



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1008266-2 B1



(22) Data do Depósito: 27/05/2010

(45) Data de Concessão: 04/08/2020

(54) Título: DISPOSIÇÃO CANCELADORA DE ECO ACÚSTICO DE MÚLTIPLOS CANAIS E MÉTODO DE CANCELAMENTO DE ECO ACÚSTICO DE MÚLTIPLOS CANAIS

(51) Int.Cl.: H04R 3/02; H04M 9/08.

(30) Prioridade Unionista: 02/06/2009 EP 09161675.5.

(73) Titular(es): MEDIATEK INC..

(72) Inventor(es): MAHDI TRIKI; CORNELIS PIETER JANSE.

(86) Pedido PCT: PCT IB2010052352 de 27/05/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/140084 de 09/12/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/11/2011

(57) Resumo: DISPOSIÇÃO CANCELADORA DE ECO ACÚSTICO DE MÚLTIPLOS CANAIS E MÉTODO DE CANCELAMENTO DE ECO ACÚSTICO DE MÚLTIPLOS CANAIS Trata-se de uma disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais que compreende um microfone (111) que provê um sinal do microfone que tem contribuições de pelo menos duas fontes de áudio (107, 109) a serem canceladas. Um circuito de cancelamento de eco (113, 115) executa o cancelamento do eco das duas fontes de áudio (107, 109) com base nas estimativas de canal para os canais de cada uma das fontes de áudio (107, 109) ao microfone (111). Um circuito de estimativa (117) gera cada uma das estimativas de canal como uma combinação de uma estimativa de canal precedente e de uma atualização da estimativa de canal em que a combinação inclui a aplicação de uma ponderação relativa à atualização da estimativa de canal relativa à estimativa de canal precedente. Um processador de ponderação 119 varia a ponderação relativa em resposta a um valor de tempo. A disposição pode propiciar o cancelamento de eco incrementado para cenários em que a reprodução do som das fontes de áudio (107, 109) varia com o tempo, tal como quando os filtros de decorrelação que variam com o tempo são utilizados.

DISPOSIÇÃO CANCELADORA DE ECO ACÚSTICO DE MÚLTIPLOS
CANAIS E MÉTODO DE CANCELAMENTO DE ECO ACÚSTICO DE MÚLTIPLOS
CANAIS

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A invenção refere-se à cancelamento de eco acústico
e, particularmente, mas não exclusivamente, à cancelamento de
eco acústico para aplicações de comunicação remota.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Os canceladores de eco acústico (CEAs) são
10 utilizados em sistemas de comunicação, tais como sistemas de
teleconferência, para reduzir o eco que resulta do
acoplamento entre o(s) alto-falante(s) e o(s) microfone(s) em
uma extremidade de uma comunicação de duas maneiras. Por
exemplo, em muitos sistemas de teleconferência, os alto-
15 falantes que apresentam o sinal recebido de uma extremidade
remota se encontram perto do microfone para captar o som na
extremidade local. Consequentemente, o som produzido pelos
alto-falantes também é captado pelo microfone e pode ser,
portanto, retornado à extremidade remota, tendo por resultado
20 um eco discernível na extremidade remota. Os CEAs são
utilizados para atenuar e preferivelmente remover qualquer
interferência dos alto-falantes no sinal do microfone.

Os CEAs são providos frequentemente com os sinais
para os alto-falantes e procuram então estimar o sinal
25 resultante captado pelo microfone. Este sinal previsto é
então subtraído do sinal do microfone. Tipicamente, um
sistema (monofônico) de canal único procura estimar a
resposta acústica do trajeto para o trajeto acústico, do
alto-falante ao microfone, e utiliza esta estimativa para
30 gerar o sinal previsto. Desse modo, tal CEA simultaneamente
reduz o eco e identifica o trajeto acústico, garantindo desse
modo que o eco permaneça cancelado independentemente do que
ocorrer na extremidade remota.

Os sistemas de múltiplos canais de teleconferência (por exemplo, estéreo), foram adicionalmente propostos em que as informações espaciais são captadas na extremidade remota, por exemplo, utilizando dois ou mais microfones. Tal sistema
5 tende a prover uma percepção mais realística da presença do que um sistema monofônico uma vez que os ouvintes podem utilizar as informações espaciais adicionais para facilitar, por exemplo, a análise da cena de áudio que é o processo pelo qual o cérebro reduz uma amostra de correntes de áudio
10 simultâneas em sons constituintes individuais. As informações espaciais tendem a resultar em inteligibilidade aumentada dos sinais de discurso em ambientes ruidosos e durante uma conversa dupla. Também foi verificado que reduzem a fadiga do ouvinte.

15 Um dos desafios principais no cancelamento de eco de múltiplos canais é a forte coerência que existe entre os sinais de entrada, tornando difícil ou até mesmo impossível estimar corretamente os trajetos acústicos. Por exemplo, se o som captado na extremidade remota se originar
20 predominantemente de um único alto-falante situado de maneira equidistante dos dois microfones, os dois sinais resultantes recebidos na extremidade próxima podem ser virtualmente idênticos. Portanto, a contribuição individual de cada alto-falante que está sendo captado pelo microfone não pode ser
25 facilmente ser separada e, portanto, a resposta acústica de trajeto acústico individual do trajeto acústico de cada um dos alto-falantes não pode ser exatamente estimada. Em outras palavras, não é praticável identificar a contribuição individual dos dois alto-falantes.

30 Para incrementar o desempenho de um cancelador de eco de múltiplos canais, foi proposta a redução da coerência entre os sinais recebidos ao aplicar diferentes filtros de passagem total que variam com o tempo para os canais

diferentes. Desse modo, propôs-se que cada sinal recebido da extremidade remota fosse primeiramente filtrado por um filtro que varia com o tempo com os diferentes filtros que variam diferentemente. Isto introduz um decorrelação dos sinais radiados por cada alto-falante, permitindo desse modo que os trajetos acústicos individuais sejam estimados.

Diversas abordagens foram propostas a fim de definir e atualizar os filtros que variam com o tempo $g_1(q) \cdots g_M(q)$, tal como, por exemplo, utilizando um filtro de passagem total com características alteráveis. Os filtros são selecionados para prover uma decorrelação da entrada eficaz para uma degradação de áudio aceitável em consequência dos artefatos de áudio introduzidos. Exemplos específicos são descritos nos artigos de M. Ali, "Stereophonic Acoustic Echo Cancellation System Using Time-Varying All-Pass Filtering for Signal Decorrelation," in: Proc. of IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Vol.6, pp.3689-3692, maio de 1998; N. Tangsangiumvisai, J.A. Chambers e A.G. Constantinides, "Time-Varying Allpass Filters Using Spectral-Shaped Noise for Signal Decorrelação in Stereophonic Acoustic Echo Cancellation," in: Proc. of IEEE Asia Pacific Conf. on Circuits & Systems (APCCAS), Vol.1, pp.87-92, outubro de 2002; e J.M. Valin, "Perceptually-Motivated Nonlinear Channel Decorrelation For Stereo Acoustic Echo Cancellation," in: Proc. of Joint Workshop on Hands-free Speech Communication and Microphone Arrays (HSCMA, maio de 2008).

No entanto, embora se tenha verificado que tal decorrelação incrementa a exatidão da estimativa de canal, verificou-se que o cancelamento do eco é pouco favorável em muitos cenários.

Desse modo, uma abordagem de cancelamento de eco

acústico incrementada seria vantajosa e, particularmente, uma abordagem que permita flexibilidade aumentada, cancelamento aumentada, implementação facilitada e/ou desempenho incrementado seria vantajosa.

5 DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

Consequentemente, a invenção procura mitigar, aliviar ou preferivelmente cancelar uma ou mais das desvantagens acima mencionadas ou em toda a combinação.

