mucho más pequeña o más grande que el paso atrás en el caso de la evolución hacia atrás y hacia adelante, respectivamente. Uno de los objetivos del generador de patrones de índice es seleccionar la longitud de lectura para optimizar la calidad del sonido tal como se interpreta por parte de un oyente humano. La selección de la longitud de lectura demasiado cerca del paso atrás puede, en algunas señales, tal como señales que no son suficientemente periódicas, resultar en artefactos molestos perceptualmente como sonidos de cuerda. La selección de la longitud de lectura demasiado lejos del paso atrás implica que se barre un intervalo de tiempo mayor en el registro de tramas en última instancia durante la evolución temporal de la trama o tramas de ocultación, alternativamente que la dirección de la evolución temporal que tiene que ser girarse más veces antes de que se genere la cantidad suficiente de muestras para la trama o tramas de ocultación.

El primer caso puede, en algunas señales, tales como señales que no son suficientemente estacionarias (alternativamente no suficientemente suaves y ecualizadas), resultar en una especie de artefactos perceptualmente molestos que tienen un cierto parecido con un tartamudeo en el sonido de la trama o tramas de ocultación. En el segundo caso, se pueden producir artefactos a modo de sonido de cuerda. Una característica de realizaciones ventajosas de la presente invención es que la longitud de lectura se puede determinar como una función del paso atrás y la correlación normalizada, que está optimizada en la búsqueda del paso atrás óptimo. Una elección simple, pero ventajosa, de esta función en las realizaciones de la presente invención que trabajan en señales de voz y cuando las tramas de señal contienen 20 ms de señal de excitación de predicción lineal muestreada a 16 kHz, es un ejemplo dado por la siguiente función

Longitud de Lectura = [(0,2 + Correlación Normalizada/3) * Paso Atrás]

Cuando corchetes [] se utilizan para indicar redondeo al entero más cercano y cuando los símbolos Longitud de lectura, Correlación Normalizada, y Paso atrás se utilizan para indica la longitud de lectura, la correlación normalizada obtenida para el paso atrás óptimo y el paso atrás correspondiente, respectivamente. La función anterior se incluye solamente como un ejemplo para transmitir una elección ventajosa en algunas realizaciones de la presente invención. Cualquier elección de la longitud de lectura que incluya cualquier relación funcional para obtener esta longitud de lectura es posible sin apartarse de la presente invención. En particular, los métodos ventajosos para seleccionar la longitud leída incluyen el uso del control 665 para parametrizar la operación de alisado y ecualización 610, tal como para llegar a una minimización conjunta de artefactos a modo de sonido de cuerda y a modo de tartamudeo en una trama de ocultación intermedia 625. Esto explica por qué el generador de patrones de índice 660

toma la señal intermedia 656 como entrada en lugar de la salida 615 de la operación de alisado y ecualización: la señal 656 representa versiones potenciales de la señal final 615 bajo el control 665, y permite que el generador de patrones de índice se aproxime a la tarea de optimización por medio de iteraciones. Como es el caso para el modo de voz sin voz y voz no activa anterior, los criterios de detención son esenciales también en este modo. Todos los ejemplos de criterios de detención propuestos en el modo anterior se aplican también a este modo. Además, en este modo, los criterios de detención de la medición de la correlación de tono y normalizada pueden ser ventajosamente parte de realizaciones de la presente invención.

La figura 7 ilustra, como ejemplo, una lógica de decisión ventajosa para una combinación de criterios de detención. En la figura 7, los signos de referencia indican lo siguiente:

800: Identificar si la señal es el tipo de alta correlación, tipo de baja correlación o ninguno de los mismos. Determinar el nivel de energía inicial

801: Determinar el siguiente paso atrás y la correlación normalizada y la longitud de lectura

802: Determinar si la señal ha entrada en el tipo de correlación baja

803: Determinar si la señal ha entrada en el tipo de correlación alta

804: ¿Es la señal de tipo de alta correlación?

805: ¿Es la señal de tipo de baja correlación?

806: ¿Está la energía por debajo del umbral mínimo relativo o por encima del umbral máximo relativo?

807: ¿Está la correlación normalizada por debajo del umbral para el tipo de alta correlación?

808: ¿Está la correlación normalizada por encima del umbral para el tipo de baja correlación?

809: ¿Se han generado suficientes muestras?

En el caso de operación en el dominio de excitación predictiva lineal del habla muestreada a 16 kHz. Los umbrales dirigidos en la figura 7 pueden seleccionarse ventajosamente como sigue: tipo de alta correlación se puede introducir cuando se encuentra una correlación normalizada mayor que 0,8; un umbral para permanecer en el tipo de alta correlación se puede ajustar a 0,5 en correlación normalizada; tipo de baja correlación se puede introducir cuando se encuentra una correlación normalizada inferior a 0,5; un umbral para permanecer en bajo tipo de correlación se puede ajustar a 0,8 en correlación normalizada; una energía relativa mínima se puede ajustar a 0,3; y una energía relativa máxima se puede ajustar a 3,0. Además, otras lógicas se pueden utilizar y otros criterios de detención se pueden utilizar en el contexto de la presente invención sin apartarse del alcance de la presente invención.

La aplicación de criterios de detención significa que una sola evolución, hacia atrás en el tiempo hasta que se generan suficientes muestras o se cumple un criterio de detención y luego hacia adelante en el tiempo de nuevo, no está garantizada para dar el número necesario de muestras para las tramas de ocultación. Por lo tanto, más evoluciones, hacia atrás y hacia delante en el tiempo, se pueden aplicar mediante el generador de patrones de índice. Sin embargo, demasiadas evoluciones hacia delante y hacia atrás pueden crear en algunas señales artefactos a modo de sonido de cuerda. Por lo tanto, realizaciones preferibles de la presente invención pueden optimizar conjuntamente los criterios de detención, la función aplicada en el cálculo de las longitudes de lectura, el control de alisado y de ecualización 665, y el número de las evoluciones hacia adelante y hacia atrás, es decir, el recuento de repetición 668, y si se habilita por los punteros a las tramas a reemplazar 599, se inicia también el número de muestras que evolucionamos hacia adelante en el tiempo antes de cada nueva evolución hacia atrás en el tiempo. Para este fin, la operación de alisado y ecualización puede también ventajosamente controlarse para modificar ligeramente el contorno de tono de la señal. Además, la optimización conjunta puede tener en cuenta la operación del filtro de fase 650, y hacer pequeños cambios en el contorno de tono, tal como dar lugar a un patrón de índice que minimice la distorsión introducida en el filtro de fase conjuntamente con los otros parámetros mencionados anteriormente. Con una base en la descripción de realizaciones preferidas para la presente invención, una persona experta en la técnica entiende que una variedad de herramientas generales de optimización se aplica a esta tarea, incluyendo estas herramientas optimización iterativa, procesos de decisión de Markov, métodos de Viterbi, y otros. Cualquiera de los cuales son aplicables a esta tarea sin apartarse del alcance de la presente invención.

La figura 8 ilustra por medio de un gráfico de flujo un ejemplo de un procedimiento iterativo para llevar a cabo una simple, pero eficaz, optimización de estos parámetros. En la figura 8, los signos de referencia indican lo siguiente:

820: Iniciar controles para alisado y ecualización 665

821: Obtener una nueva señal lisa 656

822: Iniciar criterios de detención

823: Iniciar el número permitido de repeticiones

824: Identificar el patrón de índice para una secuencia de evoluciones hacia atrás y hacia delante distribuidas de manera uniforme sobre las tramas disponibles indicadas por punteros 599 o si apuntan al extremo de las tramas disponibles, evoluciones hacia atrás siguiendo directamente después de evoluciones hacia delante.

825: ¿Es suficiente la cantidad de muestras para el número de tramas de ocultación 598 generadas?

826: ¿Se alcanza el número máximo de repeticiones?

827: Aumentar el número permitido de repeticiones

828: ¿Se alcanza el umbral más flojo para los criterios de detención?

829: Aflojar los umbrales para los criterios de detención

830: Cambiar los controles para aumentar el impacto de alisado y ecualización

Obsérvese que una evolución hacia atrás y hacia delante en el tiempo y una siguiente evolución hacia atrás y hacia delante en el tiempo, en el caso de que la señal suficiente no se haya sintetizado en la evolución o evoluciones hacia atrás y hacia delante en el tiempo anterior, puede variar ventajosamente. Como ejemplos, las secuencias de paso atrás, longitudes de lectura, y funciones de interpolación, y también el puntero de ubicación final después de evolución hacia atrás y hacia delante en el tiempo deben idearse como para minimizar los artefactos de periodicidad, resultando de otra manera de una repetición de patrones de índice similares. Con muestras de dominio residuales de habla de a 16 kHz como un ejemplo, una evolución hacia atrás y hacia delante en el tiempo, generando aproximadamente, por ejemplo, 320 muestras, preferiblemente puede terminar aproximadamente 100 muestras más atrás en la señal que una evolución anterior hacia atrás y hacia delante en el tiempo.

