



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0708742-0 A2**



* B R P I O 7 0 8 7 4 2 A 2 *

(22) Data de Depósito: 08/03/2007
(43) Data da Publicação: 28/06/2011
(RPI 2112)

(51) *Int.Cl.:*
G10L 19/08 2006.01
G10L 19/12 2006.01

(54) Título: **APARELHO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA E MÉTODO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA**

(30) Prioridade Unionista: 10/02/2006 JP 2006-065399, 06/02/2007 JP 2007-027408, 06/02/2007 JP 2007-027408

(73) Titular(es): Matsushita ELeetric Industrial CO., LTD

(72) Inventor(es): Hiroyuki Ehara, Koji Yoshida

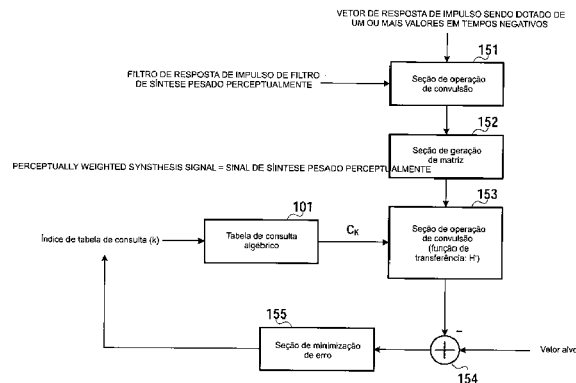
(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemens, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007054529 de 08/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/105587 de 20/09/2007

(57) **Resumo:** APARELHO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA E MÉTODO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA. A presente invenção refere-se a um aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa que supre levemente um aumento em uma quantidade de operação, mesmo se o filtro aplicado para o pulso de estimulação for dotado de característica que não possa ser representada por uma matriz triangular inferior e realiza uma pesquisa de tabela de consulta fixa quase ótima. Esse aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa é provido de uma tabela de consulta algébrica (101) que gera um vetor de estimulação de pulso; uma seção de operação de convolução (151) que convolui uma resposta de impulso de um filtro de síntese pesado auditório para um vetor de resposta de impulso que é dotado de um valor em tempos negativos, para gerar um segundo vetor de resposta de impulso que é dotado de um valor em segundos tempos negativos; uma seção de geração de matriz (152) que gera uma matriz de convolução do tipo Toeplitz por meio de um segundo vetor de resposta de impulso; e uma seção de operação de convolução (153) que convolui a matriz gerada pela seção de geração de matriz (152) para o vetor de estimulação de pulso gerado pela tabela de consulta algébrica (101).

150





PI0708742-0

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "APARELHO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA E MÉTODO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA".

Campo da Técnica

5 A presente invenção refere-se a um aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa e um método de pesquisa de tabela fixa para ser usado no momento da codificação por meio de aparelho de codificação de linguagem que executa prognóstico linear estimulado (CELP) de código de sinais de linguagem.

10 Antecedentes da Técnica

 Uma vez que o processo de pesquisa de tabela de consulta fixa em um aparelho de codificação de linguagem do tipo CELP é geralmente responsável pela carga de processamento maior entre o processamento de codificação de linguagem, foram convencionalmente desenvolvidas várias
15 configurações da tabela de consulta fixa e dos métodos de pesquisa de uma tabela de consulta.

 As tabelas de consulta fixas que usam uma tabela de consulta algébrica, que é amplamente adotada nos padrões CODECS internacionais como, por exemplo, Recomendação G.729 e G.723.1 ITU-T ou padrão AMR
20 3GPP, ou similar, é uma das tabelas de consulta fixa que reduz relativamente a carga de processamento para a pesquisa (ver, por exemplo, Documentos de não patentes de 1 a 3). Com essas tabelas de consulta fixas, tornando esparsa o número de pulsos gerados a partir da tabela de consulta algébrica, pode ser reduzida a carga de processamento requerida para a pesquisa
25 de tabela de consulta fixa. Contudo, uma vez que há um limite para as características de sinal que podem ser representadas pela estimulação do pulso esparsa, há casos em que o problema ocorre na qualidade da codificação. A fim de tratar esse problema, foi proposta uma técnica por meio da qual é aplicado um filtro para fornecer características para a estimulação de
30 pulso gerada a partir da tabela de consulta algébrica (ver, por exemplo, o Documento de não patente 4).

 Documento de não patente 1: Recomendação G.729 ITU-T,

"Codificação de Linguagem em 8 kbit/s usando "Prognóstico Linear de Código Algébrico Estimulado de Estrutura Conjugada (CS-ACELP)", Março, 1996.

Documento de não patente 2: Recomendação G.723.1 ITU-T,
5 "Codificador de Linguagem de Taxa Dual para Transmitir Comunicações Multimídia em 5,3 e 6,3 kbit/s", Março, 1996.

Documento de não patente 3: 3GPP TS 26.090, "Codec de linguagem AMR; funções de Transcodificação" V4.0.0, Março, 2001.

Documento de não patente 4: R. Hagen et al., "Remoção de artefatos de estimulação esparsa em CELP", IEEE ICASSP' 98, pp. de 145 a 148, 1998.
10

Contudo, no caso em que o filtro aplicado ao pulso de estimulação não possa ser representado por uma matriz de Toeplitz triangular inferior (por exemplo, no caso de um filtro sendo dotado de valores em tempos negativos nos casos como, por exemplo, de um processamento de convolução cíclico, conforme descrito no Documento de não patente 4), são requeridas a memória extra e as cargas computacionais para as operações de matriz.
15

Descrição da Invenção

Problema a ser Resolvido pela Invenção

20 É, portanto, um objetivo da presente invenção proporcionar um aparelho de codificação de linguagem que minimize o aumento das cargas computacionais, mesmo se o filtro aplicado para a estimulação do pulso for dotado da característica que é incapaz de ser representada por uma matriz triangular inferior, e para realizar uma pesquisa de tabela de consulta fixa
25 quase ótima.

A presente invenção alcança o objetivo acima mencionado usando um aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa provido de: uma seção de geração de vetor de estimulação de pulso que gera um vetor de estimulação de pulso; uma primeira seção de operação de convolução que
30 convolui uma resposta de impulso de um filtro de síntese pesado perceptualmente em um vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos, para gerar um segundo vetor de resposta de

impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos; uma seção de geração de matriz que gera uma matriz de convolução do tipo Toeplitz por meio do segundo vetor de resposta de impulso gerado pela primeira seção de operação de convolução; e uma segunda seção de operação de convolução que transporta processamento de convolução para o vetor de estimulação de pulso gerado pela seção de geração de vetor de estimulação de pulso usando a matriz gerada pela seção de geração de matriz.