De acordo com um aspecto da invenção, é provido uma
10 disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, o qual compreende: um circuito para receber um sinal do microfone a partir de um microfone, cujo sinal do microfone compreende contribuições de pelo menos duas fontes de áudio a ser canceladas; um circuito de cancelamento de eco acoplado
15 ao microfone, cujo circuito de cancelamento de eco é disposto para executar o cancelamento do eco das duas fontes de áudio com base em estimativas de canal para os canais de cada uma das fontes de áudio ao microfone; um circuito de estimativa para gerar cada uma das estimativas de canal como uma
20 combinação de uma estimativa de canal precedente e uma atualização da estimativa de canal, cuja combinação compreende a aplicação de uma ponderação relativa à atualização da estimativa de canal relativa à estimativa de canal precedente; e um circuito de ponderação disposto para
25 variar a ponderação relativa em resposta a um valor de tempo.

A invenção pode propiciar o cancelamento de eco incrementado em muitas realizações. Particularmente, em muitos cenários, a abordagem pode ser particularmente bem adaptada para cancelar uma pluralidade de fontes sonoras com
30 base nas estimativas acústicas do canal do trajeto para os trajetos individuais. A abordagem pode permitir uma baixa complexidade e/ou uma implementação facilitada. Uma operação facilitada pode ser frequentemente conseguida e,

particularmente, a abordagem pode ser tipicamente executada com um requisito de recurso computacional baixo.

A variação pode ser dependente do valor de tempo pela ponderação relativa que está sendo determinado como uma
5 função do valor do tempo. A função pode ser adicionalmente dependente de outros parâmetros. No entanto, a dependência no valor de tempo pode ser tal que a ponderação relativa variará mesmo se todos os valores de parâmetro restantes forem constantes.

10 De acordo com uma característica opcional da invenção, a disposição do cancelador de eco acústico de múltiplos canais compreende adicionalmente um filtro que varia com o tempo para cada uma das duas fontes de áudio, em que cada filtro que varia com o filtro é disposto para
15 filtrar um sinal para uma das duas fontes de áudio.

Isto pode propiciar o cancelamento de eco incrementado de uma pluralidade de fontes de áudio em muitos cenários. Particularmente, pode propiciar a estimativa incrementada do canal. O uso de filtros que variam com o
20 tempo introduz a descorrelação entre as fontes de áudio junto com a ponderação dependente do tempo das atualizações para as estimativas de canal particularmente combinadas para prover um incremento substancial em muitos cenários.

De acordo com uma característica opcional da
25 invenção, o valor de tempo é uma duração de tempo desde uma última atualização de pelo menos um dos filtros que varia com o tempo.

Isto pode propiciar um desempenho particularmente vantajoso. Um cancelamento de eco incrementada pode ser
30 frequentemente obtida. A ponderação da atualização da estimativa de canal para uma fonte de áudio pode ser determinada como uma função do tempo desde a última vez em que o filtro que varia com o tempo foi alterado para esta

fonte de áudio.

De acordo com uma característica opcional da invenção, o circuito de ponderação é disposto para aumentar a ponderação relativa da atualização da estimativa de canal para durações de tempo crescentes.

Isto pode propiciar um desempenho incrementado. A ponderação relativa pode ser especificamente uma função monotonicamente crescente (ou não-decrescente) da duração de tempo desde a última mudança do filtro que varia com o tempo. Certamente, a ponderação relativa pode ser determinada por uma função que atende ao requisito $f(a) \leq f(b)$ para todo $a < b$. A ponderação relativa para a atualização da estimativa de canal pode ser especificamente uma função da etapa que é monotonicamente não-decrescente.

De acordo com uma característica opcional da invenção, o circuito de ponderação é disposto para gerar um fator de graduação para um valor de ponderação nominal e para determinar a ponderação relativa em resposta ao fator de graduação para o valor de ponderação nominal, cujo fator de graduação é dependente da duração de tempo.

Isto pode permitir o cancelamento eficiente e de baixa complexidade do eco em muitos cenários. A ponderação relativa para a atualização da estimativa de canal pode ser especificamente determinado como o valor de ponderação nominal multiplicado pelo fator de graduação. O valor de ponderação nominal pode ser um valor fixo e pode ser especificamente não-dependente do tempo (embora possa, nesses casos, depender de outros parâmetros).

De acordo com uma característica opcional da invenção, pelo menos um filtro que varia com o tempo é disposto para ser atualizado em momentos distintos, provendo desse modo os quadros de filtro em que o filtro que varia com o tempo é constante; e o circuito de ponderação é disposto

para variar a ponderação relativa dentro de um quadro de filtro dependente em uma duração de tempo atual desde o início do quadro de filtro.

Isto pode propiciar um desempenho incrementado e/ou pode permitir a operação e/ou a implementação facilitadas. A ponderação relativa pode exibir o mesmo padrão para cada quadro de filtro. Particularmente, para os quadros de filtro de duração constante (que correspondem a uma atualização periódica do filtro), a ponderação relativa pode exibir um padrão que se repete com um período corresponde à duração do quadro de filtro.

De acordo com uma característica opcional da invenção, o circuito de cancelamento de eco é disposto para executar um cancelamento de eco com base em quadro; e o circuito de ponderação é disposto para variar a ponderação relativa entre quadros consecutivos de cancelamento de eco.

Isto pode propiciar um desempenho incrementado e/ou pode permitir a operação e/ou a implementação facilitadas. A ponderação relativa pode ser constante dentro de cada quadro de cancelamento de eco.

De acordo com uma característica opcional da invenção, o circuito de ponderação é disposto para determinar a ponderação relativa como uma função de um número do quadro de cancelamento de eco dentro de um quadro de filtro.

Isto pode permitir uma operação de baixa complexidade e implementação ao prover um cancelamento de eco eficiente. A ponderação relativa pode ser especificamente determinado ao graduar uma ponderação nominal por meio de um fator de graduação que corresponde a um número de quadro atual dividido por um número total de quadros de cancelamento de eco em um quadro de filtro.

De acordo com uma característica opcional da invenção, o circuito de ponderação é disposto para determinar

um valor de ponderação para a atualização da estimativa de canal como substancialmente proporcional a:

$$\frac{k \bmod K}{K}$$

em que k é o número do quadro de cancelamento de eco, K é um número de quadros de cancelamento de eco em um quadro de filtro e a modificação representa a função do módulo.

Isto pode permitir a operação de baixa complexidade e implementação ao mesmo tempo em que provê um cancelamento eficiente do eco.

De acordo com uma característica opcional da invenção, há uma relação substancialmente integral entre uma duração dos quadros de filtro e uma duração dos quadros de cancelamento de eco.

Isto pode permitir a operação de baixa complexidade e implementação ao mesmo tempo em que provê um cancelamento eficiente do eco.

De acordo com uma característica opcional da invenção, a disposição do cancelador de eco acústico de múltiplos canais compreende adicionalmente um circuito de mudança para detectar que uma mudança em pelo menos um primeiro canal dos canais a partir de cada uma das fontes de áudio ao microfone satisfaz um critério; e um circuito para determinar o valor de tempo como uma duração de tempo a partir da mudança.

Isto pode propiciar o cancelamento de eco incrementado em muitas realizações e pode particularmente prover a adaptação incrementada de um cancelamento de eco de múltiplos canais às mudanças nos trajetos acústicos, por exemplo, decorrentes do movimento do microfone ou de uma fonte de áudio.

De acordo com uma característica opcional da

invenção, o circuito de mudança é disposto para ajustar um valor inicial para a ponderação relativa após a mudança; e o circuito de ponderação é disposto para aumentar a ponderação relativa para aumentar as durações de tempo desde a mudança.

5 Isto pode propiciar uma operação incrementada e/ou facilitada em muitas realizações. O circuito de ponderação pode ser especificamente disposto para aumentar a ponderação relativa até que atinja um valor máximo.

10 De acordo com uma característica opcional da invenção, o circuito de ponderação é disposto para determinar a ponderação relativa como uma função de um intervalo de cálculo da média de cancelamento de eco.

Isto pode propiciar uma operação incrementada e/ou facilitada em muitas realizações.

15 De acordo com uma característica opcional da invenção, a ponderação relativa é uma função somente de um valor de ponderação nominal e do valor de tempo.

20 Isto pode permitir a operação de baixa complexidade e implementação ao mesmo tempo em que provê um cancelamento eficiente do eco. A ponderação relativa para a atualização da estimativa de canal pode ser especificamente determinado como o valor de ponderação nominal multiplicado pelo fator de graduação. O valor de ponderação nominal pode ser um valor fixo e pode ser especificamente não-dependente do tempo
25 (embora possa nesses casos depender de outros parâmetros).