Las realizaciones descritas hasta este punto mitigan eficazmente los problemas de sonidos de cuerda que suenan artificialmente conocidos a partir de métodos de la técnica anterior, mientras que al mismo tiempo permite la ocultación eficiente de los picos de retardo de fluctuación bruscos y las pérdidas abruptas de paquetes repetidos que se producen. Sin embargo, en condiciones adversas de la red, como se encuentran, por ejemplo, en algunos sistemas inalámbricos y redes inalámbricas ad hoc y redes de mejor esfuerzo y otros escenarios de transmisión, incluso el método divulgado en algunos casos puede introducir ligeros componentes de tonalidad en las tramas de ocultación. Una operación de mezcla de ruido menor 630 y un filtro de atenuación agraciado 640 pueden aplicarse así ventajosamente en algunas realizaciones de la presente invención. Las técnicas generales de mezcla de ruido y atenuación son bien conocidas para una persona experta en la técnica. Esto incluye el uso ventajoso de la evolución temporal dependiente de la frecuencia de la potencia del componente de ruido y la evolución temporal dependiente de la frecuencia de la función de atenuación. Una característica específica para el uso de la mezcla de ruido y atenuación en el contexto de la presente invención es el uso explícito del patrón de índice 666, la medida de calidad de coincidencia 667 y/o el recuento de repetición 668 para la parametrización adaptativa de las operaciones de mezcla y atenuación de ruido. En concreto, los índices de patrón de indexación donde muestras de señal inalteradas se colocan en la trama de ocultación y donde las muestras de la trama de ocultación es un resultado de una operación de interpolación. Además, la relación de paso atrás con relación a la longitud de lectura en combinación con la medida de calidad de coincidencia es indicativos de la calidad de percepción resultante de la operación de interpolación. Por lo tanto, ventajosamente, poco o ningún ruido puede mezclarse en las muestras originales, más ruido ventajosamente puede ser mezclado en las muestras que son resultados de un proceso de interpolación y la cantidad de ruido mezclado en estas muestras puede ser ventajosamente una función de la medida de calidad de coincidencia, ventajosamente de una manera de frecuencia diferenciada. Además, el valor de la longitud de lectura en relación con el paso atrás también es indicativo de la cantidad de periodicidad que puede producirse, la mezcla de ruido puede incluir ventajosamente esta medida en la determinación de la cantidad de ruido que se mezcla en la señal de ocultación. El mismo principio se aplica a la atenuación; una atenuación agraciada se utiliza ventajosamente, pero menos atenuación puede introducirse para las muestras que son representativas de muestras de señales originales y más atenuación puede introducirse para las muestras que resultan de la operación de interpolación. Además, la cantidad de atenuación en estas muestras puede ser ventajosamente una función de la indicación de calidad de coincidencia y, ventajosamente, de una manera de frecuencia diferenciada. De nuevo, el valor de la longitud de lectura en relación con el paso atrás también es indicativo de la cantidad de periodicidad que puede producirse; la operación de atenuación puede incluir ventajosamente esta medida en el diseño de la atenuación.

Como se aborda en los antecedentes para la presente invención, un objeto importante de un subconjunto de realizaciones de la presente invención obtiene tramas de ocultación de longitud predeterminada iguales a la longitud

de las tramas de señal regulares. Cuando esto se quería desde una perspectiva de sistema, los medios para este fin pueden ser ventajosamente un filtro de fase 650. Una operación computacionalmente simple, aproximada, pero a menudo suficiente de este bloque, es lograr una adición de superposición lisa entre las muestras que superan los tiempos de longitud de trama predefinidos del número de tramas de ocultación con un subconjunto de cola de muestras a partir de la trama siguiente a las tramas de ocultación. Visto de manera aislada, este método es bien conocido por el estado de la técnica y se utiliza, por ejemplo, en la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.711 Apéndice 1. Cuando sea práctico desde una perspectiva de sistema, el simple procedimiento de adición de superposición se puede mejorar mediante una multiplicación de tramas posteriores con -1, siempre que esto aumente la correlación en la región de adición de superposición. Sin embargo, otros métodos se pueden usar ventajosamente, por ejemplo, en la transición entre tramas de señal de voz, para mitigar adicionalmente el efecto de discontinuidades en los límites de la trama. Uno de tales métodos es un remuestreo de las tramas de ocultación. Visto como un método aislado, esto también es bien conocido por el estado de la técnica. Véase, por ejemplo, Valenzuela y Animalu, "A new voice-packet reconstruction technique", IEEE, 1989. Por lo tanto, discontinuidades atenuantes en los límites de trama pueden realizarse por parte de una persona experta en la técnica. Sin embargo, en realizaciones preferidas de la invención divulgadas en el presente documento, el remuestreo puede continuarse ventajosamente en las tramas siguientes a la última trama de ocultación. Por este medio, la pendiente de cambio temporal y, por lo tanto, el desplazamiento de frecuencia, que es una consecuencia de la técnica de remuestreo, se puede hacer imperceptible cuando se interpreta por parte de un oyente humano. Además, en lugar del remuestreo, el uso de filtros de todo paso variables en el tiempo para mitigar las discontinuidades en los límites de trama divulgadas con la presente invención. Una realización de la misma se dada mediante la ecuación de filtro

H_L(z,t) = (alfa_1(t) + alfa_2(t)*z^(-L))/(alfa_2(t) + alfa_1(t) * z^(-L))

Cuya función se explica a continuación. Supongamos que un barrido de un retraso de L muestras a un retardo de 0 muestras se quiere durante un intervalo de barrido, que puede incluir la totalidad o parte de las muestras en la totalidad o parte de las tramas de ocultación; en tramas antes de las tramas de ocultación; y en tramas después de las tramas de ocultación. Luego, en el comienzo del intervalo de barrido alfa_1(t) se establece en cero y alfa_2(t) se establece en 1,0 para implementar un retraso de L muestras. Cuando el barrido sobre t comienza, alfa_1(t) debería aumentar gradualmente hacia 0,5 y alfa_2(t) debería disminuir gradualmente hacia 0,5. Cuando, en el final del intervalo de barrido alfa_1(t) equivale a alfa_2(t) el filtro H_L(z, t) introduce un retardo de cero. A la inversa, si un barrido de un retraso de cero muestras a un retardo de L muestras se quiere durante un intervalo de barrido, que puede incluir la totalidad o parte de las muestras en la totalidad o parte de las tramas de ocultación; en tramas antes de las tramas de ocultación; y en tramas después de las tramas de ocultación. Luego, en el comienzo del intervalo de barrido alfa_1(t) se establece en 0,5 y alfa_2(t) se establece en 0,5 para implementar un retraso de 0 muestras. Cuando el barrido sobre t comienza, alfa_1(t) debería disminuir gradualmente hacia 0 y alfa_2(t) debería aumentar gradualmente hacia 1,0. Cuando, en el final del intervalo de barrido alfa_1(t) equivale a 0 y alfa_2(t) equivale a 1,0 el filtro H_L(z, t) introduce un retardo de L muestras.

El filtrado anterior es computacionalmente simple, sin embargo, tiene una respuesta de fase no lineal. Por motivos de percepción, esta fase no lineal limita su uso a L relativamente pequeño. Ventajosamente L < 10 para el habla a una frecuencia de muestreo de 16 kHz. Un método para realizar el filtrado para valores mayores de L inicial es iniciar varios filtros para valores L más pequeños que suman hasta el valor L total deseado, estos varios filtros pueden ventajosamente iniciarse en diferentes instantes de tiempo y barrer su intervalo de alfa sobre diferentes intervalos de tiempo. Otro método para aumentar el intervalo de L donde este filtro es aplicable se divulga a continuación. Una estructura que implementa un filtro funcionalmente igual como el anterior para dividir la señal en L polifases y llevar a cabo el siguiente filtrado en cada una de estas polifases.

H_1(z,t) = (alfa_1(t) + alfa_2(t) * z^(-1))/(alfa_2(t) + alfa_1(t) * z^(-1))

Mediante la presente invención, el filtrado polifásico se implementa ventajosamente mediante el uso de muestreo ascendente. Una forma de hacer esto, ventajosamente, es muestrear de manera ascendente cada polifase con un factor K y llevar a cabo el filtrado H_1(z, t) K veces en cada polifase muestreada antes del muestreo descendente con un factor K y la reconstrucción de la señal de fase modificada a partir de las polifases. El factor K puede elegirse ventajosamente como K = 2. Mediante el procedimiento de muestreo ascendente, se obtiene una respuesta de fase, que está más cerca de lineal. De esta manera, se mejora la calidad percibida tal como se interpreta por parte de un oyente humano.

El ajuste de fase descrito anteriormente sobre múltiples tramas es aplicable cuando las tramas de ocultación se insertan en una secuencia de tramas recibidas sin pérdida. También es aplicable cuando las tramas se sacan de la secuencia de señal para reducir el retardo de reproducción de las tramas posteriores. Y es aplicable cuando las tramas se pierden y cero o más tramas de ocultación se insertan entre las tramas recibidas antes y las tramas recibidas después de la pérdida. En estos casos, un método ventajoso para obtener la señal de entrada para este filtro y encontrar el retardo L es como sigue:

1) en las tramas anteriores en el tiempo que el punto de discontinuidad, un método de ocultación, el descrito en el presente documento o cualquier otro, se continúa o se inicia.

2) en las tramas más tarde en el tiempo que la discontinuidad un número de muestras L_test se insertan en el inicio de la trama mediante un método de ocultación, el descrito con el presente documento o cualquier otro, pero con una indexación inversa de las muestras de tiempo.