Ainda, a presente invenção alcança o objetivo acima mencionado por um método de pesquisa de tabela de consulta fixa sendo dotado de: uma etapa de geração de vetor de estimulação de pulso de geração de um vetor de estimulação de pulso; uma primeira etapa de operação de convolução de uma resposta de impulso de um filtro de síntese pesado perceptualmente em um vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos, para gerar um segundo vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos; uma etapa de geração de matriz de geração de uma matriz de convolução do tipo Toeplitz usando o segundo vetor de resposta de impulso gerado na primeira etapa de operação de convolução; e uma segunda etapa de operação de convolução de transporte de processamento de convolução para o vetor de estimulação de pulso usando a matriz de convolução do tipo Toeplitz.

De acordo com a presente invenção, a função de transferência não pode ser representada pela matriz Toeplitz é aproximada por uma matriz criada pelo corte de alguns elementos de linha de uma matriz Toeplitz triangular inferior, de maneira que seja possível transportar o processamento de codificação dos sinais de linguagem com quase os mesmos requisitos de memória e cargas computacionais como no caso de um filtro causal representado por uma matriz Toeplitz triangular inferior.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é um diagrama em bloco ilustrando um aparelho de geração de vetor de tabela de consulta fixa de um aparelho de codificação de linguagem de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 2 é um diagrama em bloco ilustrando um exemplo de

um aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa de um aparelho de codificação de linguagem de acordo com uma modalidade da presente invenção; e

5 A Figura 3 é um diagrama em bloco ilustrando um exemplo de um aparelho de codificação e linguagem de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Melhores Modos de Realizar a Invenção

10 As características da presente invenção incluem uma configuração para transportar pesquisa de tabela de consulta fixa usando uma matriz criada para trincar uma matriz do tipo Toeplitz triangular inferior removendo alguns dos elementos de linha.

Daqui por diante, será fornecida uma descrição detalhada da modalidade da presente invenção com relação aos desenhos que a acompanham.

15 A Figura 1 é um diagrama em bloco ilustrando uma configuração do aparelho de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100 de um aparelho de codificação de linguagem de acordo com uma modalidade da presente invenção. Na presente modalidade, o aparelho de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100 é usado como uma tabela de consulta fixa de um
20 aparelho de codificação de linguagem tipo CELP a ser montado em empregado em um aparelho terminal de comunicação como, por exemplo, um telefone móvel, ou similar.

O aparelho de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100 é dotado da tabela de consulta algébrica 101 e de uma seção de operação de
25 convolução 102.

A tabela de consulta algébrica 101 gera um vetor de estimulação de pulso c_k formado pela disposição de pulsos de estimulação em uma maneira algébrica em posições designadas pelo índice de tabela de consulta k que foi transferido, e transfere o vetor de estimulação de pulso gerado para a
30 seção de operação de convolução 102. A estrutura da tabela de consulta algébrica toma a forma descrita na recomendação ITU-T G.729.

A seção de operação de convolução 102 convolui um vetor de

resposta de impulso, que é transferido separadamente e que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos, com o vetor de estimulação e pulso transferidos da tabela de consulta algébrica 101, e transfere um vetor, que é o resultado da convolução, como um vetor da tabela de consulta. O vetor de resposta de impulso sendo dotado de um ou mais valores em tempos negativos pode tomar qualquer forma. Contudo, um vetor de forma preferida é dotado de um elemento de amplitude maior em ponto de tempo 0, e a maior parte da energia de todo o vetor é concentrada no ponto de tempo 0. Ainda, é preferível que a extensão do vetor da parte não causal (isto é, os elementos vetores em tempos negativos) seja mais curto do que a parte causal incluindo o ponto 0 (isto é, os elementos vetores em tempos não negativos). O vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos pode ser armazenado antecipadamente em uma memória como um vetor fixo, ou pode ser também um vetor variável que é determinado pelo cálculo quando necessário. A seguir, na presente modalidade, será fornecida uma descrição concreta de um exemplo onde uma resposta de impulso sendo dotada de um ou mais valores em tempos negativos, sendo dotada de valores do tempo "-m" (em outras palavras, todos os valores são 0 antes do tempo "-m-1").

Na Figura 1, o vetor de tabela de consulta fixa é passado com o vetor de estimulação de pulso c_k gerado da tabela de consulta fixa pela referência do índice k de tabela de consulta fixa transferido, através do filtro de convolução F (correspondendo à seção de operação e convolução 102 da Figura 1), pode ser gravado como F_{ck} . O sinal de síntese perceptualmente pesado, que é obtido passando o vetor de tabela de consulta fixa F_{ck} através de um filtro de síntese pesado perceptualmente não ilustrado H , é identificado por S . Então S pode ser gravado como a seguinte equação (1)

$$\begin{aligned}
s &= \mathbf{H}\mathbf{F}\mathbf{c}_k \\
&= \begin{bmatrix} h(0) & 0 & \dots & \dots & 0 \\ h(1) & h(0) & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & 0 \\ h(N-1) & h(N-2) & \dots & \dots & h(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(0) & \dots & f(-m) & 0 & 0 \\ f(1) & f(0) & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & f(1) & f(0) & & f(-m) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ f(N-1) & f(N-2) & \dots & f(1) & f(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k(0) \\ c_k(1) \\ \vdots \\ \vdots \\ c_k(N-1) \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} \sum_{n=0}^0 f(n)h(0-n) & \dots & \sum_{n=-m}^{-m} f(n)h(-m-n) & 0 & 0 \\ \sum_{n=0}^1 f(n)h(1-n) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & \sum_{n=-m}^0 f(n)h(0-n) & \sum_{n=-m}^{-m} f(n)h(-m-n) & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sum_{n=0}^{N-1} f(n)h(N-1-n) & \dots & \sum_{n=-m}^{N-1-m} f(n)h(N-1-m-n) & \dots & \sum_{n=-m}^0 f(n)h(0-n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k(0) \\ c_k(1) \\ \vdots \\ \vdots \\ c_k(N-1) \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} h^{(m)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ h^{(m)}(1) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & h^{(0)}(0) & h^{(0)}(-m) & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ h^{(m)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k(0) \\ c_k(1) \\ \vdots \\ \vdots \\ c_k(N-1) \end{bmatrix} = \mathbf{H}'\mathbf{c}_k
\end{aligned}$$

(Equação 1)

Aqui, $h(n)$, onde $n = 0, \dots, N-1$ ilustra a resposta de impulso do filtro de síntese pesado perceptualmente, $f(n)$, onde $n = -m, \dots, N-1$ ilustra a resposta de impulso do filtro não causal (isto é, a resposta de impulso sendo dotada de um ou mais valores em tempos negativos), e $\mathbf{c}_k(n)$, onde $n = 0, \dots, N-1$ ilustra o vetor de estimulação de pulso designado pelo índice k , respectivamente.