30 De acordo com um aspecto da invenção, é provido um método do cancelamento acústico de eco de múltiplos canais que utiliza um circuito de cancelamento de eco acoplado a um microfone, cujo método compreende: a recepção de um sinal do microfone a partir do microfone, cujo sinal do microfone compreende contribuições de pelo menos duas fontes de áudio a serem canceladas; a execução de cancelamento de eco das duas fontes de áudio com base nas estimativas de canal para os

canais de cada uma das duas fontes de áudio ao microfone; a geração de cada uma das estimativas de canal como uma combinação de uma estimativa de canal precedente e de uma atualização da estimativa de canal, cuja combinação
5 compreende a aplicação de uma ponderação relativa à atualização da estimativa de canal relativa à estimativa de canal precedente; e a variação da ponderação relativa em resposta a um valor de tempo.

Estes e outros aspectos, características e
10 vantagens da invenção ficarão evidentes e serão elucidados com referência à(s) realização(ões) descrita(s) a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As realizações da invenção serão descritas, por meio de exemplo somente, com referência aos desenhos, em que:

15 a Figura 1 ilustra um exemplo de uma unidade de conferência para um sistema de teleconferência que compreende um cancelador de eco de múltiplos canais de acordo com algumas realizações da invenção; e

20 a Figura 2 ilustra um exemplo de uma ponderação relativa a uma variação de tempo para uma atualização da estimativa de canal.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE ALGUMAS REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

25 A seguinte descrição engloba as realizações da invenção aplicáveis a uma disposição canceladora de eco de múltiplos canais para um sistema de teleconferência.

30 A Figura 1 ilustra um exemplo de uma unidade de conferência para um sistema de teleconferência que compreende uma disposição canceladora de eco de múltiplos canais de acordo com algumas realizações da invenção. A unidade de conferência compreende um transceptor de comunicação 101 que é disposto para se comunicar com pelo menos uma unidade de conferência remota. Dependendo da realização específica, o

transceptor de comunicação 101 pode, por exemplo, compreender a funcionalidade para se comunicar com a unidade de conferência de extremidade remota, por exemplo, através de uma rede de telefone tradicional, de um sistema de comunicação celular, Internet ou qualquer outro meio de comunicação apropriado.

No exemplo, a unidade de conferência de extremidade remota é uma unidade de teleconferência de múltiplos canais que provê uma pluralidade de sinais. Desse modo, a unidade de conferência de extremidade remota compreende uma pluralidade de microfones, sendo que cada um deles resulta em um sinal que é comunicado à unidade de conferência de extremidade próxima da Figura 1. A seguinte descrição irá enfatizar, por questão de brevidade e clareza, um sistema de conferência estéreo em que a extremidade remota compreende dois microfones e provê dois sinais à unidade de conferência de extremidade próxima. No entanto, será apreciado que as abordagens e os princípios descritos podem ser prontamente aplicados aos sistemas com mais canais.

O transceptor de comunicação 101 é disposto para receber os dois sinais $s_1(n)$ e $s_2(n)$ da unidade de conferência de extremidade remota. No exemplo, o transceptor de comunicação 101 é acoplado a um primeiro e segundo filtros que variam com o tempo 103, 105, em que cada um deles é disposto para filtrar um dos sinais recebidos $s_1(n)$, $s_2(n)$ para gerar os sinais filtrados $x_1(n)$ e $x_2(n)$. Cada um dos filtros que variam com o tempo 103, 105 é acoplado a um alto-falante 107, 109 que irradia o som correspondente ao ambiente de áudio. Será apreciado que os trajetos de sinal descritos compreendam tipicamente outra funcionalidade de processamento de sinal apropriada tal como um amplificador de energia para os alto-falantes 107, 109. No entanto, para maior clareza e brevidade, tal funcionalidade não é ilustrada explicitamente

na Figura 1 e pode ser considerada como parte das unidades de alto-falante 107, 109 e/ou dos filtros que variam com o tempo 103, 105.

A unidade de conferência compreende adicionalmente um microfone 111 que capta o áudio no ambiente de áudio. O microfone capta especificamente o som a ser transmitido à unidade de conferência de extremidade remota (por exemplo, o som de um alto-falante local). No entanto, devido aos alto-falantes 107, 109 se encontrarem no mesmo ambiente de áudio, o microfone 111 também irá captar o som irradiado das duas fontes de áudio que correspondem aos dois alto-falantes 107, 109. Se o sinal captado for emitido diretamente à unidade de conferência de extremidade remota, isto irá resultar em um eco e, portanto, a unidade de conferência compreende uma disposição canceladora de eco de múltiplos canais que procura atenuar o componente de sinal a partir dos alto-falantes 107, 109 tanto quanto possível.

Especificamente, o sistema inclui um circuito de cancelamento de eco que compreende um filtro adaptável 113 e uma unidade de subtração 115. O filtro adaptável 113 recebe os sinais $x_1(n)$, $x_2(n)$ alimentados aos alto-falantes 107, 109 e filtra os mesmos para gerar uma estimativa $z(n)$ do componente de sinal do sinal do microfone $y(n)$ que se origina dos alto-falantes 107, 109. A unidade de subtração 115 recebe o sinal do microfone $y(n)$ e subtrai o sinal estimado $z(n)$ para gerar o sinal cancelado do eco resultante $e(n)$. Idealmente, o cancelamento de eco cancela completamente a contribuição dos alto-falantes 107, 109 de uma maneira que o $e(n)$ inclui somente a contribuição das fontes localmente geradas.

O sinal resultante $e(n)$ é então alimentado ao transceptor de comunicação 101 que o transmite à unidade de conferência da extremidade remota. Será apreciado que o

trajeto do sinal descrito para o microfone 111 compreende tipicamente outra funcionalidade de processamento de sinal apropriada tal como um amplificador de áudio de baixo ruído para o microfone ou os filtros para o sinal cancelado do eco e(n). No entanto, para maior clareza e brevidade, tal funcionalidade não é ilustrada explicitamente na Figura 1 e pode ser considerada como parte do microfone 111 e/ou do transceptor de comunicação 101.

O sinal estimado $e(n)$ se baseia nas estimativas das respostas do canal $h_1(n)$, $h_2(n)$ para os trajetos a partir dos alto-falantes 107, 109 ao microfone 111. Estas estimativas podem incluir as respostas de qualquer funcionalidade que seja parte do microfone 111 e das unidades de alto-falante 107, 109. No entanto, as estimativas de canal são dominadas tipicamente pelas características dos trajetos acústicos. A unidade de conferência da Figura 1 inclui um estimador de canal 117 que é disposto para gerar uma estimativa de canal para cada um dos canais de um dos alto-falantes 107, 109 ao microfone 111.

O filtro adaptável pode então filtrar o primeiro sinal do alto-falante $x_1(n)$ pela primeira estimativa $h_1(n)$, e o segundo sinal do alto-falante $x_2(n)$, pela segunda estimativa $h_2(n)$. Os sinais filtrados resultantes são adicionados conjuntamente para prover uma estimativa $z(n)$ de canal dos alto-falantes 107, 109 ao microfone 111.

A fim de prover um cancelamento eficaz do eco, a determinação das estimativas de canal é desse modo importante. Em um cancelamento de eco convencional de canal único, a estimativa de canal é calculada frequentemente ao gerar uma estimativa de canal atual (por exemplo, para um quadro atual) e ao utilizar isto para modificar uma estimativa de canal existente (determinada, por exemplo, com base em quadros precedentes). A ponderação para a atualização

relativa à estimativa existente pode ser ajustada para prover um equilíbrio desejado entre a velocidade de adaptação, a estabilidade e o ruído.

No exemplo em que mais de uma fonte de áudio (alto-falantes 107, 109) é cancelada, a estimativa de canal pode ser executada para cada estimativa de canal individual que determina uma atualização da estimativa de canal atual e que utiliza esta para atualizar uma estimativa de canal existente. Desse modo, a abordagem para um único canal pode ser estendida a uma pluralidade de canais. No sistema da Figura 1, o estimador de canal 117 gera, desse modo, uma primeira e segunda estimativas de canal para o primeiro e segundo alto-falantes 107, 109 respectivamente. As estimativas são geradas ao combinar uma estimativa de canal precedente para o canal e uma atualização da estimativa de canal.