3) una medida de coincidencia, tal como de correlación normalizado, se aplica entre la trama de ocultación o tramas forman 1) y la trama o tramas de 2), incluyendo las muestras L_test del encabezamiento.

4) El L_test que maximiza la medida de coincidencia se selecciona como L.

5) La trama o tramas de ocultación de 2) y la trama o tramas de 3) ahora están añaden juntas utilizando un procedimiento de adición de superposición ponderada. Considerando que la presente adición de superposición ponderada puede realizarse como es conocido por parte de una persona experta en la técnica, preferiblemente se puede optimizar como se describe más adelante en esta descripción.

6) La trama o tramas resultantes se utilizan como entrada para el filtrado de ajuste de fase descrito anteriormente, iniciado con el valor determinado L. Si L es mayor que un umbral, entonces varios filtros se inician y el coeficiente de barrido en diferentes instantes de tiempo e intervalos de tiempo, con sus valores L, se suman al valor L determinado.

Ventajosamente, en el habla o el habla residual muestreada a 8 o 16 kHz, el umbral anterior puede elegirse en un valor en el intervalo de 5 a 50. Además, ventajosamente, en el habla de voz o el habla de voz residual, las muestras de ocultación L_test y su continuación en la trama siguiente se obtienen mediante desplazamiento circular de las muestras del primer periodo de tono de la trama. De este modo, una medida de correlación sin normalización, correlacionando el período de tono completo, se puede utilizar de manera ventajosa como medida de coincidencia para encontrar el desplazamiento circular L preferido.

La figura 9 ilustra una realización de este método. En esta figura, el ajuste de fase crea una transición suave entre una trama de señal 900 y las siguientes tramas. Esto se realiza como sigue. A partir de la trama de señal 900 y de las anteriores tramas, se genera una señal de ocultación 910. Esta señal de ocultación puede generarse utilizando los métodos divulgados en el presente documento, o usando otros métodos que son bien conocidos por el estado de la técnica. La señal de ocultación se multiplica con una ventana 920 y se añade 925 con otra ventana 930, que se multiplica con una señal generada como sigue: Se genera una señal de ocultación 940, a partir de las muestras 950 siguientes y, posiblemente, 960, aplicando efectivamente un método de ocultación como los divulgados en el presente documento, o usando otros métodos que son bien conocidos a partir del estado de la técnica, y concatenadas con las siguientes muestras 950. El número de muestras en la ocultación 940 se optimiza para maximizar la coincidencia entre la ocultación 910 y la concatenación de 940 y las siguientes muestras 950.

Ventajosamente, la correlación normalizada se puede utilizar como una medida de esta coincidencia. Además, para reducir la complejidad computacional, la coincidencia para el habla de voz o el habla de voz residual se puede limitar para comprender un periodo de tono. En este caso, las muestras de ocultación 940 se pueden obtener como una primera parte de un desplazamiento circular de un periodo de tono, y la medida de correlación sobre un periodo de tono ahora no necesita normalizarse. Así se evitan cómputos para el cálculo del factor de normalización. En cuanto a la operación de indexación e interpolación descrita anteriormente en esta descripción detallada de realizaciones preferidas, las ventanas pueden de nuevo ventajosamente ser una función de un indicador de calidad de coincidencia y/o una función de frecuencia y ventajosamente implementadas como una línea de retardo derivada. La operación del filtro 970 es como sigue. Las primeras L muestras resultantes del procedimiento de adición de superposición se pasan directamente a su salida, y se utilizan para configurar el estado inicial del filtro. A continuación, los coeficientes del filtro se inicializan como se describió anteriormente, y como el filtro se filtra a partir de la muestra L + 1 y estos coeficientes hacia adelante se ajustan gradualmente, como para eliminar gradualmente las L muestras de retardo, como se divulga anteriormente.

Una vez más, en el procedimiento descrito anteriormente, se aplica el método de optimización de las ponderaciones de las ventanas de acuerdo con la maximización del criterio de coincidencia, como se describe anteriormente, y también la generalización de las funciones de división a las ponderaciones dependientes de la frecuencia y para filtros adaptados en la forma de líneas de retardo derivadas u otras formas de filtro paramétrico. En realizaciones ventajosas, la evolución temporal de la ponderación del filtro dependiente de la frecuencia se obtiene mediante una secuencia de tres secuencia de adición de superposición, primero se desvanece la trama o tramas de ocultación a partir de tramas anteriores, segundo se desvanece hasta una versión filtrada de estas con un filtro tal como para coincidir con las tramas de ocultación a partir de tramas posteriores obtenidas en el tiempo indexado inverso, luego se desvanece de nuevo, tercero se desvanece la trama o tramas posteriores en el tiempo. En otro conjunto de realizaciones ventajosas, la evolución temporal de la ponderación del filtro dependiente de la frecuencia se obtiene mediante una secuencia de cuatro secuencia de adición de superposición, primero se desvanece la trama o tramas de ocultación a partir de tramas anteriores, segundo se desvanece hasta una versión filtrada de estas con un filtro tal

como para coincidir con las tramas de ocultación a partir de tramas posteriores obtenidas en el tiempo indexado inverso, luego se desvanece de nuevo, tercero se desvanece una versión filtrada de las tramas posteriores en el tiempo, tal como para mejorar también esta coincidencia, y se desvanece de nuevo, y finalmente, una cuarta ventana se desvanece la trama o tramas posteriores en el tiempo. Otras realizaciones ventajosas de los métodos de adición de superposición ponderada se divulgan más adelante en esta descripción.

En cuanto a la operación de alisado y ecualización 610 en realizaciones en las que se utilizan muestras de dominio residual como parte de la información representativa de la señal de voz, el alisado y la ecualización ventajosamente se pueden aplicar sobre esta señal residual utilizando filtrado adaptado al tono, tal como un filtro de peine o un filtro de muesca periódica. Además, filtrado Wiener o Kalman con un filtro de correlación a largo plazo más el ruido como un modelo para el residual sin filtrar se puede aplicar ventajosamente. De esta manera, la aplicación del filtro Kalman o Wiener, la varianza del ruido en el modelo se aplica para ajustar la cantidad de alisado y de ecualización. Este es un uso un tanto contraintuitivo, ya que este componente es tradicionalmente en la teoría de filtrado Wiener y Kalman aplicada para modelar la existencia de un componente de ruido no deseado. Cuando se aplica en la presente innovación, el propósito es establecer el nivel de alisado y de ecualización. Como una alternativa al filtrado de peine o muesca adaptado al tono y filtrado de tipo Wiener o Kalman, un tercer método se aplica ventajosamente para el alisado y la ecualización de señales residuales en el contexto de la presente innovación. Mediante este tercer método, amplitudes de muestra, por ejemplo, como se aplican ventajosamente para habla sin voz, o vectores consecutivos de muestras, se aplican ventajosamente, por ejemplo, para habla de voz, se hacen cada vez más similares. Posibles procedimientos para realizar esto se describen a continuación para vectores de habla de voz y muestras de habla sin voz, respectivamente.

Para el habla de voz, muestras consecutivas de habla o residual se reúnen en vectores con un número de muestras en cada vector igual a un periodo de tono. Por conveniencia de descripción, aquí designaremos este vector como v(k). Ahora, el método obtiene un vector restante r(k) como un componente de v(k) que no podría encontrarse por algún medio en los vectores de los alrededores v(k-L1), v(k-L1+1), ..., v(k-1) y v(k+1), v(k+2), ..., v(k+L2). Por conveniencia de la descripción, el componente encontrado en vectores de los alrededores se indica a(k). El vector restante r(k) se manipula posteriormente de alguna manera lineal o no lineal para reducir su audibilidad, preservando al mismo tiempo la naturalidad del vector reconstruido resultante, que se obtiene al insertar el componente a(k) en la versión manipulada de r(k).

Esto conduce a la versión alisada y ecualizada del habla de voz o habla residual de voz. Una simple realización del principio descrito anteriormente, utilizando por conveniencia la notación matriz-vector y por simplicidad de ejemplo la noción de combinación lineal y mínimos cuadrados para definir a(k) se da a continuación. Esto simplemente sirve como un ejemplo de una sola realización sencilla del principio general anterior para alisar y ecualizar.

Para los fines de este ejemplo, la matriz M(k) se define como

$$M(k) = [\ v(k-L1)\ v(k-L1+1)....v(k-1)\ v(k+1)\ v(k+2)\ ....\ V(k+L2)]$$

A partir del que a(k) se puede calcular, por ejemplo, como la estimación de mínimos cuadrados de v(k) dado M(k)

$$a(k) = M(k)\ inv(trans(M(k))\ M(k))\ v(k)$$

donde inv() indica inversión de la matriz o pseudo inversión y trans() indica transposición de la matriz. Ahora, el r(k) restante se puede calcular, por ejemplo, mediante sustracción.

$$r(k) = v(k) - a(k)$$

Un ejemplo de la manipulación de r(k) es por el recorte de picos en este vector, por ejemplo, tal como para limitar el valor máximo absoluto de una muestra a un nivel igual a la amplitud máxima del vector r(k) más cercano al punto de partida del procedimiento de ocultación hacia atrás y hacia adelante, o para algunos tiempos del factor de la amplitud de la muestra en la misma posición en el vector, pero en el vector más cercano al punto de partida del procedimiento de ocultación hacia atrás y hacia adelante. El rm(k) restante manipulado se combina posteriormente con el vector a(k) para reconstruir la versión ecualizada de v(k), por conveniencia aquí indicado por ve(k). Esta combinación puede realizarse, como un ejemplo, mediante adición simple:

$$\mathbf{ve(k) = alfa*rm(k) + a(k)}$$

El parámetro alfa en este ejemplo se puede establecer en 1,0 o, ventajosamente, se puede seleccionar para ser menor que 1,0, una elección ventajosa para alfa es 0,8.