A pesquisa para a tabela de consulta fixa é realizada encontrando k que maximiza a equação (2) a seguir. Na equação (2), \mathbf{C}_k é o produto escalar (ou a correlação transversal) do sinal de síntese pesado perceptualmente \mathbf{s} obtido pela passagem do vetor de estimulação de pulso (vetor de tabela de consulta fixa) \mathbf{c}_k designado pelo índice k através do filtro de convolução \mathbf{F} e o filtro de síntese de pesado perceptualmente \mathbf{H} , e o vetor-alvo \mathbf{x} a ser descrito posteriormente, e \mathbf{E}_k é a energia do sinal de síntese pesado perceptualmente \mathbf{s} obtido pela passagem de \mathbf{c}_k através do filtro de perceptualmente convolução \mathbf{F} e do filtro de síntese pesado \mathbf{H} (isto é, $|\mathbf{s}|^2$).

$$\frac{C_k^2}{E_k^2} = \frac{|\mathbf{x}'\mathbf{H}'\mathbf{c}_k|^2}{\mathbf{c}_k'\mathbf{H}'\mathbf{H}\mathbf{c}_k} = \frac{|d'\mathbf{c}_k|^2}{\mathbf{c}_k'\Phi\mathbf{c}_k} = \frac{\left(\sum_{n=0}^{N-1} d(n)c_k(n)\right)^2}{\mathbf{c}_k'\Phi\mathbf{c}_k} \quad \square\square\square\dots(\text{Equação 2})$$

x é chamado vetor-alvo na codificação de linguagem CELP e é obtido pela remoção de resposta de transferência zero do filtro de síntese pesado perceptualmente proveniente de um sinal de linguagem transferido pesado perceptualmente. O sinal de linguagem transferido pesado perceptualmente é um sinal obtido pela aplicação do filtro pesado perceptualmente para o sinal de linguagem transferido que é o objeto da codificação. O filtro pesado perceptualmente é um filtro tipo pólo total ou pólo zero configurado pelo uso de coeficientes predicativos lineares geralmente obtidos pela realização de prognóstico linear do sinal de linguagem transferido, e é amplamente usado no aparelho de codificação de linguagem do tipo CELP. O filtro de síntese pesado perceptualmente é um filtro no qual o filtro de prognóstico linear configurado pelo uso de coeficientes previsíveis quantizados pelo aparelho de codificação de linguagem do tipo CELP (isto é, o filtro de síntese) e o filtro pesado perceptualmente acima descrito são conectados em uma cascata. Apesar desses componentes não estarem ilustrados na presente modalidade, os mesmos são comuns no aparelho de codificação de linguagem do tipo CELP. Por exemplo, os mesmos são descritos na recomendação ITU-T G.729 como "vetor-alvo", "filtro de síntese pesada" e "resposta de transferência zero do filtro de síntese pesado". O sufixo "t" apresenta a matriz transposta.

Contudo, conforme pode ser compreendido da equação (1), a matriz H^t , que convolui a resposta de impulso do filtro de síntese pesado perceptualmente, que convolui com a resposta de impulso que é dotada de um ou mais valores em tempos negativos, não é uma matriz Toeplitz. Uma vez que as primeiras colunas m th da matriz H^t são calculadas usando colunas nas quais parte de ou todos os componentes não causais da resposta de impulso convoluída são truncadas, os mesmos diferem dos componentes das colunas após a coluna $(m+1)$ th que são calculados usando todos os componentes não causais da resposta de impulso convoluída, e, portanto, a matriz H^t não é uma matriz Toeplitz. Por essa razão, as espécies m de respostas de impulso, de $h^{(1)}$ a $h^{(m)}$, devem ser calculadas e armazenadas separadamente, resultando em um aumento nas cargas computacionais e

memória requeridas para o cálculo de \mathbf{d} e de Φ .

Aqui, a equação (2) é aproximada pela equação (3).

$$\frac{C_k^2}{E_k^2} = \frac{|\mathbf{x}' \mathbf{H}'' \mathbf{c}_k|^2}{\mathbf{c}_k' \mathbf{H}'' \mathbf{H}'' \mathbf{c}_k} \approx \frac{|\mathbf{x}' \mathbf{H}' \mathbf{c}_k|^2}{\mathbf{c}_k' \mathbf{H}' \mathbf{H}' \mathbf{c}_k} = \frac{|\mathbf{d}'' \mathbf{c}_k|^2}{\mathbf{c}_k' \Phi' \mathbf{c}_k} = \frac{\left(\sum_{n=0}^{N-1} d'(n) c_k(n)\right)^2}{\mathbf{c}_k' \Phi' \mathbf{c}_k} \quad (\text{Equação 3})$$

Aqui, \mathbf{d}'' está ilustrado pela equação (4) que se segue.

$$\mathbf{d}'' = \mathbf{x}' \mathbf{H}'$$

$$= \begin{bmatrix} x(0) & x(1) & \dots & \dots & x(N-1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ h^{(0)}(1) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & h^{(0)}(0) & & h^{(0)}(-m) \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^{(0)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix}$$

(Equação 4)

5

Em outras palavras, $\mathbf{d}'(i)$ está ilustrado pela equação (5) que se segue.

$$\mathbf{d}'(i) = \begin{cases} \sum_{n=i}^{N-1-i} x(n+i) h^{(0)}(n), & \text{onde } i = 0, \dots, m-1 \\ \sum_{n=-m}^{N-1-i} x(n+i) h^{(0)}(n), & \text{onde } i = m, \dots, N-1 \end{cases} \quad \dots (\text{Equação 5})$$