No entanto, os autores da presente invenção verificaram adicionalmente que tal abordagem em si tende a ser insuficiente para prover o desempenho mais favorável em um cenário em que múltiplas fontes de áudio são canceladas e as características que variam com o tempo (tais como aquelas decorrentes dos filtros que variam com o tempo) são significativas. Certamente, os autores da presente invenção verificaram que a ponderação relativa entre a atualização da estimativa de canal e a estimativa de canal precedente deve ser dependente do tempo e deve variar especificamente com tempo, mesmo se todos os parâmetros restantes forem constantes.

Esta realização se baseia em uma análise detalhada que será apresentada a seguir. Na análise, é utilizada uma notação na qual as letras em **negrito em caixa alta** e **caixa baixa** denotam matrizes e vetores, respectivamente. As letras normais em **caixa alta** e em **caixa baixa** representam as

constantes e os processos escalares, respectivamente. Tanto em subscrito, sobrescrito ou argumento, n e k referem-se aos índices de tempo e de quadro, respectivamente.

Supõe-se que os sinais $s_1(n)$ e $s_2(n)$ recebidos da extremidade remota são sinais correlacionados estacionários (tipicamente, originam-se da mesma fonte). Para reduzir a coerência do sinal de entrada, estes sinais passam através de diferentes filtros que variam com o tempo 103, 105 com as funções de transferência respectivas $g_1^{(k)}(q)$ e $g_2^{(k)}(q)$.

Especificamente, os filtros que variam com o tempo 103, 105 são projetados como filtros de passagem total, tais como filtros de Resposta de Impulso Finita (FIR - Finite Impulse Response):

$$g_i^{(k)}(q) = \sum_r g_r^{(k)} q^{-r}, i=1,2$$

Os filtros variam de uma maneira constante em partes, isto é, são constantes dentro de um quadro de tempo dado denominado daqui por diante como um quadro de filtro. No exemplo, cada quadro de filtro tem a mesma duração/comprimento.

Os sinais decorrelatos $x_1(n)$ e $x_2(n)$ são alterados pelas respostas de impulso de canal do ambiente representadas pelas respostas de impulso FIR:

$$h_i(q) = \sum_r h_{i,r} q^{-r}, i=1,2$$

Os sinais resultantes são captados pelo microfone 111 junto com o sinal desejado (por exemplo, um alto-falante local) e tipicamente algum ruído adicional. O circuito de cancelamento de eco de múltiplos canais 113, 115 busca remover a contribuição dos alto-falantes 107, 109 no sinal captado $y(n)$.

Isto é executado especificamente ao filtrar os sinais decorrelatos $x_1(n)$ e $x_2(n)$ e no filtro adaptável 113 com

base nas estimativas de canal (as respostas de impulso do canal). O sinal captado $y(n)$ é então compensado pelo componente indesejado $z(n)$. Especificamente:

$$e(n) = y(n) - (\hat{h}_1 * x_1)(n) - (\hat{h}_2 * x_2)(n)$$

r. 5

em que $(.*)$ denota o operador de convolução.

Utilizando as notações de matriz, o cancelamento do eco pode ser formulada como:

$$e(n) = y(n) - \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T(n) & \mathbf{x}_2^T(n) \end{bmatrix}}_{\mathbf{x}^T(n)} \underbrace{\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{h}}_1 \\ \hat{\mathbf{h}}_2 \end{bmatrix}}_{\hat{\mathbf{h}}}$$

em que: $\hat{\mathbf{h}}_i = [\hat{h}_{i,0} \hat{h}_{i,1} \dots \hat{h}_{i,L-1}]^T$ contém a estimativa da
 10 resposta de impulso de canal entre o alto-falante 107, 109 e
 o microfone 111, $\mathbf{x}_i(n) = [x_i(n) x_i(n-1) \dots x_i(n-L+1)]^T$ representa a
 saída do alto-falante. L é o comprimento suposto da resposta
 de impulso de canal (ou um limite superior dado); e $(.)^T$
 denota o operador transposto.

15

Pode-se mostrar que uma vez que o ruído e os sinais
 desejados são independentes dos sinais dos alto-falantes 107,
 109, o eco pode ser eficazmente cancelado ao minimizar a
 potência do sinal residual. A minimização é executada
 tipicamente em uma forma adaptável, utilizando, por exemplo,
 20 um esquema de RLS (Mínimos Quadrados Recursivos - Recursive
 Least-Squares) ou, por exemplo, implementações eficientes de
 domínio de frequência, tais como o algoritmo de Filtro
 Adaptável de Domínio de Frequência de Entrada Múltiplo (MFDAF
 - Multiple Input Frequency Domain Adaptive Filter).

25

Para eficiência computacional, uma análise de
 quadro a quadro é frequentemente utilizada. Em tais
 abordagens, o sinal de entrada é primeiramente segmentado em
 quadros e a estimativa de canal é atualizada em bases de

quadro a quadro. No exemplo da Figura 2, o cancelamento do eco é executada em uma base de quadro com as estimativas de canal que são atualizadas entre quadros consecutivos de cancelamento de eco, mas que são mantidas constantes dentro de cada quadro.

Em um processo convencional de cancelamento de eco de canal único, a estimativa de canal pode ser atualizada para cada novo quadro ao calcular uma atualização da estimativa de canal e modificar a estimativa de canal precedente com base na atualização.

Especificamente, a estimativa de canal para o quadro k pode ser calculada como:

$$\hat{\mathbf{h}}_i^k = \hat{\mathbf{h}}_i^{k-1} + \mu \cdot \Delta \hat{\mathbf{h}}_i^k$$

em que $\Delta \hat{\mathbf{h}}_i^k$ é atualização da estimativa de canal para o quadro k e μ é uma ponderação de atualização indicativo do tamanho da etapa para a atualização da estimativa de canal. Especificamente, para uma atualização de RLS, o seguinte pode ser utilizado:

$$\Delta \hat{\mathbf{h}}_i^k = \mathbf{R}_x^{-1} \sum_{n=(k-1)T_H+1}^{k \cdot T_H} \mathbf{x}_i(n) * e(n)$$

em que $T_H \geq L$ denota a duração do quadro de cancelamento de eco e \mathbf{R}_x é a autocorrelação de x computado como:

$$\mathbf{R}_x = \frac{1}{MT_H} \sum_{n=(k-1)T_H+1}^{(k+M-1)T_H} \mathbf{x}(n) \mathbf{x}^T(n) = \frac{1}{MT_H} \sum_{n=(k-1)T_H+1}^{(k+M-1)T_H} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1(n) \\ \mathbf{x}_2(n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T(n) & \mathbf{x}_2^T(n) \end{bmatrix}$$

em que $M \cdot T_H$ representa a memória (média) do filtro adaptável.

Desse modo, neste exemplo, a atualização de uma estimativa de canal é basicamente dependente da correlação do sinal alimentado ao alto-falante correspondente 107, 109 e do

sinal cancelado do eco $e(n)$ (e compensado pela autocorrelação do sinal de entrada). Essencialmente, a abordagem procura identificar o componente residual que não foi cancelado pelo cancelamento de eco e atualizar a estimativa de canal de maneira tal que a estimativa de canal atualizada resultaria no cancelamento completa.

A finalidade da maioria dos canceladores de eco de múltiplos canais convencionais é a minimização da diferença entre as estimativas de canal individuais e dos trajetos individuais dos alto-falantes ao microfone. No entanto, os autores da presente invenção verificaram que isto não resulta necessariamente em um melhor desempenho para os canceladores de eco de múltiplos canais e que, de fato, o cancelamento de eco incrementado pode ser frequentemente conseguida na prática ao objetivar a otimização do cancelamento de eco combinada das múltiplas fontes em vez de objetivar meramente a convergência das estimativas de canal individuais. Por exemplo, o desempenho incrementado pode ser conseguido se, em vez de objetivar a convergência e canais individuais, a convergência de uma medida combinada é considerada, como especificamente:

$$\bar{h}^{(k)}(q) = g_1^{(k)}(q) * \hat{h}_1^{(k)}(q) + g_2^{(k)}(q) * \hat{h}_2^{(k)}(q)$$

Se os filtros que variam com o tempo 103, 105 forem constantes ou não implementados, isto é, $g_1^{(k)}(q) = g_2^{(k)}(q) = 1$, a matriz de autocorrelação de entrada poderá ser aproximada por:

$$\mathbf{R}_x \approx \begin{bmatrix} \mathbf{I} \\ \mathbf{I} \end{bmatrix} \mathbf{R}_s \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{I} \end{bmatrix}$$

em que \mathbf{I} denota a matriz de identidade $L \times L$ e \mathbf{R}_s denota a matriz de autocorrelação do sinal de extremidade remota $s(n)$.