Para el habla sin voz, otro método de alisado y de ecualización se puede utilizar con ventaja. Un ejemplo de alisado y ecualización para voz sin habla calcula un ajuste polinómico para amplitudes de señal residual en el dominio logarítmico. Como un ejemplo, un polinomio de segundo orden y en el dominio log10 pueden utilizarse. Después de convertir el ajuste polinómico de dominio logarítmico de vuelta al dominio lineal, la curva de ajuste se normaliza

ventajosamente a 1,0 en el punto que corresponde al punto de partida para el procedimiento hacia atrás y hacia adelante. Posteriormente, la curva de ajuste está limitada inferiormente, por ejemplo, a 0,5, donde después de las amplitudes de la señal residual se puede dividir con la curva de ajuste, tal como para igualar de manera lisa las variaciones en la amplitud de la señal residual sin voz.

En cuanto a los procedimientos ponderados de adición de superposición, algunas, pero no todas las aplicaciones de los cuales se divulgan anteriormente en esta descripción, es decir, la operación de indexación y de interpolación 620 y el método para iniciar la señal de entrada para el filtrado de ajuste de fase 970, los procedimientos pueden realizarse como es conocido por una persona experta en la técnica. Sin embargo, en realizaciones preferidas de los procedimientos ponderados de adición de superposición, los métodos divulgados a continuación se pueden utilizar ventajosamente.

En una realización simple de un procedimiento ponderado de adición de superposición modificado en respuesta a un indicador de calidad de coincidencia, consideramos una primera ventana multiplicada con una primera subsecuencia y una segunda ventana multiplicada con una segunda subsecuencia, y estos dos productos entran en una operación de adición de superposición. Ahora, como un ejemplo, dejamos que la primera ventana sea una ventana de forma cónica hacia abajo, tal como una función monótonamente decreciente, y dejamos que la segunda ventana sea una ventana de forma cónica hacia arriba, tal como una función monótona creciente. En segundo lugar, con el propósito de un ejemplo sencillo, dejamos que la segunda ventana sea parametrizada por unos tiempos de forma de ventana básica de un multiplicador escalar. Definimos ahora: objetivo como dicha primera subsecuencia; w_objetivo como dicha primera subsecuencia de muestra por muestra multiplicada con dicha ventana de forma cónica hacia abajo; w_regresor como dicha segunda subsecuencia de muestra por muestra multiplicada con dicha forma básica de ventana de la ventana cónica hacia arriba; y coef como dicho multiplicador escalar. Ahora el componente multiplicador escalar de la segunda ventana puede optimizarse de tal manera que se minimice un error cuadrático sumado entre el objetivo y el resultado de la operación de adición de superposición. Usando por conveniencia una notación de matriz-vector, el problema puede formularse como la minimización de la diferencia al cuadrado sumado entre el objetivo y la cantidad

W_objetivo + w_regresor*coef

Definiendo a partir de aquí los vectores T y H como

T = objetivo - w_objetivo

H = w_regresor

La solución a esta optimización se da como

$$coef = inv(trans(H)*H)*trans(H)*T$$

Donde inv() indica escalar o matriz de inversión, trans() indica la transpuesta de una matriz o vector y * es la matriz o multiplicación de vector. Ahora, como componentes centrales en las invenciones divulgadas en este documento, este método se puede ampliar para optimizar la forma real de una ventana. Una forma de obtener esto es la siguiente. Se define un conjunto de formas de las que se obtiene la ventana deseada como una combinación lineal de elementos en este conjunto. Definimos ahora H de tal manera que cada columna de H es una forma de esta muestra de conjunto mediante la muestra multiplicada con dicha segunda subsecuencia, y definimos coef como un vector de columna que contiene las ponderaciones desconocidas de estas formas en la función de ventana optimizada. Con estas definiciones, las ecuaciones anteriores que formulan el problema y su solución, se aplican ahora para solucionar una forma más general de la ventana. Naturalmente, el papel de la primera y la segunda ventana se pueden intercambiar en lo anterior, de manera que ahora es la primera ventana para la que se realiza la optimización.

Una realización más avanzada de la presente invención optimiza conjuntamente ambas formas de ventana. Esto se hace mediante la definición de un segundo conjunto de formas de ventana básicas, posiblemente equivalentes con el primer conjunto de formas de ventana, y se seleccionan de manera ventajosa como una indexación invertida de tiempo de las muestras en cada una de las formas de ventana en el primer conjunto de formas de ventana. Ahora definir el w_objetivo como una matriz donde cada columna es una forma básica de ventana a partir de dicho segundo conjunto de formas de ventana muestra por muestra multiplicado por la primera subsecuencia y definir coef como un vector de columna que contiene en primer lugar las ponderaciones para la primera ventana y la segunda de las ponderaciones para la segunda ventana. Entonces, el problema más general se puede formular como la minimización de la diferencia al cuadrado sumada entre el objetivo y la cantidad

[w_objetivo w_regresor]*coef

donde los corchetes [] se utilizan para formar una matriz a partir de submatrices o vectores. Definiendo aquí ahora los vectores T y H como

T = objetivo

H = [w_objetivo w_regresor]

La solución a esta optimización se da como

coef = inv(trans(H)*H)*trans(H)*T

Además, una realización más avanzada de la presente invención optimiza no solo las formas de ventana instantáneas, sino ventanas con una ponderación optimizada dependiente de la frecuencia. Una realización de esta invención aplica la forma de una línea de retardo derivada, aunque la invención en general está de ningún modo limitada a esta forma. Una forma de lograr esta generalización es reemplazar, en la definición de w_objetivo y w_regresor anterior, cada columna con una serie de columnas de cada muestra por muestra multiplicando con la forma básica de ventana correspondiente a la columna que sustituye, pero donde esta forma básica de la ventana es ahora muestra por muestra multiplicada con la subsecuencia relevante retrasada correspondiente a una posición específica en una línea de retardo derivada.

Ventajosamente, las optimizaciones de coeficientes en estos métodos tienen en cuenta una ponderación, restricción, o cálculo secuencial de los coeficientes sin diferir de la invención descrita en el presente documento. Tales ponderaciones pueden incluir ventajosamente la ponderación hacia más ponderación en coeficientes correspondientes a valores bajos de retardo absoluto. Este cálculo secuencial puede calcular ventajosamente coeficientes para bajos valores de retardo absoluto primero, tal como para minimizar la suma de errores al cuadrado utilizando únicamente dichos coeficientes y, posteriormente, repetir este proceso para aumentar los valores de retardo, pero solo en el error restante de las etapas anteriores de este proceso.

En general, las realizaciones de esta invención toman varias subsecuencias como objetivos de la optimización. La optimización en términos generales minimiza una función de distorsión, que es una función de estas subsecuencias de objetivo y la salida del sistema ponderado de adición de superposición. Esta optimización puede, sin apartarse de la presente invención, aplicar diversas restricciones en la selección de formas básicas y retrasos y su ponderación en la adición de superposición general. Dependiendo de la selección exacta de las formas, el efecto de adición de superposición se desvaneció gradualmente de manera ventajosa a partir de subsecuencias siguientes a la región de adición de superposición en el tiempo.

La figura 10 ilustra una realización del método de adición de superposición descrito. Esta figura es solo para el propósito de ilustrar una realización de esta invención, ya que la invención no se limita a la estructura exacta en esta figura. En la figura 10, una subsecuencia 1000 entra la adición de superposición optimizada de la forma del tiempo y de la frecuencia con otra subsecuencia 1010. Cada una de estas subsecuencias entra en una línea de retardo separada, donde en la figura, z designa un avance de tiempo de una muestra y z-1 designa un tiempo de retardo de una muestra, y donde los retardos seleccionados de 1, -1, y 0 son puramente para el propósito de ilustración: otros retardos, más y menos, pueden ventajosamente utilizarse en conexión con la presente invención. Cada versión retardada de cada subsecuencia ahora se multiplica por un número de formas de ventana de base, y el resultado de cada una de éstas se multiplica por un coeficiente que se encuentran de forma conjunta con los otros coeficientes en el transcurso de la optimización. Después de la multiplicación con estos coeficientes, las subsecuencias resultantes se suman para producir la salida 1020 a partir de la adición de superposición optimizada de la forma de tiempo y de frecuencia. La optimización 1030 de los coeficientes toma, en el ejemplo de la figura 10, las subsecuencias 1040 y 1050 como entrada, y minimiza una función de distorsión, que es una función de 1040 y 1050 y la salida 1020.

