

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第3981399号

(P3981399)

(45) 発行日 平成19年9月26日(2007.9.26)

(24) 登録日 平成19年7月6日(2007.7.6)

(51) Int. Cl.		F I		
G 1 O L 19/08	(2006.01)	G 1 O L 19/08		G
G 1 O L 19/10	(2006.01)	G 1 O L 19/10		A

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-27408 (P2007-27408)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成19年2月6日(2007.2.6)		松下電器産業株式会社
審査請求日	平成19年2月6日(2007.2.6)		大阪府門真市大字門真1006番地
(31) 優先権主張番号	特願2006-65399 (P2006-65399)	(74) 代理人	100105050
(32) 優先日	平成18年3月10日(2006.3.10)		弁理士 鷺田 公一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	江原 宏幸
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	吉田 幸司
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		審査官	山下 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固定符号帳探索装置および固定符号帳探索方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パルス音源ベクトルを生成するパルス音源ベクトル生成部と、
負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルに聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答を畳み込んで、負の時間に値を有する第2のインパルス応答ベクトルを生成する第1の畳み込み演算部と、

前記第1の畳み込み演算部によって生成された第2のインパルス応答ベクトルを用いてテプリッツ型の畳み込み行列を生成する行列生成部と、

前記パルス音源ベクトル生成部によって生成されたパルス音源ベクトルに前記行列生成部によって生成された行列を用いて畳み込み処理を行う第2の畳み込み演算部と、を具備する、固定符号帳探索装置。

【請求項2】

前記テプリッツ型の畳み込み行列は、以下の(1)式の行列H'で表される、請求項1記載の固定符号帳探索装置。

【数 1】

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

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

ここで、 $h^{(0)}(n)$ は、負の時間に値を有する第 2 のインパルス応答ベクトル ($n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$) である。 10

【請求項 3】

前記第 2 のインパルス応答ベクトルの負の時間成分のエネルギーが非負の時間成分のエネルギーに比べて小さい、請求項 1 記載の固定符号帳探索装置。

【請求項 4】

前記第 2 のインパルス応答ベクトルの負の時間成分の時間長が非負の時間成分の時間長に比べて短い、請求項 1 記載の固定符号帳探索装置。

【請求項 5】

前記第 2 の負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルの負の時間成分が 1 つである、請求項 1 記載の固定符号帳探索装置。 20

【請求項 6】

パルス音源ベクトルを生成するパルス音源ベクトル生成ステップと、

負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルに聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答を畳み込んで、負の時間に値を有する第 2 のインパルス応答ベクトルを生成する第 1 の畳み込み演算ステップと、

前記第 1 の畳み込み演算ステップで生成された第 2 のインパルス応答ベクトルを用いてテプリッツ型の畳み込み行列を生成する行列生成ステップと、

前記パルス音源ベクトルに前記テプリッツ型の畳み込み行列を用いて畳み込み処理を行う第 2 の畳み込み演算ステップと、を有する、固定符号帳探索方法。

【請求項 7】

前記テプリッツ型の畳み込み行列は、以下の (2) 式の行列 H' で表される、請求項 6 記載の固定符号帳探索方法。 30

【数 2】

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

$$= [x(0) \ x(1) \ \dots \ \dots \ x(N-1)] \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ h^{(0)}(1) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & h^{(0)}(0) & & h^{(0)}(-m) \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^{(0)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \dots (2)$$

ここで、 $h^{(0)}(n)$ は、負の時間に値を有する第 2 のインパルス応答ベクトル ($n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$) である。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音声信号を符号励振線形予測 (Code Excited Linear Prediction: CELP) 型の音声符号化装置によって符号化する際に用いられる、固定符号帳探索装置および固定符号帳探索方法に関する。 50

【背景技術】

【0002】

CELP型音声符号化装置における固定符号帳の探索処理は、一般に音声符号化処理の中で最も多くの処理量を占めるため、従来からさまざまな固定符号帳の構成や固定符号帳の探索方法が開発されてきた。

【0003】

探索のための処理量を比較的少なくすることができる固定符号帳として、ITU-T勧告G.729やG.723.1あるいは3GPP標準AMR等の国際標準コーデックに広く採用されている代数符号帳(Algebraic Codebook)を用いた固定符号帳(Fixed Codebook)が挙げられる(例えば非特許文献1~3参照)。これらの固定符号帳では、代数符号帳から生成されるパルス数をスパースにすることによって、固定符号帳探索に要する処理量を少なくすることができる。その一方で、スパースなパルス音源で表現できる信号特性に限界があるため、符号化品質に問題を生じる場合がある。このような問題に対応するため、代数符号帳から生成されるパルス音源に特性を持たせるためのフィルタをかける手法が提案されている(例えば非特許文献4参照)。

10

【非特許文献1】ITU-T Recommendation G.729, "Coding of Speech at 8 kbit/s using Conjugate-structure Algebraic-Code-Excited Linear Prediction (CS-ACELP)", 1996年3月