Aqui, $x(n)$ ilustra o n ésimo elemento do vetor-alvo ($n = 0, 1, \dots, N-1$; N sendo a extensão da armação ou da armação secundária que é o tempo de unidade para codificar o sinal de estimulação), $h^{(0)}(n)$ ilustra o elemento n ($n = -m, 0, \dots, N-1$) do vetor obtido pela convolução da resposta de impulso que é dotada de um ou mais valores em tempos negativos com uma resposta de impulso do filtro pesado perceptivamente, respectivamente. O vetor-alvo é um vetor que é comumente empregado na codificação CELP e é obtido pela remoção da resposta de entrada zero do filtro de síntese pesado perceptivamente do sinal de linguagem de entrada pesado perceptivamente. $h^{(0)}(n)$ é um vetor obtido pela aplicação de um filtro não causal (resposta de impulso $f(n)$, $n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$) para a resposta de impulso $h(n)$ ($n = 0, 1, \dots, N-1$) do filtro de síntese pesado perceptivamente, e está ilustrado pela equação (6) que se segue. $h^{(0)}(n)$ também se torna uma resposta de impulso

de um filtro não causal ($n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$).

$$h^{(0)}(i) = \sum_{n=-m}^i f(n)h(i-n), \quad i = -m, \dots, N-1 \dots \text{(Equação 6)}$$

Ainda, a matriz Φ' está ilustrada pela equação (7) que se segue.

$$\Phi' = H'' H' = \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(m) & \dots & h^{(0)}(N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ h^{(0)}(-m) & \dots & h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) \\ 0 & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & h^{(0)}(-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ h^{(0)}(m) & \dots & h^{(0)}(0) & & h^{(0)}(-m) \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^{(0)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \quad \text{(Equação 7)}$$

Em outras palavras, cada elemento ϕ' (1, j) da matriz Φ' está ilustrado pela equação (8) que se segue.

$$\phi'(i, j) = \begin{cases} \sum_{n=-i}^{N-1-i} h^{(0)}(n)h^{(0)}(n), & \text{onde } i = j = 0, \dots, m-1 \\ \phi'(j, i) = \sum_{n=-m}^{N-1-j} h^{(0)}(n+j-i)h^{(0)}(n), & \text{onde } i = m, \dots, N-1, j = i, \dots, N-1 \end{cases}$$

□□□ (Equação 8)

- 5 Especificamente, a matriz H'' se torna uma matriz H' aproximando do elemento de coluna pth $h^{(p)}(n)$, $p = 1$ para m , com outro elemento de coluna $h^{(0)}(n)$. Essa matriz H' é uma matriz Toeplitz, na qual os elementos de linha de uma matriz do tipo Toeplitz triangular são truncados. Mesmo se tal aproximação for introduzida, quando a energia dos elementos não causais (componentes em tempos negativos) for suficientemente pequena se comparada à energia dos elementos causais (componentes em tempos não negativos, em outras palavras, em tempos positivos incluindo o tempo 0) no vetor de resposta de impulso sendo dotado de um ou mais valores em tempos negativos, a influência da aproximação é insignificante. Ainda, uma vez
- 10
- 15 que a aproximação é introduzida apenas para os elementos da primeira coluna para a coluna mth da matriz H'' (aqui m é a extensão dos elementos não causais), quanto mais curto for m , mais insignificante se torna a influência da aproximação.

Por outro lado, há uma grande diferença entre a matriz Φ' e a matriz Φ nas cargas computacionais do cálculo das mesmas, isto é, a grande diferença aparece dependendo se a aproximação da equação (3) é usada ou não. Por exemplo, em comparação ao caso de determinar a matriz $\Phi_0 = \mathbf{H}'\mathbf{H}$ (\mathbf{H} é uma matriz Toeplitz triangular que convolui a resposta de impulso do filtro de peso perceptualmente na equação (1) em uma tabela de consulta algébrica comum que convolui a resposta de impulso que não é dotada de valor em tempos negativos, as operações tempos-m e produto-soma basicamente aumentam no cálculo da matriz Φ' pelo uso da aproximação da equação (3), conforme compreendido da equação (8). Ainda, como é realizada com o código C da recomendação ITU-T G.729, $\varphi'(i, j)$ pode ser calculado periodicamente para os elementos onde $(j-i)$ é constante (por exemplo, $\varphi'(N-2, N-1)$, $\varphi'(N-3, N-2)$, ..., $\varphi'(0, 1)$). Essa característica especial realiza cálculos eficientes dos elementos da matriz Φ' , que significam que operações tempos-m e produto-soma não são sempre adicionados aos cálculos dos elementos da matriz Φ' .

Por outro lado, no cálculo da matriz Φ' , no qual não é usada a aproximação da equação (3), precisam ser realizados cálculos de correlação únicos para calcular os elementos $\varphi(p, k) = \varphi(k, p)$, onde $p = 0, \dots, m$, $k = 0, \dots, N-1$. Isto é, os vetores de resposta de impulso usados para esses cálculos diferem do vetor de resposta de impulso usados para cálculos de outros elementos da matriz Φ (em outras palavras, determina não a correlação de $h^{(0)}$ e $h^{(0)}$, mas a correlação de $h^{(0)}$ e $h^{(p)}$, $p = 1$ a m). Esses elementos são elementos cujos resultados de cálculos são obtidos voltados para o término da determinação recursiva. Em outras palavras, a vantagem dos "elementos poderem ser determinados recursivamente e, portanto, os elementos da matriz Φ possam ser eficientemente calculados", conforme descrita acima, é perdida. Isso significa que a quantidade de operação aumenta aproximadamente em proporção ao número de elementos não causais do vetor de resposta de impulso sendo dotado de um ou mais valores em tempos negativos (por exemplo, a quantidade de operação quase duplica mesmo no caso de $m = 1$).

A Figura 2 é um diagrama em bloco ilustrando um exemplo de um aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa 150 que realiza o método de pesquisa de tabela de consulta fixa acima descrito.

O vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos e o vetor de resposta de impulso de filtro de síntese pesado perceptualmente são transferidos para a seção de operação de convolução 151. A seção de operação de convolução 151 calcula $h^{(0)}(n)$ por meio da equação (6), e transfere o resultado para a seção de geração de matriz 152.

A seção de geração de matriz 152 gera a matriz \mathbf{H}' usando $h^{(0)}(n)$, transferido pela seção de operação de convolução 151, e transfere o resultado para a seção de operação de convolução 153.