En las reivindicaciones, los signos de referencia en las figuras se incluyen solamente por razones de claridad. Estas referencias a realizaciones de ejemplo en las figuras no deben de ninguna manera interpretarse como limitativas del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para generar una secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) en conexión con la transmisión de una señal de audio digitalizada, en donde el método comprende la generación de la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) a partir de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) de la representación digitalizada de la señal de audio en el orden de tiempo de la muestra,
caracterizado por que la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) comprende al menos unas dos primeras subsecuencias consecutivas de muestras de ocultación y unas segundas dos subsecuencias consecutivas de muestras de ocultación ((CS1, CS2), (CS9, CS10)),
en donde las primeras dos subsecuencias consecutivas de muestras de ocultación se basan en unas dos primeras subsecuencias de muestras de memoria intermedia ordenadas en orden de la muestra inversa, y en donde se basan las dos segundas subsecuencias consecutivas de muestras de ocultación ((CS1, CS2), (CS9, CS10)) en unas segundas dos subsecuencias de muestras de memoria intermedia ((BS4, BS3), (BS2, BS1)), ordenadas en orden de tiempo de muestra inversa,
en donde dichas segundas dos subsecuencias consecutivas de muestras de ocultación (CS9, CS10) están situadas más adelante en la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) que las primeras dos subsecuencias consecutivas de muestras de ocultación (CS1, CS2), y
en donde una primera subsecuencia (CS1) de las primeras dos subsecuencias consecutivas de las muestras de ocultación (CS1, CS2) se basa en una primera subsecuencia de muestras almacenadas de memoria intermedia (BS4) y una primera subsecuencia (CS9) de las segundas dos subsecuencias consecutivas de muestras de ocultación (CS9, CS10) se basa en una segunda subsecuencia de muestras de memoria intermedia (BS2), en donde la segunda subsecuencia de muestras de memoria intermedia (BS2) se encuentra más atrás en el tiempo de muestreo que la primera subsecuencia de muestras de memoria intermedia (BS4).

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las respectivas primeras dos subsecuencias de muestras de memoria intermedia y segundas dos subsecuencias de muestras de memoria intermedia ((BS4, BS3), (BS2, BS1)) son consecutivas en orden de tiempo inverso.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde al menos tres subsecuencias consecutivas (CS8, CS9, CS10) en la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) se basan en al menos tres subsecuencias consecutivas de las muestras de memoria intermedia (BS3, BS2, BS1) en orden de tiempo de muestreo inverso.

4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) se inicia con una subsecuencia (CS1) basada en una subsecuencia de las muestras de memoria intermedia (BS4) que es la última en el orden del tiempo de muestreo.

5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichas subsecuencias de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) se reordenan en tiempo de muestra a base de un proceso secuencial de indexación y lectura de un número de muestras de memoria intermedia hacia delante en orden de tiempo y pasando un número de muestras de memoria intermedia hacia atrás en orden de tiempo.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dicho proceso secuencial de indexación y lectura de muestras de memoria intermedia comprende la etapa de

a) indexación de una muestra de memoria intermedia mediante el paso de un número de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) hacia atrás en orden de tiempo, seguida por la etapa de
b) lectura de un número de muestras de memoria intermedia hacia adelante en orden de tiempo, comenzando con la muestra de memoria intermedia indexada en la etapa a), y uso de las muestras leídas para el cálculo de una subsecuencia de la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11),

en donde el número de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) leídas hacia adelante es diferente del número de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) pasadas hacia atrás.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el número de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) leídas hacia adelante es mayor que el número de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) pasadas hacia atrás.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el número de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) leídas hacia adelante es menor que el número de muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) pasadas hacia atrás.

9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichas subsecuencias de la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) se calculan a partir de subsecuencias de las muestras de memoria intermedia (BS1-BS4) mediante la implicación de un procedimiento de adición de superposición ponderada.

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde las funciones de ponderación en dicho procedimiento de adición de superposición ponderada son, además, una función de la frecuencia.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en donde dicho procedimiento de adición de superposición ponderada se modifica en respuesta a un indicador de calidad de coincidencia.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el indicador de calidad de coincidencia es sensible a dos o más subsecuencias de muestras que entran en el procedimiento de adición de superposición ponderada.

13. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 5 a 12, en donde dicha reordenación en tiempo de la muestra se describe mediante una evolución hacia atrás y hacia delante de un puntero de ubicación.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde dicha evolución hacia atrás de dicho puntero de ubicación está limitada por el uso de un criterio de detención.

15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una operación de alisado y de ecualización se aplica a dichas muestras de memoria intermedia (BS1-BS4).

16. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde dichos criterios de detención para dicha evolución hacia atrás, el ritmo de dicha evolución hacia delante y hacia atrás y el número de dichas evoluciones hacia atrás iniciadas se optimizan conjuntamente tal como para optimizar la calidad del sonido cuando se interpreta por parte de un oyente humano mediante la aplicación de uno de un método de optimización iterativo, un proceso de decisión de Markov o un método de Viterbi.

17. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en donde dichos criterios de detención para la evolución hacia atrás, el ritmo de dicha evolución hacia delante y dicha evolución hacia atrás, mediante un número de dichas evoluciones hacia atrás iniciadas y dicha operación de alisado y ecualización se optimizan conjuntamente tal como para optimizar la calidad del sonido cuando se interpreta por parte de un oyente humano mediante la aplicación de uno de un método de optimización iterativo, un proceso de decisión de Markov o un método de Viterbi.

18. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, en donde dichas evoluciones hacia adelante y hacia atrás del puntero de ubicación se optimizan conjuntamente tal como para optimizar la calidad del sonido cuando se interpreta por parte de un oyente humano mediante la aplicación de uno de un método de optimización iterativo, un proceso de decisión de Markov o un método de Viterbi.

19. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se aplica un filtrado de fase para minimizar las discontinuidades en los límites entre la secuencia de muestras de ocultación y una trama consecutiva de muestras.

20. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en donde se aplica un filtrado de fase para minimizar discontinuidades en los límites entre la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) y una trama consecutiva de muestras, y en donde dicha optimización conjunta también incluye la distorsión de la señal introducida por el filtrado de fase, tal como para optimizar la calidad del sonido cuando es percibido por un oyente humano.

21. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una mezcla de ruido se introduce en la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11).

22. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde una mezcla de ruido se introduce en la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11), y en donde dicha mezcla de ruido se modifica en respuesta al proceso secuencial de la indexación de un número de muestras de memoria intermedia hacia delante en orden de tiempo de la muestra y el paso de un número de muestras de memoria intermedia hacia atrás en orden de tiempo de la muestra.

23. Un método de acuerdo con la reivindicación 22, en donde dicho proceso secuencial de indexación de un número de muestras de memoria intermedia hacia adelante en el orden del tiempo de la muestra y el paso hacia atrás de un número de muestras de memoria intermedia en el orden de tiempo de la muestra y dicha respuesta al mismo incluye el uso de una indicación de calidad de coincidencia.

24. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una función de atenuación se aplica en la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11).

25. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde una función de atenuación se aplica en la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11), y en donde dicha función de atenuación se modifica en respuesta al proceso secuencial de la indexación de un número de muestras de memoria intermedia hacia delante en orden de tiempo de

la muestra y el paso de un número de muestras de memoria intermedia hacia atrás en orden de tiempo de la muestra.

26. Un método de acuerdo con la reivindicación 25, en donde el proceso secuencial de indexación de un número de muestras de memoria intermedia hacia adelante en el orden del tiempo de la muestra y el paso hacia atrás de un número de muestras de memoria intermedia en el orden de tiempo de la muestra y dicha respuesta al mismo incluye el uso de una indicación de calidad de coincidencia.

27. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un número resultante de muestras en la secuencia de muestras de ocultación (CS1-CS11) está predeterminado.

28. Un método de acuerdo con la reivindicación 27, en donde dicho número predeterminado de muestras es independiente de las características de la señal de audio digitalizada.

29. Un método de acuerdo con la reivindicación 27 o 28, en donde dicho número predeterminado de muestras tiene un valor entero predeterminado en el intervalo de 5-1000, tal como en el intervalo de 20-500.

30. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la secuencia de muestras de ocultación está incluida en una primera trama de ocultación (CF1).

31. Un método de acuerdo con la reivindicación 30, en donde el método comprende además la generación de al menos una segunda trama de ocultación (CF2) consecutiva a la primera trama de ocultación (CF1), incluyendo la segunda trama (CF2) una segunda secuencia de muestras de ocultación.

32. Un método de acuerdo con la reivindicación 31, en donde las secuencias de muestras de ocultación en la primera y segunda trama de ocultación son diferentes.

33. Un método de acuerdo con la reivindicación 31 o 32, en donde la primera y segunda trama de ocultación (CF1, CF2) incluyen el mismo número de muestras.

34. Un método de acuerdo con la reivindicación 33, en donde al menos una subsecuencia de muestras en la segunda trama de ocultación (CF2) está al menos parcialmente basada en subsecuencias de muestras de memoria intermedia más atrás en el tiempo de muestra que cualquiera de las subsecuencias de muestras incluidas en la primera trama de ocultación (CF1).

35. Código de programa ejecutable por ordenador adaptado para realizar el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

36. Un dispositivo de almacenamiento de programa que comprende una secuencia de instrucciones para un microprocesador, tal como un microprocesador de propósito general, para realizar el método como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 34.