Desse modo, pode-se mostrar que a estimativa de

canal combinada que corresponde à abordagem de RLS previamente mencionada corresponde a (ao expandir as equações precedentes):

$$\bar{\mathbf{h}}^{(k)} \approx (1 - \mu) \cdot \bar{\mathbf{h}}^{(k-1)} + \mu \cdot \mathbf{R}_s^{-1} \left(\sum_n \mathbf{s}(n) y(n) \right)$$

5 Desse modo, em tal caso, a convergência de cancelamento de eco (o comportamento de $\bar{\mathbf{h}}^{(k)}$) é equivalente a (e especificamente tão bom quanto) um CEA de canal único.

Na equação acima, o primeiro termo representa a estimativa de canal combinada precedente e o segundo termo
10 representa a atualização da estimativa de canal atual. A ponderação relativa μ determina o quão pesada é a atualização em relação à estimativa existente. A equação pode ser considerada correspondente a um filtro de IIR e provê, desse modo, a filtragem de baixa passagem das estimativas de canal
15 geradas no quadro individual. O valor da ponderação relativa μ determina o efeito de filtragem de baixa passagem e controla, desse modo, a velocidade da convergência e o desempenho do ruído.

Para $0 \leq \mu \leq 1$, a solução global pode ser
20 interpretada como uma combinação convexa das soluções precedentes e locais. A fim de obter uma rápida convergência, ponderação relativa μ pode ser escolhida para ficar próximo de um ($\mu \rightarrow 1$). No entanto, a fim de obter uma melhor resistência ao ruído, a ponderação relativa μ pode ser
25 escolhida para ficar próximo de zero ($\mu \rightarrow 0$). Desse modo, o valor de μ pode ser ajustado para prover o equilíbrio desejado entre o desempenho do ruído e a velocidade da convergência.

A introdução dos filtros que variam com o tempo
30 103, 105 resulta nos sinais dos alto-falantes $x_1(n)$ e $x_2(n)$ não mais estacionários. Isto é utilizado para facilitar a

estimativa de canal e, em particular, permitir uma diferenciação entre os sinais recebidos no microfone 111 dos dois trajetos diferentes.

No sistema da Figura 1, a duração da atualização (o comprimento do quadro de filtro) para os filtros que variam com o tempo 103, 105 é ajustada para ser um múltiplo de número inteiro da duração do quadro de cancelamento de eco. Desse modo, os filtros que variam com o tempo 103, 105 são mantidos constantes para um número de quadros de cancelamento de eco K dado, e cada um destes quadros de filtro pode ter uma duração de $T_G = KT_H$. Tal abordagem permite a operação e a implementação facilitadas.

Em tal cenário, a matriz de autocorrelação \mathbf{R}_x é estimada tipicamente sobre uma duração que é substancialmente mais longa do que um quadro de cancelamento de eco. Pode-se mostrar (supondo $K \leq M$ e a estacionariedade do sinal em cada quadro de filtro) que a matriz de autocorrelação de longo prazo pode ser aproximada por:

$$\mathbf{R}_x \approx \gamma_k \left(\begin{bmatrix} \mathbf{G}_1^{(k-K)} \\ \mathbf{G}_2^{(k-K)} \end{bmatrix} \mathbf{R}_s \begin{bmatrix} \mathbf{G}_1^{(k-K)T} & \mathbf{G}_2^{(k-K)T} \end{bmatrix} \right) + (1-\gamma_k) \left(\begin{bmatrix} \mathbf{G}_1^{(k)} \\ \mathbf{G}_2^{(k)} \end{bmatrix} \mathbf{R}_s \begin{bmatrix} \mathbf{G}_1^{(k)T} & \mathbf{G}_2^{(k)T} \end{bmatrix} \right)$$

em que

$$\gamma_k = \frac{K - (k \bmod K)}{K} \leq 1;$$

mod denota o operador do módulo e \mathbf{R}_s é a matriz de covariância do sinal da extremidade remota.

Substituindo isto na equação precedente e após algumas manipulações, pode-se mostrar que:

$$\bar{\mathbf{h}}^{(k)} \approx \left(1 - \frac{\mu}{1-\gamma_k} \right) \bar{\mathbf{h}}^{(k-1)} + \frac{\mu}{1-\gamma_k} \cdot \mathbf{R}_s^{-1} \left(\sum_n \mathbf{s}(n) y(n) \right)$$

Desse modo, como indicado pela equação acima, a abordagem de definir uma ponderação fixo para a atualização das duas estimativas de canal individuais; isto é, a

atualização das duas estimativas de canal de acordo com:

$$\hat{\mathbf{h}}_i^k = \hat{\mathbf{h}}_i^{k-1} + \mu \cdot \Delta \hat{\mathbf{h}}_i^k$$

juntamente com a utilização dos sinais do alto-falante não-estacionário (por exemplo, devido aos filtros que variam com o tempo 103, 105) resulta em um tamanho da etapa eficaz para o cancelamento de eco combinada das duas fontes de áudio qual são dadas por:

$$\bar{\mu}_k = \frac{\mu}{1 - \gamma_k}$$

Desse modo, o resultado desta abordagem de atualização é que a ponderação eficaz da atualização de cancelamento de eco varia com o tempo. Certamente, no exemplo específico, variará de μ ao infinito para valores diferentes de k , isto é, para números de quadro diferentes no quadro de filtro.

Certamente, a abordagem pode conduzir ao desempenho errático e instável. Por exemplo, se $(1 - \gamma_k) < \mu$, um comportamento de adaptação indesejável resultará em que a atualização da estimativa de canal atual será super-amplificada $\left(\frac{\mu}{1 - \gamma_k} \geq 1\right)$ e, certamente, a estimativa de canal

precedente será subtraída $\left(1 - \left(\frac{\mu}{1 - \gamma_k}\right)\right) \leq 0$. Além disso, se a ponderação da atualização for restringido à região de estabilidade (isto é, $K\mu \leq 1$), as estimativas de canal individuais terão um comportamento de convergência fraco uma vez que este requer uma ponderação muito baixo para os mesmos $(\mu \ll 1)$.

No sistema da Figura 1, o estimador de canal 117 é disposto para utilizar uma ponderação que varia dependendo de um parâmetro de tempo. Particularmente, o sistema compreende

um processador de ponderação 119 que calcula continuamente a ponderação relativa a ser aplicado à atualização da estimativa de canal relativa à estimativa de canal precedente. No exemplo, o processador de ponderação 119 é acoplado ao estimador de canal 117 e provê o mesmo com a ponderação atual a ser utilizado. Além disso, no exemplo específico, o processador de ponderação 119 também pode ser disposto para controlar as atualizações dos filtros que variam com o tempo 103, 105 e pode especificamente prover novos coeficientes para aplicar quando um novo quadro de atualização de filtro for iniciado.

Desse modo, no sistema da Figura 1, o processador de ponderação 119 calcula uma ponderação relativa que é dependente de um valor de tempo. Será apreciado que a ponderação possa ser dependente de outros parâmetros além de apenas o valor de tempo. No entanto, no sistema, a ponderação variará com o tempo mesmo se todos tais parâmetros forem constantes.

O efeito de tornar a ponderação relativa para a variante de tempo da atualização é que um equilíbrio incrementado pode ser conseguido entre a atualização dos canais individuais e o comportamento de cancelamento de eco como um todo. Particularmente, a característica de variação do tempo do tamanho da etapa eficaz para o cancelamento de eco combinada:

$$\bar{\mu}_k = \frac{\mu}{1 - \gamma_k}$$

pode ser compensada ou até mesmo cancelada para prover um cancelamento de eco incrementada.