A seção de operação de convolução 153 convolve o elemento $h^{(0)}(n)$ da matriz \mathbf{H}' transferido da seção de geração de matriz 152 com um vetor de estimulação de pulso \mathbf{c}_k transferido pela tabela de consulta algébrica 101, e transfere o resultado para o somador 154.

O somador 154 calcula um sinal diferencial do sinal de síntese pesado perceptualmente transferido da seção de operação de convolução 153 e um vetor-alvo que é transferido separadamente, e transfere o resultado para uma seção de minimização de erro 155.

A seção de minimização de erro 155 especifica o índice de tabela de consulta k para gerar vetor de estimulação de pulso \mathbf{c}_k no qual a energia do sinal diferencial transferido do adicionador 154 se torna mínima.

A Figura 3 é um diagrama em bloco ilustrando uma configuração de um aparelho de codificação de linguagem do tipo CELP 200 que é provido de um aparelho de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100 ilustrado na Figura 1, como uma seção de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100a.

O sinal de linguagem de entrada é transferido para a seção de pré-processamento 201. A seção de pré-processamento 201 realiza o pré-processamento de maneira a remover os componentes correntes, e transfere o sinal processado para a seção de análise de prognóstico linear 202 e para o adicionador 203.

A seção de análise de prognóstico linear 202 realiza análise de prognóstico linear do sinal transferido da seção de pré-processamento 201, e transfere os coeficientes de prognóstico linear, que são o resultado da análise, para a seção de quantização LPC 204 e para o filtro pesado perceptualmente 205.

O adicionador 203 calcula um sinal diferencial do sinal de linguagem de entrada, que é obtido após o pré-processamento e transferido da seção de pré-processamento 201, um sinal de linguagem de síntese transferido do filtro de síntese 206, e transfere o resultado para um filtro pesado perceptualmente 205.

A seção de quantização LPC 204 realiza um processo de quantização e de codificação dos coeficientes de prognóstico linear transferidos da seção de análise de prognóstico linear 202, e transfere respectivamente o LPC quantizado para o filtro de síntese 206, e os resultados de codificação para uma seção de geração de fluxo de bits 212.

O filtro pesado perceptualmente 205 é um filtro do tipo pólo zero que é configurado usando os coeficientes de prognóstico lineares transferidos da seção de análise de prognóstico linear 202, e realiza o processamento de filtragem do sinal diferencial do sinal de linguagem transferido, que é obtido após o pré-processamento e transferido do adicionador 203, e o sinal de linguagem de síntese, e transfere o resultado para a seção de minimização de erro 207.

O filtro de síntese 206 é um filtro de prognóstico linear construído por meio do uso dos coeficientes prognósticos lineares quantizados transferidos da seção de quantização 204, e recebe como entrada um sinal de impulso do adicionador 211, realiza um processamento de síntese prognóstico linear, e transfere o sinal de linguagem de síntese resultante para o adicionador 203.

A seção de minimização de erro 207 decide os parâmetros relacionados à obtenção com relação à seção de geração de vetor de tabela de consulta adaptável 208, seção de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100a, vetor de tabela de consulta adaptável e vetor de tabela de consul-

ta fixa, de maneira que a energia do sinal transferido pelo filtro pesado perceptualmente 205 se torne mínima, e transfira esses resultados de codificação para uma seção de geração de fluxo de bits 212. Nesse diagrama em bloco, os parâmetros relacionados ao ganho são supostos como quantizados e resultados na obtenção de uma informação codificada dentro de uma

5 seção de minimização de erro 207. Contudo, uma seção de ganho de quantização pode estar fora da seção de minimização de erro 207.

A seção de geração de vetor de tabela de consulta adaptável 208 é dotada de uma tabela de consulta adaptável que isola os sinais de acionamento transferidos do adicionador 211 no passado, gera um vetor de

10 tabela de consulta adaptável e transfere o resultado para o amplificador 209. O vetor de tabela de consulta adaptável é especificado de acordo com as instruções provenientes da seção de minimização de erro.

O amplificador 209 multiplica o ganho de tabela de consulta adaptável transferido da seção de minimização de erro 207 pelo vetor de

15 tabela de consulta adaptável transferido da seção de geração de vetor de tabela de consulta adaptável 208 e transfere o resultado para o adicionador 211.

A seção de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100a é

20 dotada da mesma configuração do aparelho de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100 ilustrado na Figura 1, e recebe como informação de entrada referente ao índice tabela de consulta e resposta de impulso do filtro não causal da seção de minimização de erro 207, gera um vetor de tabela de consulta fixa e transfere o resultado para o amplificador 210.

O amplificador 210 multiplica o ganho de tabela de consulta fixa transferido da seção de minimização de erro 207 pelo vetor de tabela de

25 consulta fixa transferido da seção de geração de vetor de tabela de consulta fixa 100a e transfere o resultado para o adicionador 211.

O adicionador 211 soma o vetor de tabela de consulta adaptável

30 de ganho multiplicado e o vetor de tabela de consulta fixa, que são transferidos dos adicionadores 209 e 210, e transfere o resultado, como um sinal de acionamento de filtro, para o filtro de síntese 206.

A seção de geração de fluxo de bits 212 recebe como entrada o resultado de codificação dos coeficientes prognósticos lineares (isto é, LPC) transferidos da seção de quantização LPC 204 e recebe os resultados de codificação do vetor de tabela de consulta adaptável e o vetor de tabela de consulta fixa e o ganho de informação para os mesmos, que foram transferidos da seção de minimização de erro 207, e converte os mesmos para um fluxo de bits e transfere o fluxo de bits.

Ao decidir os parâmetros do vetor de tabela de consulta fixa na seção de minimização de erro 207, é usado o método de pesquisa de tabela de consulta fixa acima descrito, e um dispositivo como aquele descrito na Figura 2 é usado como o aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa.

Dessa maneira, na presente modalidade, no caso de um filtro sendo dotado da característica de resposta de impulso tendo um ou mais valores em tempos negativos (geralmente chamados filtro não causal) é aplicado a um vetor de estimulação gerado a partir de uma tabela de consulta algébrica, a função de transferência do bloco de processamento no qual o filtro não causal e o filtro de síntese pesado perceptualmente são conectados em uma cascata é aproximada por uma matriz Toeplitz retangular inferior na qual os elementos da matriz são truncados apenas por uma aproximação possibilita a supressão de um aumento nas cargas computacionais requeridas para pesquisar a tabela de consulta algébrica. Ainda, se o número de elementos não causais for menor do que o número de elementos causais, e/ou se a energia dos elementos não causais for menor do que a energia dos elementos causais, a influência da aproximação acima mencionada na qualidade da codificação pode ser suprimida.