37. Una disposición para recibir una señal de audio digitalizada, incluyendo la disposición:

- medios de memoria para almacenar muestras representativas de una señal de audio digitalizada recibida, y
- medios de procesador para realizar el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 34.

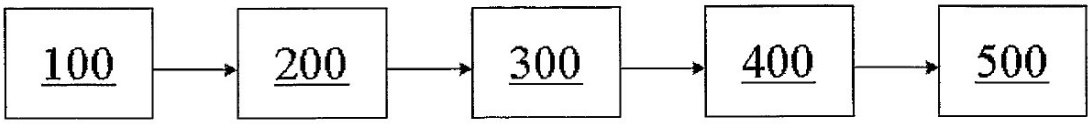

Fig. 1
(Técnica anterior)

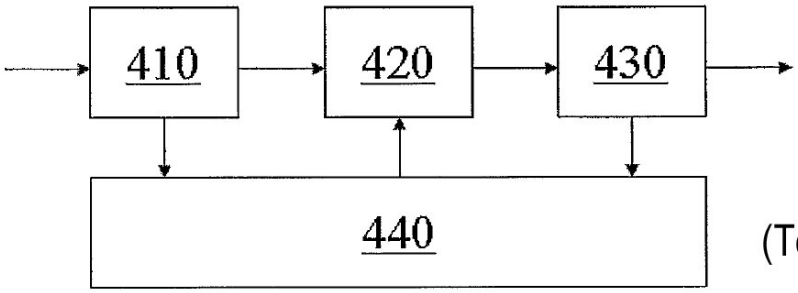

Fig. 2
(Técnica anterior)

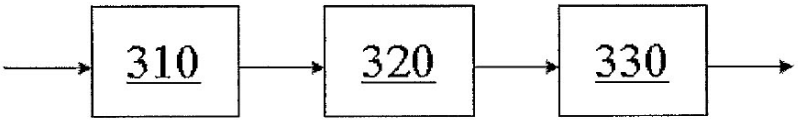

Fig. 3
(Técnica anterior)

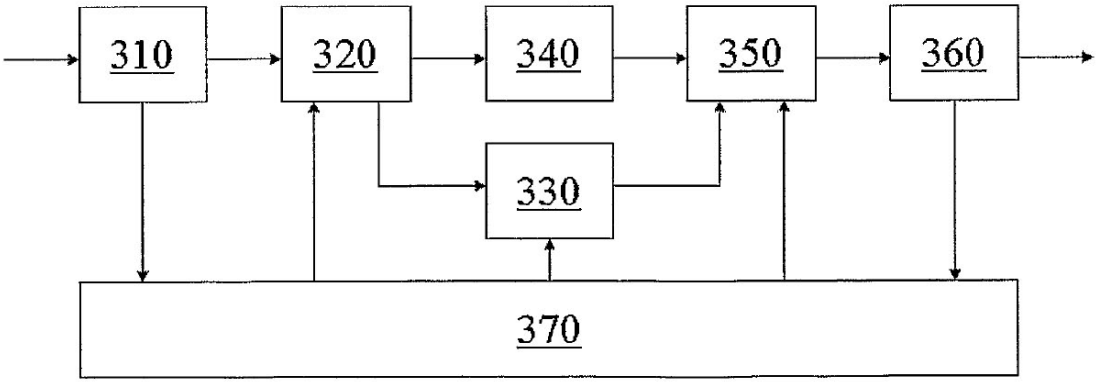

Fig. 4
(Técnica anterior)

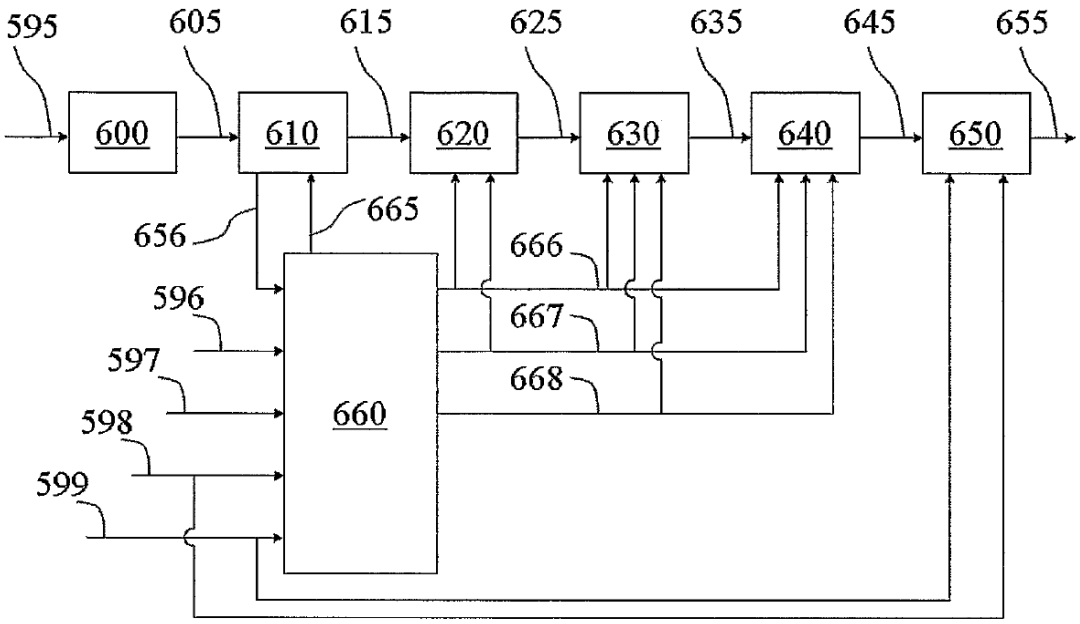
595
605
615
625
635
645
655
600
610
620
630
640
650
656
665
666
596
667
597
668
660
598
599

Fig. 5

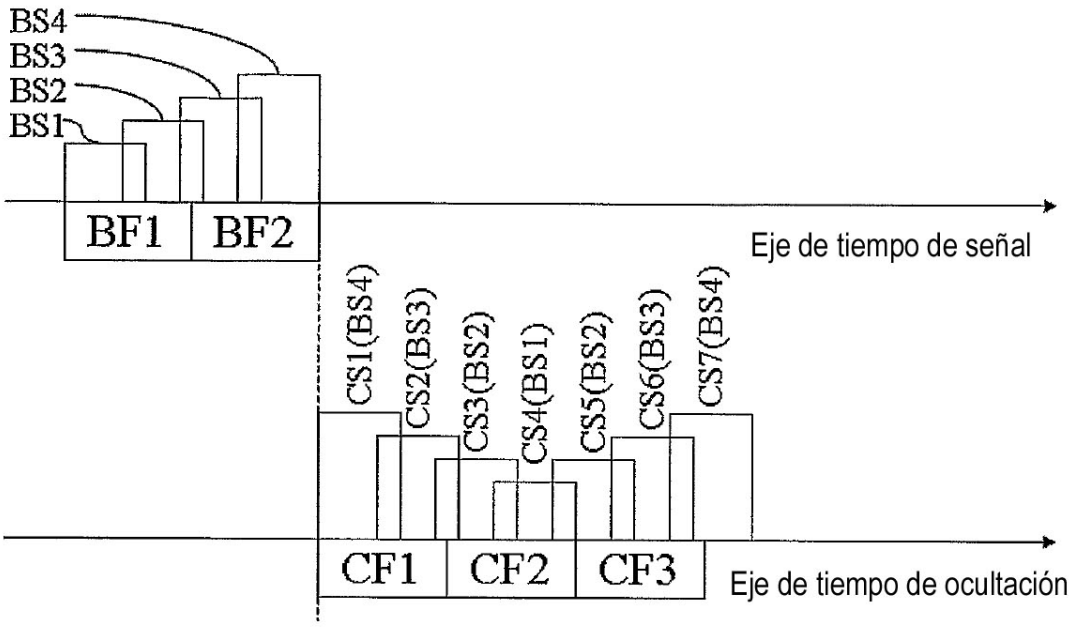
BS4
BS3
BS2
BS1
BF1
BF2
Eje de tiempo de señal
CS1(BS4)
CS2(BS3)
CS3(BS2)
CS4(BS1)
CS5(BS2)
CS6(BS3)
CS7(BS4)
CF1
CF2
CF3
Eje de tiempo de ocultación