Por exemplo, o processador de ponderação 119 pode ser disposto para variar o tamanho da etapa para atualizar os pesos individuais dentro de cada quadro de filtro na dependência da duração de tempo desde o início do quadro de

filtro. No sistema específico em que a atualização do filtro e o cancelamento do eco são executadas nos quadros, a ponderação relativa pode ser especificamente variado entre quadros consecutivos de cancelamento de eco, mas pode ser mantido constante dentro de cada quadro de cancelamento de eco. Desse modo, em tais realizações, a ponderação para o quadro de cancelamento de eco atual pode ser simplesmente determinado como uma função do número de quadro atual dentro do quadro de filtro atual (que corresponde ao tamanho da etapa eficaz do cancelamento de eco combinada que é dependente somente do número do quadro).

Desse modo, em tais realizações, o padrão de ponderação pode ser repetido entre quadros de filtro consecutivos, tendo por resultado um padrão periódico e repetido.

Como um exemplo específico, a ponderação para as atualizações da estimativa de canal pode ser ajustado para refletir o impacto sobre a atualização de cancelamento de eco e pode ser especificamente ajustado para resultar no fato de ser substancialmente constante. No exemplo específico, o parâmetro γ_k é conhecido, uma vez que depende somente das quantidades conhecidas do número do quadro de cancelamento de eco atual no quadro de filtro e do número total de quadros de cancelamento de eco em cada quadro de filtro.

Especificamente, a ponderação relativa da atualização para a atualização da estimativa de canal para cada canal pode ser ajustado para:

$$\mu_k = \mu_0 \cdot (1 - \gamma_k) = \mu_0 \cdot \frac{k \bmod K}{K}$$

em que μ_0 é uma ponderação nominal. A ponderação nominal pode, por exemplo, ser um valor fixo predeterminado, pode ser constante, por exemplo, para cada quadro de filtro

ou pode ser, por exemplo, dependente de outros parâmetros de não-tempo. A ponderação normal μ_0 controla essencialmente a convergência do cancelamento de ruído visto que a ponderação que varia com o tempo reflete a ponderação que é aplicado ao atualizar os pesos e controla, desse modo, a convergência das estimativas de canal individuais.

Desse modo, no exemplo, o processador de ponderação 119 gera um fator de graduação para um valor de ponderação nominal e então determina a ponderação relativa como sendo proporcional ao produto destes. A ponderação relativa que varia com o tempo é então utilizada quando da atualização das estimativas de canal individuais de acordo com:

$$\hat{\mathbf{h}}_i^k = \hat{\mathbf{h}}_i^{k-1} + \mu_k \cdot \Delta \hat{\mathbf{h}}_i^k$$

tendo por resultado uma convergência de cancelamento de eco de:

$$\bar{\mathbf{h}}^{(k)} \approx (1 - \mu_0) \bar{\mathbf{h}}^{(k-1)} + \mu_0 \cdot \mathbf{R}_s^{-1} \left(\sum_n \mathbf{s}(n) y(n) \right)$$

A ponderação nominal μ_0 pode então ser selecionada ($0 \leq \mu_0 \leq 1$) para prover o equilíbrio desejado entre a convergência e o desempenho do cancelamento de ruído de estado estacionário do sistema.

No sistema específico, o processador de ponderação 119 é disposto desse modo para gerar uma ponderação relativa para a atualização da estimativa de canal que aumenta (ou não diminui) para aumentar o tempo desde a última atualização do filtro. Certamente, no exemplo específico, a ponderação relativa μ_k é uma função em etapas que aumenta de 0 para $k=0$ para $\mu_0 \left(1 - \frac{1}{K}\right)$ para $k=K-1$. Um exemplo de tal função é mostrado na Figura 2.

No exemplo, a ponderação para a atualização da

estimativa de canal é uma função não-decrescente monotônica do tempo desde a última atualização dos filtros que variam com o tempo 103, 105. Deve-se observar que tal variação é contrária às abordagens gerais do sistema de *feedback* e pode parecer contra-intuitiva. Certamente, nos sistemas de *feedback* típicos, uma mudança substancial nas características do sistema requererá que o processo de *feedback* seja convergido em direção às novas configurações e, portanto, uma grande ponderação inicial do valor da atualização para prover uma convergência mais rápida poderá parecer atrativa. Quando o sistema convergiu, a ponderação do valor da atualização pode ser reduzida. No entanto, como demonstrado pela análise acima, o sistema da Figura 1 é disposto, na verdade, para operar inicialmente de uma maneira oposta direta, a saber, tendo uma baixa ponderação de atualização e então aumentando isto com o tempo.

Deve-se também observar que a abordagem da Figura 1 provê não somente um cancelamento de eco incrementado, mas também é simples de executar e certamente pode ser facilmente introduzida nos canceladores de eco existentes.

No exemplo acima, a variação de tempo foi introduzida intencionalmente pelo uso de filtros que variam com o tempo. No entanto, será apreciado que a abordagem descrita não seja limitada a tais cenários. Certamente, a abordagem descrita é aplicável para qualquer uso em que a reprodução dos sinais a serem cancelados varia com o tempo. Certamente, tal variação de tempo pode ser intencional ou pode ser, por exemplo, uma variação de tempo não-intencional ou descontrolada tal como, por exemplo, pode ser o caso quando o microfone ou um dos alto-falantes é movido.

Por exemplo, no sistema da Figura 1, os filtros 103, 105 podem ser constantes ou inexistentes, isto é,

$g_1(q) = g_2(q) = 1$. No entanto, quando um dos alto-falantes 107, 109 ou o microfone 111 é movido, isto pode ser detectado, e o processador de ponderação 119 pode prosseguir para gerar uma ponderação que varia com o tempo para a atualização da
5 estimativa de canal.

Especificamente, o estimador de canal 117 pode ser disposto para detectar que um dos canais de um alto-falante 107, 109 ao microfone 111 mudou mais do que uma determinada quantidade em determinado momento. Desse modo, o estimador de
10 canal 117 detecta se um ou ambos os canais experimentaram uma mudança que satisfaz um critério apropriado.

A mudança pode ser detectada diretamente, por exemplo, ao avaliar a magnitude da atualização da estimativa de canal para um canal e detectar se esta excede um dado
15 limite. Em outras realizações, uma detecção mais indireta pode ser utilizada, por exemplo, ao detectar se o sinal resultante $e(n)$ nos períodos de silêncio relativo (por exemplo, correspondente ao sinal do microfone que tem uma energia de sinal abaixo de um dado limite) excede um dado
20 nível.

Se o estimador de canal 117 detectar tal mudança de etapa significativa nas estimativas de canal, irá prosseguir indicando isto ao processador de ponderação 119. O processador de ponderação 119 então prosseguirá iniciando uma
25 variação de tempo da ponderação relativa. Por exemplo, o processador de ponderação 119 pode prosseguir modificando a ponderação em um padrão similar ao da Figura 2. Desse modo, o valor pode ser determinado como uma função da duração de tempo desde que a mudança foi detectada. Particularmente, o
30 processador de ponderação 119 pode ajustar um valor inicial para a ponderação relativa a um valor apropriadamente baixo (por exemplo, zero) imediatamente após a mudança e então

prosseguir aumentando o mesmo como uma função não-decrescente monotônica da duração desde a mudança. Pode prosseguir fazendo isto até que atinja um valor máximo que possa ser um valor predeterminado.

5 No primeiro exemplo descrito com os filtros que variam com o tempo 103, 105, a ponderação relativa era uma função do tempo atual relativo à duração de intervalo do filtro. No entanto, no exemplo em que não há nenhum filtro que varia com o tempo, a ponderação relativa pode ser
10 determinada como uma função de um intervalo de cálculo da média de cancelamento de eco.