A presente modalidade pode ser modificada ou usada conforme descrito a seguir.

O número de componentes causais na resposta de impulso do filtro não causal pode ser limitado a um número específico dentro de uma variação na qual é maior do que o número de componentes não causais.

Na presente modalidade, foi fornecida uma descrição apenas no processamento no tempo de pesquisa de tabela de consulta fixa.

No aparelho de codificação de linguagem tipo CELP, o ganho de quantização é usualmente realizado após uma pesquisa de tabela de consulta fixa.

Uma vez que o vetor de tabela de consulta de estimulação fixa que passou através de um filtro de síntese pesado perceptualmente (isto é, o sinal de síntese obtido pela passagem do vetor de tabela de consulta de estimulação fixa selecionada através do filtro de síntese pesado perceptualmente) é requerido nesse momento, é comum calcular esse "vetor de tabela de consulta de estimulação fixa que passou através de um filtro de síntese pesado perceptualmente" após ser concluída a pesquisa de tabela de consulta fixa. A matriz de convolução de resposta de impulso a ser usada nesse momento não é a matriz de convolução de resposta de impulso $H^{(0)}$ para aproximação, que foi usada no momento de pesquisa, mas, preferivelmente, a matriz H na qual apenas os elementos das primeiras colunas m th (= ao caso do número de elementos não causais é m) diferem dos outros elementos.

Ainda, na presente modalidade, foi descrito que a extensão do vetor na parte não causal (isto é, os elementos vetores em tempos negativos) é preferivelmente mais curta do que a parte causal incluindo o tempo 0 (isto é, os elementos vetores em tempos não negativos). Contudo, a extensão da parte não causal é ajustada para menos do que $N/2$ (N é a extensão do vetor de estimulação de pulso).

Foi fornecida acima uma descrição da modalidade da presente invenção.

O aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa e o aparelho de codificação de linguagem de acordo com a presente invenção não estão limitados à modalidade acima descrita, e os mesmos podem ser modificados de várias maneiras.

O aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa e o aparelho de codificação de linguagem de acordo com a presente invenção podem ser montados no aparelho terminal de comunicação e no aparelho de estação de base nos sistemas de comunicação móveis, e isso possibilita proporcionar aparelho terminal de comunicação, aparelho de estação móvel e siste-

mas de comunicação móveis que sejam dotados dos mesmos efeitos operacionais conforme aqueles descritos acima.

Ainda, apesar de ter sido descrito aqui um exemplo de um caso onde a presente invenção está configurada em hardware, a presente invenção pode ser também realizada por meio de software. Por exemplo, o algoritmo do método de pesquisa de tabela de consulta fixa e o método de codificação de linguagem de acordo com a presente invenção podem ser descritos por uma linguagem e programação, e pelo armazenamento desse programa em uma memória e executando o programa por meio de uma seção de processamento de informação, é possível implementar as mesmas funções daquelas do aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa e do aparelho de codificação de linguagem da presente invenção.

Os termos "tabela de consulta fixa" e "tabela de consulta adaptativa" usados na modalidade acima descrita podem também ser referidos como uma "tabela de consulta de estimulação fixa" e "tabela de consulta de estimulação adaptativa".

Cada bloco de função empregada na descrição de cada modalidade acima mencionada pode tipicamente ser implementado como uma LSI constituída por um circuito integrado. Os mesmos podem ser chips individuais ou parcial ou totalmente contidos em um único chip.

"LSI" é aqui adotado, mas o mesmo pode também ser referido como "IC", "sistema LSI", "super-LSI" ou "ultra-LSI", dependendo das extensões de diferença de integração.

Além disso, o método de integração de circuito não está limitado aos LSIs, e é também possível a implementação usando circuitidade dedicada ou de processadores de propósito geral. Após a fabricação do LSI, a utilização de um EPGA (Ordem de Circuito Programável de Campo) ou um processador reconfigurável onde também é possível a reconfiguração das conexões e dos ajustes de células de circuito no LSI.

Adicionalmente, se a tecnologia de circuito integrado vier a substituir os LSIs como um resultado do avanço da tecnologia semicondutora ou uma outra tecnologia derivativa, é também naturalmente possível reali-

zar integração de bloco de função usando essa tecnologia. É também possível a aplicação em biotecnologia.

O aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa da presente invenção é dotado do efeito de que, no aparelho de codificação de linguagem do tipo CELP que usa a tabela de consulta algébrica como tabela de consulta fixa, é possível adicionar característica de filtro não causal ao vetor de estimulação de pulso gerado a partir da tabela de consulta algébrica, sem um aumento no tamanho da memória e das cargas computacionais grandes, e é útil na pesquisa de tabela de consulta fixa do aparelho de codificação de linguagem empregado no aparelho terminal de comunicação como, por exemplo, os telefones móveis onde o tamanho da memória disponível é limitado e onde a comunicação de rádio é forçada a ser realizada em velocidade baixa.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa, compreendendo:

5 uma seção de geração de vetor de estimulação de pulso que gera um vetor de estimulação de pulso;

 uma primeira seção de operação de convolução que convolui uma resposta de impulso de um filtro de síntese pesado perceptualmente como um vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos, para gerar um segundo vetor de resposta de impulso
10 que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos;

 uma seção de geração de matriz que gera uma matriz de convolução do tipo Toeplitz por meio do segundo vetor de resposta de impulso gerado pela primeira seção de operação de convolução; e

15 uma segunda seção de operação de convolução que realiza um processamento de convolução para um vetor de estimulação de pulso gerado pela seção de geração de vetor de estimulação de pulso usando a matriz gerada pela seção de geração de matriz.

20 2. Aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa, de acordo com a reivindicação 1, em que a matriz de convolução do tipo Toeplitz é ilustrada pela matriz H' da equação (4) que se segue.

$$d'' = x' H'$$

$$= [x(0) \quad x(1) \quad \dots \quad \dots \quad x(N-1)] \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ h^{(0)}(1) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & h^{(0)}(0) & & h^{(0)}(-m) \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^{(0)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix}$$

...(Equação 4)

em que $h^{(0)}(n)$ é o segundo vetor de resposta de impulso ($n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$) que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos.