Fig. 5A

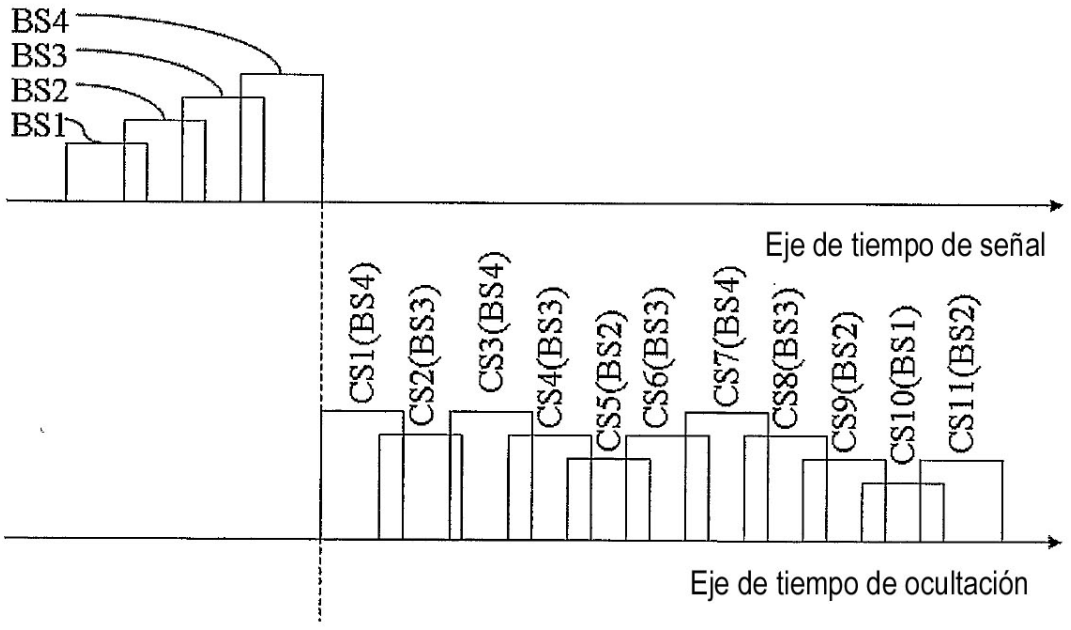
BS4
BS3
BS2
BS1
Eje de tiempo de señal
CS1(BS4)
CS2(BS3)
CS3(BS4)
CS4(BS3)
CS5(BS2)
CS6(BS3)
CS7(BS4)
CS8(BS3)
CS9(BS2)
CS10(BS1)
CS11(BS2)
Eje de tiempo de ocultación

Fig. 5B

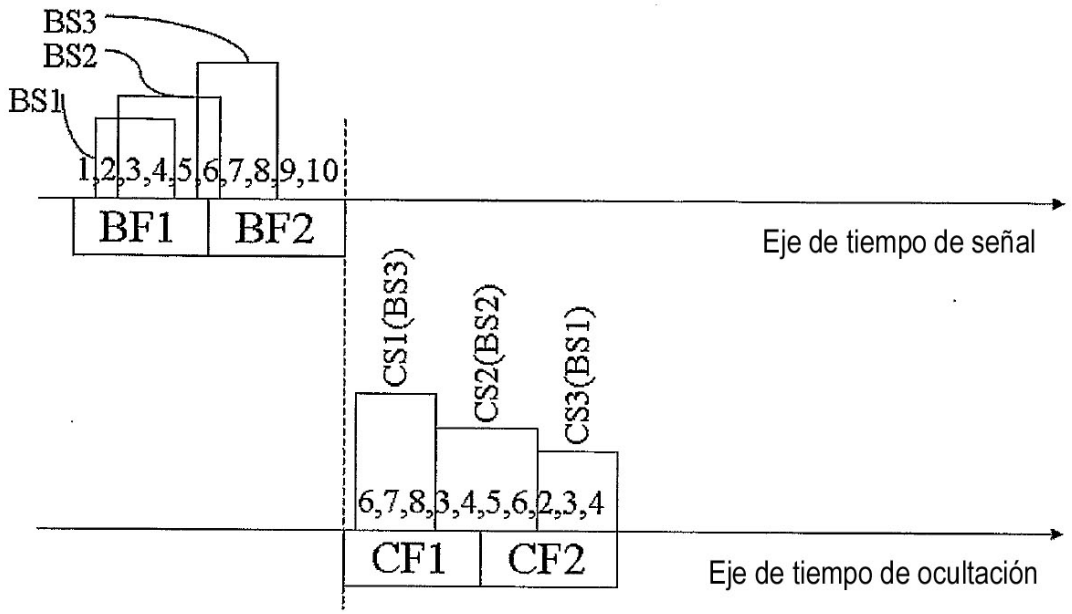
BS3
BS2
BS1
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
BF1
BF2
Eje de tiempo de señal
CS1(BS3)
CS2(BS2)
CS3(BS1)
6,7,8,3,4,5,6,2,3,4
CF1
CF2
Eje de tiempo de ocultación

Fig. 5C

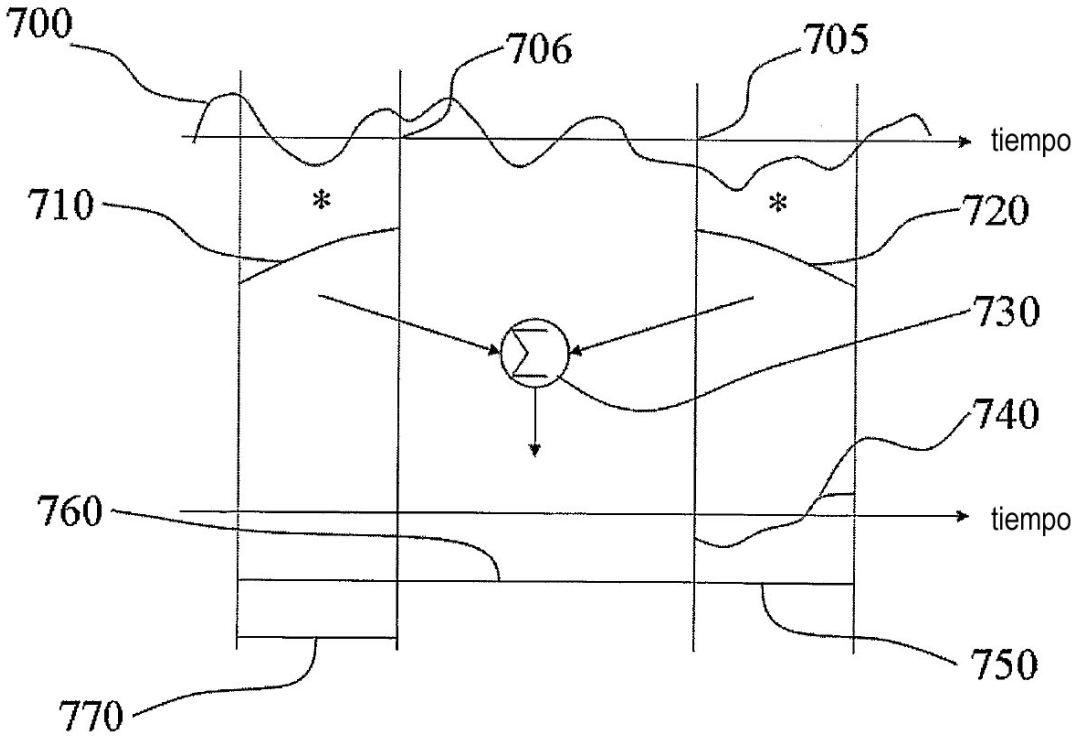
700
706
705
tiempo
710
720
730
740
760
tiempo
750
770