 Por exemplo, se o alto-falante de extremidade remota mudar sua posição de maneira tal que o canal da extremidade remota mude de $h(1)(\text{que})$ para $h(2)(\text{que})$, isto
15 equivale à situação em que a posição do alto-falante é mantida fixa ao alterar o filtro que varia com o tempo de 1 para $h(2)(\text{que})/h(1)(\text{que})$. Desse modo, uma alteração de alto-falante de extremidade remota resulta em um cenário que equivale ao cenário em que o filtro que varia com o tempo é
20 alterado. No entanto, o valor de K é muito grande porque a princípio inclui o passado inteiro. No entanto, uma vez que a atualização de filtro adaptável tem uma memória (máxima) de M quadros, K pode ser ajustado para corresponder ao comprimento da memória do filtro M . Desse modo, a ponderação que varia
25 com o tempo pode ser atualizado da mesma maneira descrita para a mudança nos filtros que variam com o tempo, mas utilizando o valor $K = M$.

 Será apreciado que a descrição acima, para maior clareza, descreva as realizações da invenção com referência a
30 diferentes circuitos, unidades e processadores funcionais. No entanto, ficará evidente que qualquer distribuição de funcionalidade apropriada entre circuitos, unidades ou processadores funcionais diferentes possa ser utilizada sem

que se desvie da invenção. Por exemplo, a funcionalidade ilustrada para ser executada por processadores ou controladores separados pode ser executada pelos mesmos processadores ou controladores. Desse modo, as referências a unidades ou circuitos funcionais específicos devem ser vistas somente como referências a meios apropriados para prover a funcionalidade descrita em vez de indicativos de uma estrutura ou organização lógica ou física estrita.

A invenção pode ser executada em qualquer forma apropriada incluindo hardware, software, firmware ou qualquer combinação destes. A invenção pode ser opcionalmente executada pelo menos em parte como um software de computador que funciona em um ou mais processadores de dados e/ou processadores de sinais digitais. Os elementos e componentes de uma realização da invenção podem ser executados física, funcional e logicamente de qualquer maneira apropriada. Certamente, a funcionalidade pode ser executada em uma única unidade, em uma pluralidade de unidades ou como parte de outras unidades funcionais. Como tal, a invenção pode ser executada em uma única unidade, ou pode ser física e funcionalmente distribuída entre unidades, circuitos e processadores diferentes.

Embora a presente invenção tenha sido descrita em relação a algumas realizações, não se presta a ser limitada à forma específica aqui definida. Em vez disso, o escopo da presente invenção é limitado somente pelas reivindicações anexas. Além disso, embora uma característica pareça ser descrita em relação a realizações particulares, o técnico no assunto reconhecerá que várias características das realizações descritas podem ser combinadas de acordo com a invenção. Nas reivindicações, o termo "que compreende" não exclui a presença de outros elementos ou etapas.

Além disso, embora individualmente relacionados,

uma pluralidade de meios, elementos, circuitos ou etapas do método pode ser executada, por exemplo, por um único circuito, unidade ou processador. Além disso, embora características individuais possam ser incluídas em reivindicações diferentes, estas podem ser possível e vantajosamente combinadas, e a inclusão em reivindicações diferentes não implica que uma combinação de características não seja praticável e/ou vantajosa. Além disso, a inclusão de uma característica em uma categoria de reivindicações não implica uma limitação a esta categoria, mas indica, em vez disso, que a característica é igualmente aplicável a outras categorias da reivindicação, como apropriado. Além disso, a ordem de características nas reivindicações não implica nenhuma ordem específica em que as características devem ser trabalhadas e, particularmente, a ordem de etapas individuais em uma reivindicação do método não implica que as etapas devem ser executadas nesta ordem. Em vez disso, as etapas podem ser executadas em qualquer ordem apropriada. Além disso, referências no singular não excluem uma pluralidade. Desse modo, as referências a "um", "uma", "primeiro", "segundo", etc., não impossibilitam uma pluralidade. Os sinais de referência nas reivindicações são providos meramente como um exemplo esclarecedor que não deve ser interpretado, de maneira alguma, como sendo limitador do escopo das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, **caracterizada** por compreender:

um circuito para receber um sinal do microfone de um
5 microfone (111), cujo sinal do microfone compreende contribuições de pelo menos duas fontes de áudio (107, 109) a ser canceladas;

um circuito de cancelamento de eco (113, 115) acoplado ao microfone (111), cujo circuito de cancelamento de eco
10 (113, 115) é disposto para executar o cancelamento de eco das duas fontes de áudio (107, 109) com base nas estimativas de canal para os canais a partir de cada uma das pelo menos duas fontes de áudio (107, 109) para o microfone (111);

um circuito de estimativa (117) para gerar cada uma das
15 estimativas de canal como uma combinação de uma estimativa de canal precedente e de uma atualização da estimativa de canal, a combinação compreende a aplicação de uma ponderação relativa à atualização da estimativa de canal relativa à estimativa de canal precedente; e

um circuito de ponderação (119) disposto para variar a
20 ponderação relativa em resposta a um valor de tempo, em que a ponderação relativa é determinada como uma função do tempo, e em que o circuito de ponderação é disposto para aumentar a ponderação relativa da atualização da estimativa de canal
25 para aumentar as durações de tempo.

2. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender adicionalmente um filtro que varia com o tempo
(103, 105) para cada uma das pelo menos duas fontes de áudio
30 (107, 109), em que cada filtro que varia com tempo (103,

105) é disposto para filtrar um sinal para uma das pelo menos duas fontes de áudio (107, 109).

3. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo
5 fato de que o valor de tempo é uma duração de tempo desde uma última atualização de pelo menos um dos filtros que variam com o tempo (103, 105).

4. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo
10 fato de que o circuito de ponderação (119) é disposto para gerar um fator de escala para um valor de ponderação nominal e para determinar a ponderação relativa em resposta ao fator de escala para o valor de ponderação nominal, o fator de escala sendo dependente da duração do tempo.

15 5. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo fato de que pelo menos um filtro que varia com o tempo (103, 105) é disposto para ser atualizado em momentos distintos, provendo desse modo quadros de filtro em que o filtro que
20 varia com o tempo (103, 105) é constante, e o circuito de ponderação (119) é disposto para variar a ponderação relativa dentro de um quadro de filtro dependente de uma duração de tempo atual desde um início do quadro de filtro.

6. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos
25 canais, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada** pelo fato de que o circuito de cancelamento de eco é disposto para executar um cancelamento de eco com base em quadro; e o circuito de ponderação (119) é disposto para variar a ponderação relativa entre quadros consecutivos de
30 cancelamento de eco.

7. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que o circuito de ponderação (119) é disposto para determinar a ponderação relativa como uma função de um número do quadro de cancelamento de eco dentro de um quadro de filtro.

8. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** pelo fato de que o circuito de ponderação (119) é disposto para determinar um valor de ponderação para a atualização da estimativa de canal como substancialmente proporcional a: $k \bmod K / K$ em que k é um número do quadro de cancelamento, K é um número de quadros de cancelamento de eco em um quadro de filtro e \bmod representa a função do módulo.

9. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** pelo fato de que há uma relação substancialmente integral entre uma duração dos quadros de filtro e uma duração dos quadros de cancelamento de eco.

10. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender adicionalmente um circuito de mudança para detectar que uma mudança em pelo menos um primeiro canal dos canais a partir de cada uma das fontes de áudio (107, 109) ao microfone (111) satisfaz um critério; e um circuito para determinar o valor de tempo como uma duração de tempo a partir da mudança.

11. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada** pelo fato de que o circuito de mudança é

disposto para ajustar um valor inicial para a ponderação relativa após a mudança; e o circuito de ponderação (119) é disposto para aumentar a ponderação relativa para aumentar as durações de tempo desde a mudança.

5 12. Disposição canceladora múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada** pelo fato de que o circuito de ponderação (119) é disposto para determinar a ponderação relativa como uma função de um intervalo de cálculo da média de cancelamento de eco.

10 13. Disposição canceladora de eco acústico de múltiplos canais, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a ponderação relativa é uma função somente de um valor de ponderação nominal e do valor de tempo.