25 3. Aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa, de acordo com a reivindicação 1, em que a energia dos componentes do segundo vetor de resposta de impulso em tempos negativos é menor do que a energia dos componentes em tempos não negativos.

4. Aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa, de acordo com a reivindicação 1, em que uma extensão de tempo dos componentes do segundo vetor de resposta de impulso em tempos negativos é mais curta do que a extensão de tempo dos componentes em tempos não negativos.

5. Aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa, de acordo com a reivindicação 1, em que o vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos compreende um componente em um tempo negativo.

6. Método de pesquisa de tabela de consulta fixa, compreendendo:

uma etapa de geração de vetor de estimulação de pulso de geração de um vetor de estimulação de pulso;

uma primeira etapa de operação de convolução como uma resposta de impulso de um filtro de síntese pesado perceptualmente com um vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos, para gerar um segundo vetor de resposta de impulso que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos;

uma etapa de geração de matriz de uma matriz de convolução do tipo Toeplitz usando o segundo vetor de resposta de impulso gerado na primeira etapa de operação de convolução; e

uma segunda etapa de operação de convolução de realização de um processo de convolução para um vetor de estimulação de pulso usando a matriz de convolução do tipo Toeplitz.

7. Método de pesquisa de tabela de consulta fixa, de acordo com a reivindicação 6, em que a matriz de convolução do tipo Toeplitz está ilustrada pela matriz \mathbf{H}' da seguinte equação (4).

$$\mathbf{d}'' = \mathbf{x}' \mathbf{H}'$$

$$= \begin{bmatrix} x(0) & x(1) & \dots & \dots & x(N-1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ h^{(0)}(1) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & h^{(0)}(0) & & h^{(0)}(-m) \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^{(0)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix}$$

...(Equação 4)

em que $h^{(0)}(n)$ é o segundo vetor de resposta de impulso ($n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$) que é dotado de um ou mais valores em tempos negativos.