Fig. 6

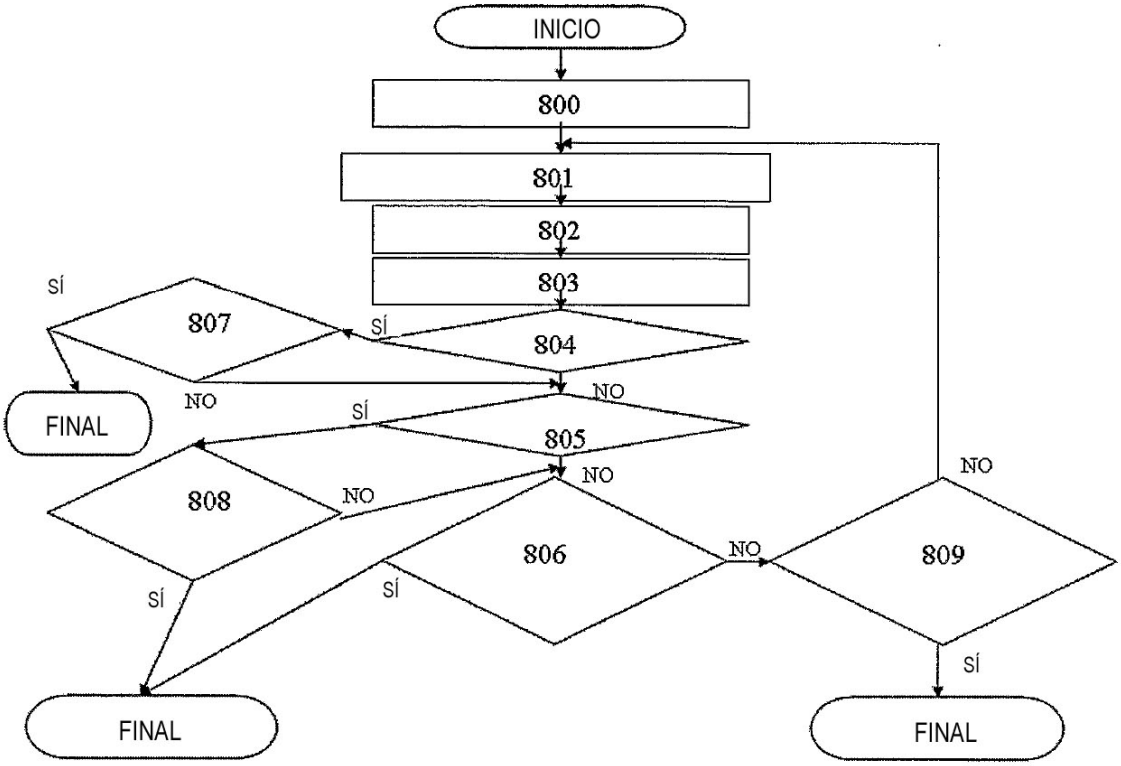

Fig. 7

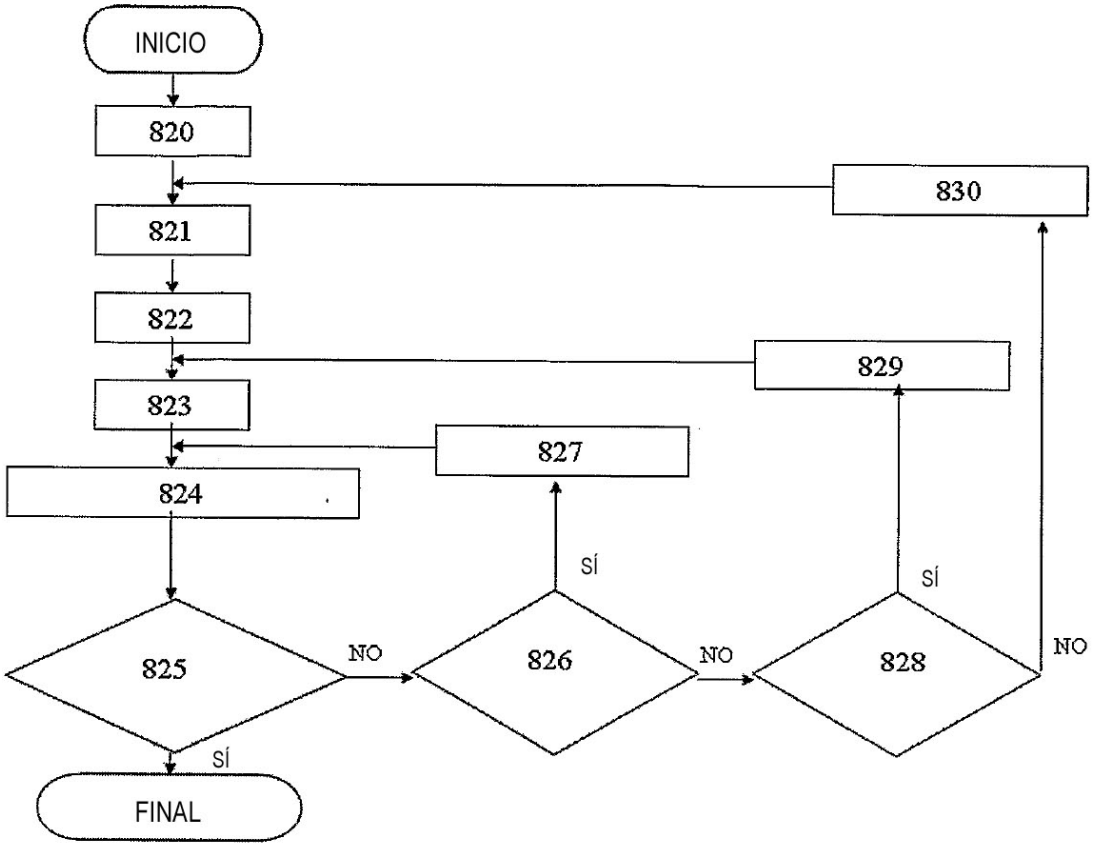
INICIO
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
NO
SÍ
NO
SÍ
NO
SÍ
FINAL

Fig. 8

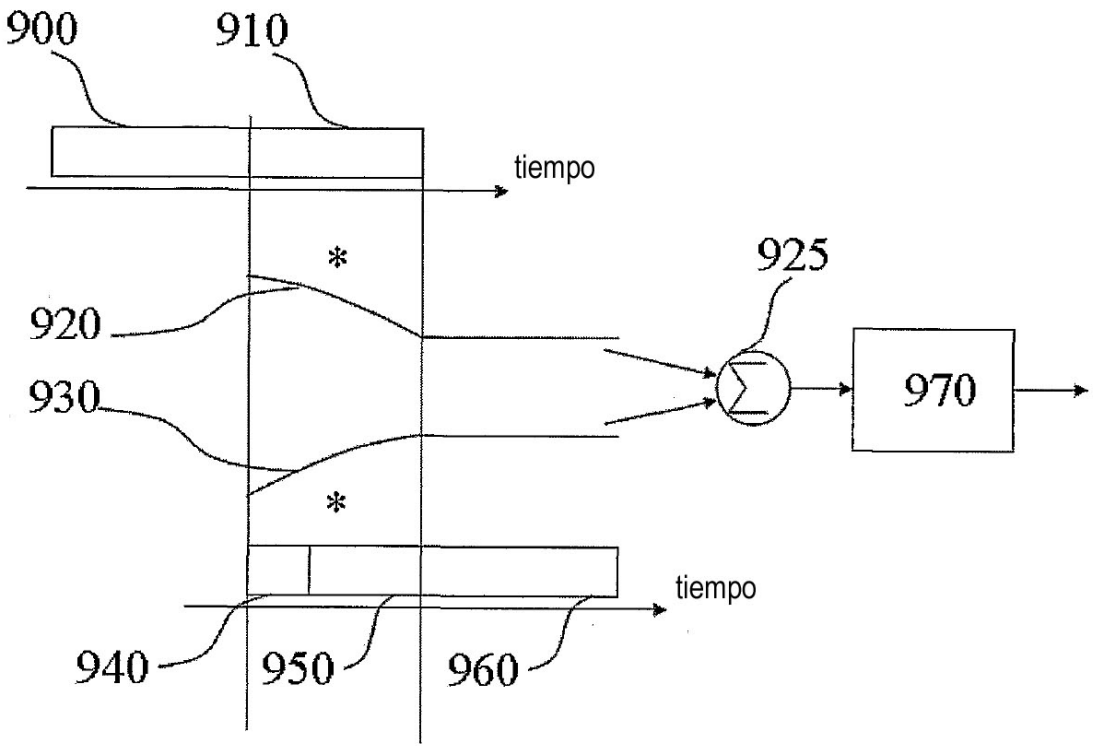

Fig. 9

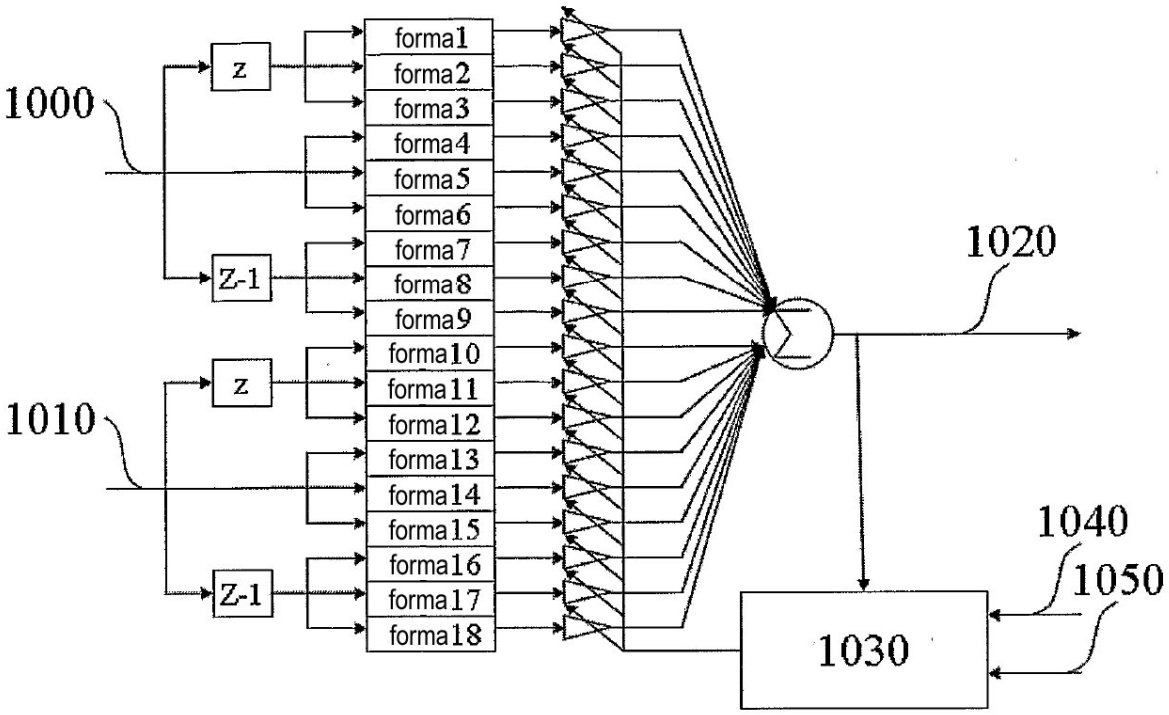
1000
1010
z
Z-1
z
Z-1
forma1
forma2
forma3
forma4
forma5
forma6
forma7
forma8
forma9
forma10
forma11
forma12
forma13
forma14
forma15
forma16
forma17
forma18
1020
1040
1050
1030

Fig. 10