15 14. Método de cancelamento de eco acústico de múltiplos canais, que utiliza um circuito de cancelamento de eco (113, 115) acoplado a um microfone (111), o método sendo **caracterizado** por compreender:

20 a recepção de um sinal de microfone a partir do microfone (111), cujo sinal de microfone compreendendo contribuições de pelo menos duas fontes de áudio (107, 109) a serem canceladas;

25 a execução do cancelamento de eco das pelo menos duas fontes de áudio (107, 109) com base nas estimativas de canal para os canais de cada uma das pelo menos duas fontes de áudio (107, 109) ao microfone;

30 a geração de cada uma das estimativas de canal como uma combinação de uma estimativa de canal precedente e de uma atualização da estimativa de canal, cuja combinação compreende a aplicação de uma ponderação relativa à atualização da estimativa de canal relativa à estimativa de

canal precedente; e

a variação da ponderação relativa em resposta a um valor de tempo, em que a ponderação relativa é determinada como uma função do tempo, e, em que a ponderação relativa da
5 atualização da estimativa de canal é aumentada para aumentar as durações de tempo.

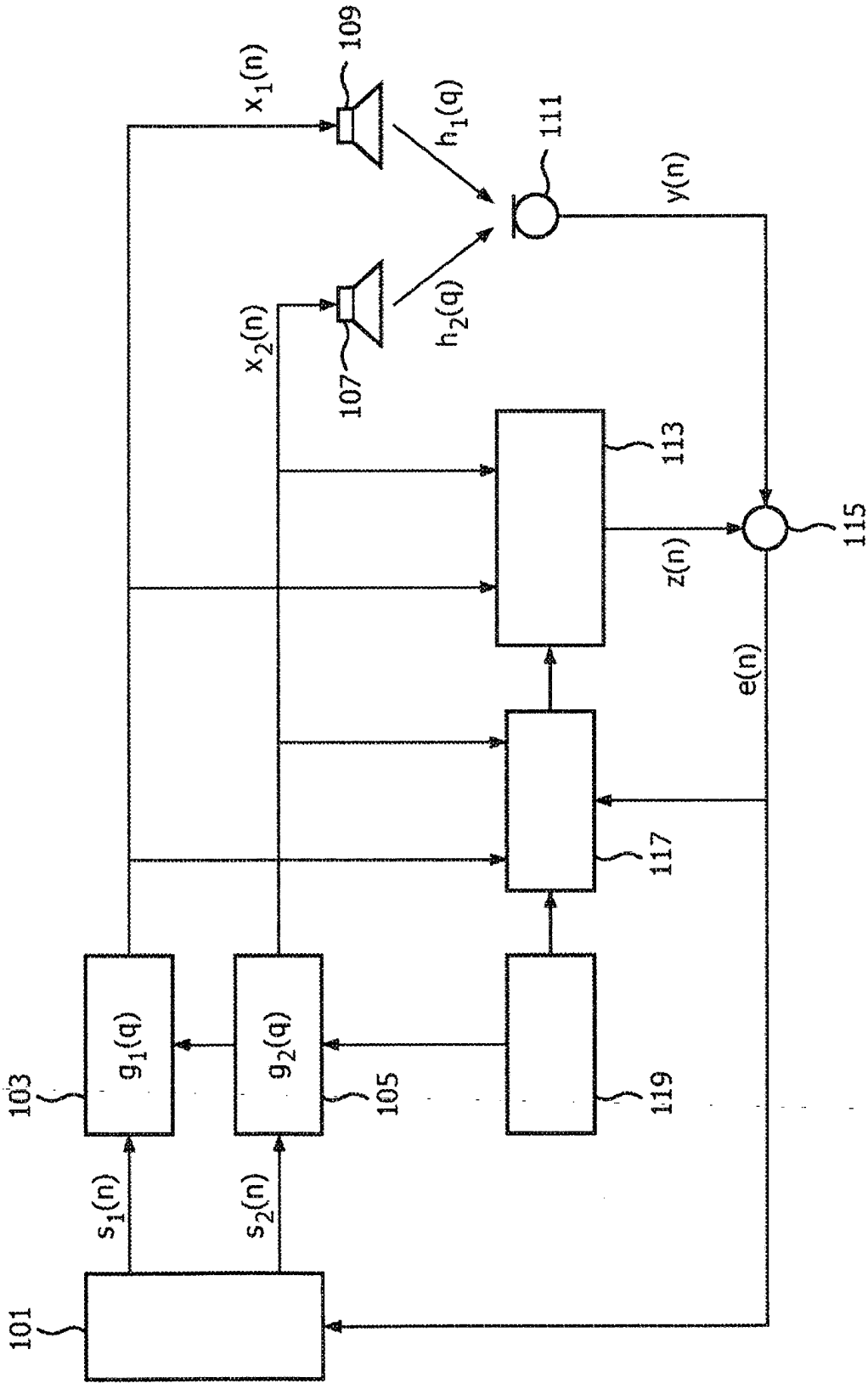


FIG. 1

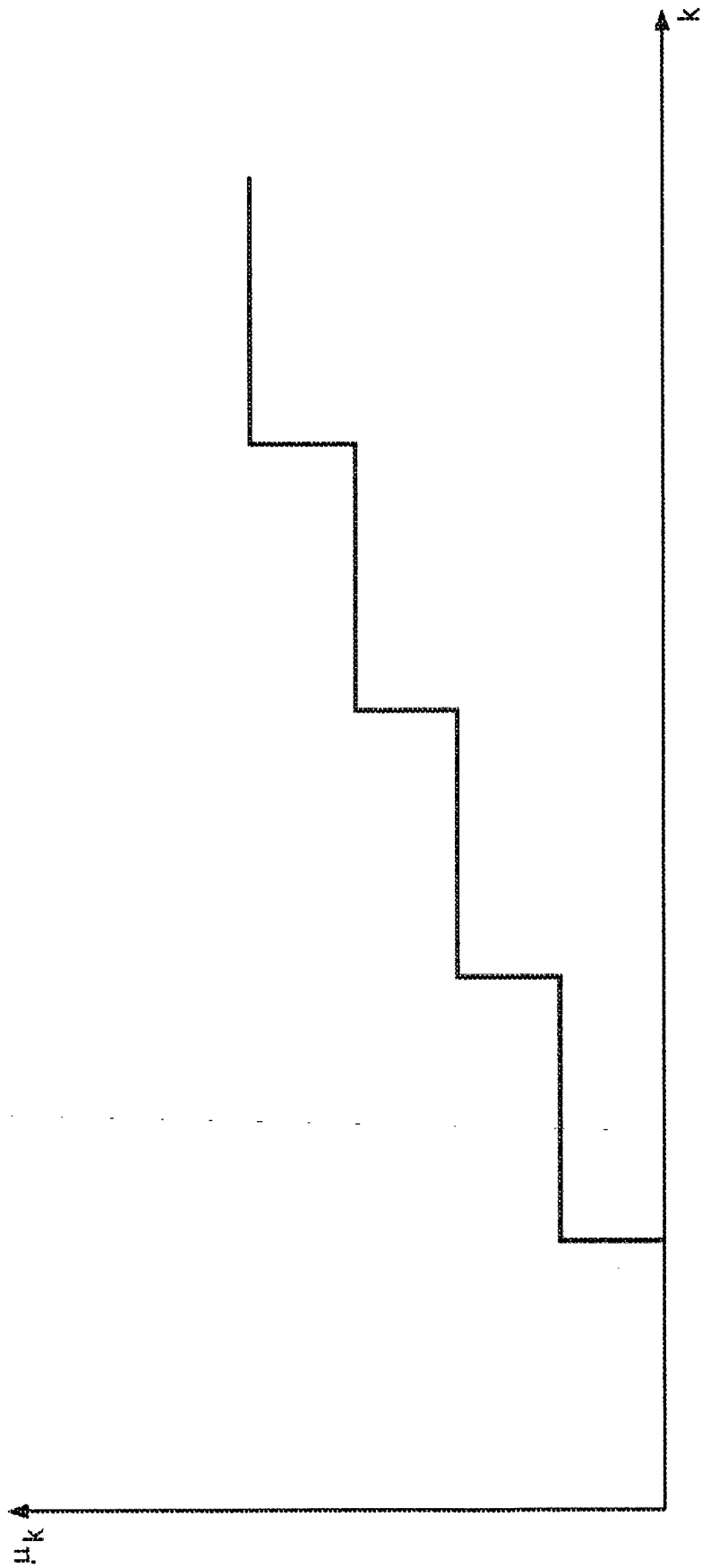


FIG. 2