100

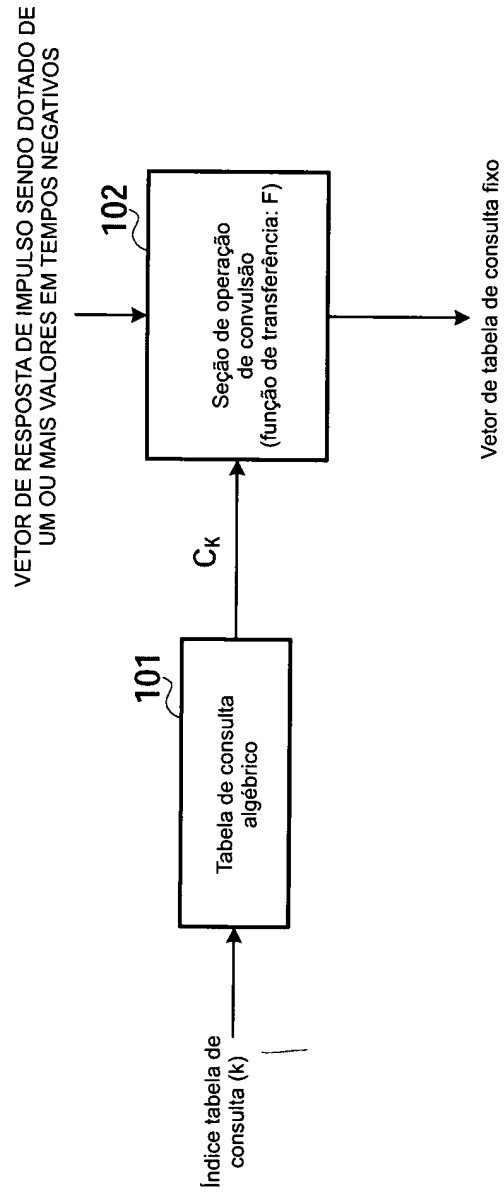


FIG.1

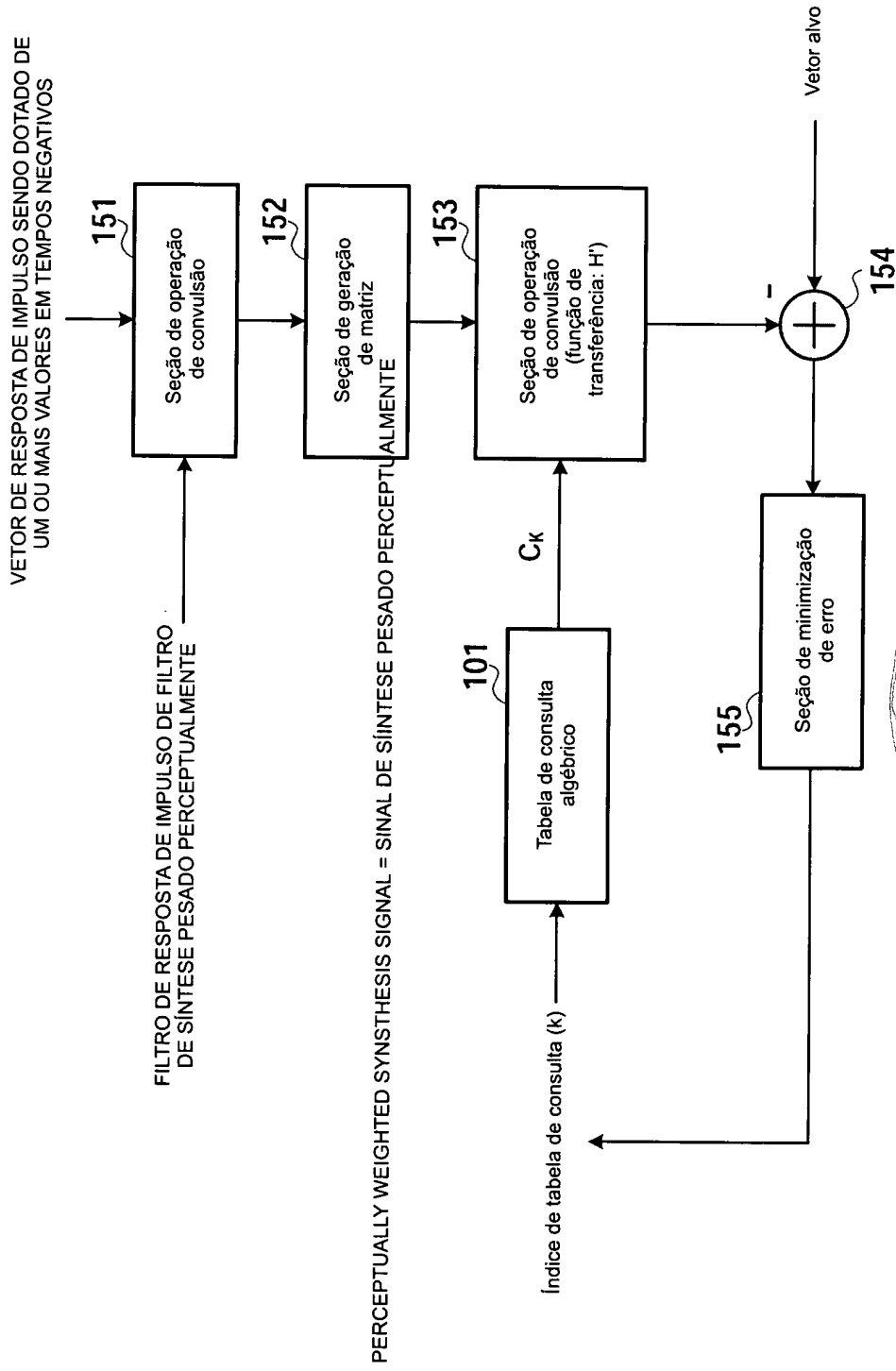


FIG.2

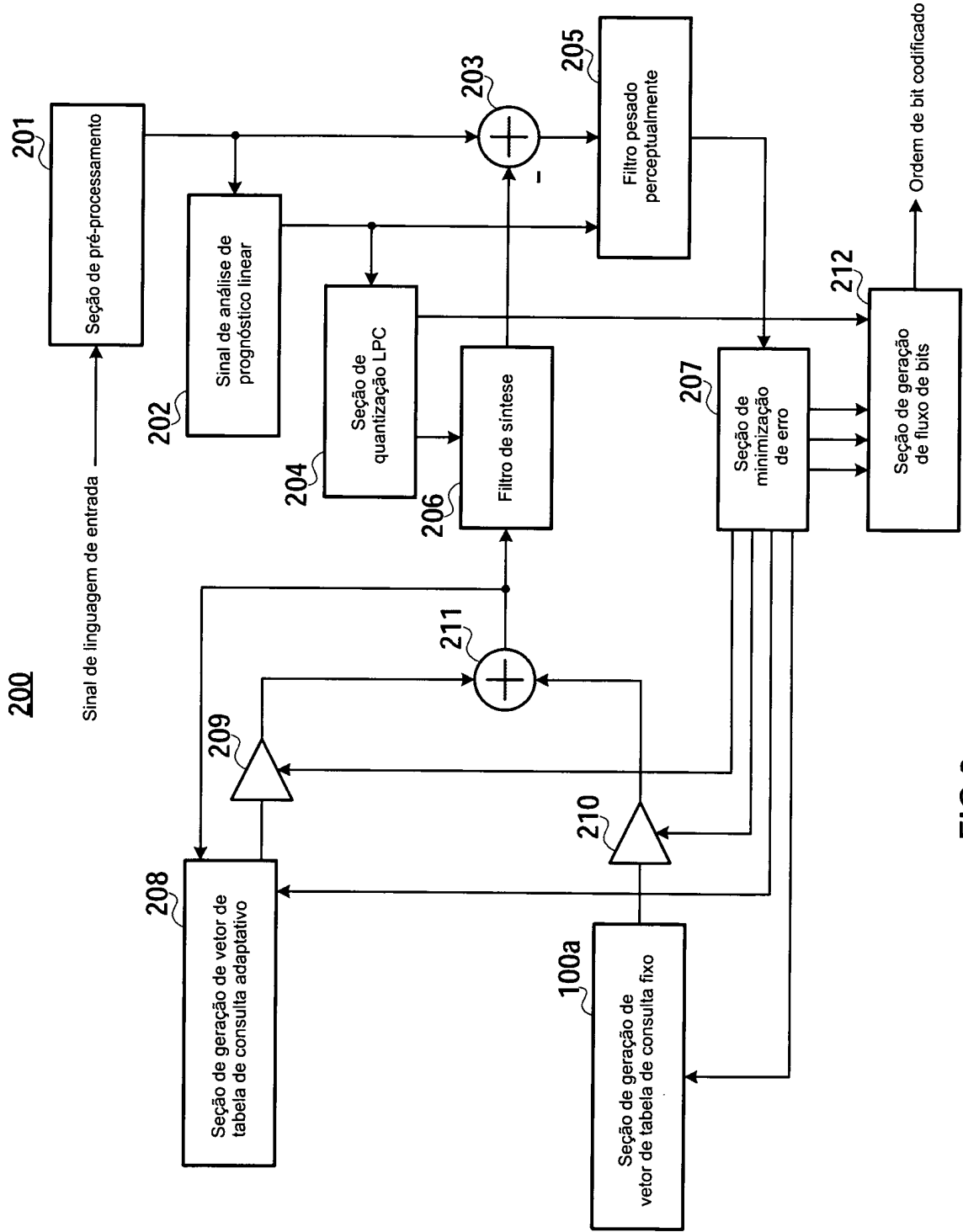


FIG.3

RESUMO

Patente de Invenção: "APARELHO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA E MÉTODO DE PESQUISA DE TABELA DE CONSULTA FIXA".

5 A presente invenção refere-se a um aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa que supre levemente um aumento em uma quantidade de operação, mesmo se o filtro aplicado para o pulso de estimulação for dotado de característica que não possa ser representada por uma matriz triangular inferior e realiza uma pesquisa de tabela de consulta fixa quase
10 ótima. Esse aparelho de pesquisa de tabela de consulta fixa é provido de uma tabela de consulta algébrica (101) que gera um vetor de estimulação de pulso; uma seção de operação de convolução (151) que convolui uma resposta de impulso de um filtro de síntese pesado auditório para um vetor de resposta de impulso que é dotado de um valor em tempos negativos, para
15 gerar um segundo vetor de resposta de impulso que é dotado de um valor em segundos tempos negativos; uma seção de geração de matriz (152) que gera uma matriz de convolução do tipo Toeplitz por meio de um segundo vetor de resposta de impulso; e uma seção de operação de convolução (153) que convolui a matriz gerada pela seção de geração de matriz (152)
20 para o vetor de estimulação de pulso gerado pela tabela de consulta algébrica (101).