【非特許文献2】ITU-T Recommendation G.723.1, "Dual Rate Speech Coder for Multimedia Communications Transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s", 1996年3月

20

【非特許文献3】3GPP TS 26.090, "AMR speech codec; Transcoding functions" V4.0.0, 2001年3月

【非特許文献4】R. Hagen他, "Removal of sparse-excitation artifacts in CELP", IEEE ICASSP '98, pp. 145~148, 1998

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、音源パルスにかけるフィルタが下三角のテプリッツ(Toeplitz)行列で表現できない場合(例えば、非特許文献4にあるような巡回畳み込み処理である場合等負の時間に値を有するフィルタの場合)、行列演算に余計なメモリや演算量が必要となる。

【0005】

本発明の目的は、音源パルスにかけるフィルタが下三角行列で表せない特性であっても演算量の増加をわずかに抑え、準最適な固定符号帳探索を実現することのできる音声符号化装置等を提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

本発明は、固定符号帳探索装置が、パルス音源ベクトルを生成するパルス音源ベクトル生成部と、負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルに聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答を畳み込んで、負の時間に値を有する第2のインパルス応答ベクトルを生成する第1の畳み込み演算部と、前記第1の畳み込み演算部によって生成された第2のインパルス応答ベクトルを用いてテプリッツ型の畳み込み行列を生成する行列生成部と、前記パルス音源ベクトル生成部によって生成されたパルス音源ベクトルに前記行列生成部によって生成された行列を用いて畳み込み処理を行う第2の畳み込み演算部と、を具備することにより、上記目的を達成するものである。

【0007】

50

また、本発明は、固定符号帳探索方法が、パルス音源ベクトルを生成するパルス音源ベクトル生成ステップと、負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルに聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答を畳み込んで、負の時間に値を有する第2のインパルス応答ベクトルを生成する第1の畳み込み演算ステップと、前記第1の畳み込み演算ステップで生成された第2のインパルス応答ベクトルを用いてテプリッツ型の畳み込み行列を生成する行列生成ステップと、前記パルス音源ベクトルに前記テプリッツ型の畳み込み行列を用いて畳み込み処理を行う第2の畳み込み演算ステップと、を有することにより、上記目的を達成するものである。

【発明の効果】

【0008】

10

本発明によれば、テプリッツ行列で表現されない伝達関数を下三角テプリッツ行列の行要素の一部を切り取った形の行列で近似するため、下三角テプリッツ行列で表される因果的なフィルタの場合とほとんど同じメモリ量と演算量で音声信号の符号化処理を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明は、下三角テプリッツ (T o e p l i t z) 型行列の行要素を切り詰めた (t r u n c a t e) 行列を用いて固定符号帳の探索を行う構成に特徴を有する。

【0010】

以下、本発明に係る実施の形態について、図を適宜参照しながら詳細に説明する。

20

【0011】

(実施の形態)

図1は、本発明の一実施の形態に係る音声符号化装置における固定符号帳ベクトル生成装置100の構成を示すブロック図である。なお、本実施の形態では、固定符号帳ベクトル生成装置100は、携帯電話等の通信端末装置に搭載されて使用されるCELP型音声符号化装置の固定符号帳として使用されるものとする。

【0012】

固定符号帳ベクトル生成装置100は、代数符号帳101、畳み込み演算部102を具備する。

【0013】

30

代数符号帳101は、入力した符号帳インデックス k で指定される位置に音源パルスを代数的に配置して成るパルス音源ベクトル c_k を生成し、生成したパルス音源ベクトルを畳み込み演算部102へ出力する。代数符号帳の構造はどのようなものでも良く、例えばITU-T勧告G.729に記載されているものでも良い。

【0014】

畳み込み演算部102は、代数符号帳101から入力したパルス音源ベクトルに、別途入力した負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルを畳み込み、畳み込んだ結果のベクトルを固定符号帳ベクトルとして出力する。負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルはどのようなものでも良いが、時間0の点における要素の振幅が最も大きく、ベクトル全体のエネルギーの大半を時間0の点が占めているようなベクトルが好適である。また、非因果的な部分(すなわち、負の時間のベクトル要素)は、時間0の点を含む因果的な部分(すなわち、非負の時間のベクトル要素)よりもベクトル長が短いものが好適である。負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルは、固定のベクトルとしてメモリに予め記憶されていても良いし、逐次計算によって求められる可変のベクトルであっても良い。以下、本実施の形態では、負の時間に値を有するインパルス応答が時間“- m ”から値を有する(すなわち、時間“- $m-1$ ”以前は全て0である)例について具体的に説明する。

40

【0015】

図1において、入力された固定符号帳インデックス k によって固定符号帳から生成されたパルス音源ベクトル c_k を畳み込みフィルタ F (図1における畳み込み演算部102に相当)と図示しない聴覚重み付け合成フィルタ H に通して得られる聴覚重み付け合成信号

50

s は、次の (1) 式のように表される。

【数 1】

$$\begin{aligned}
 s &= HFc_k \\
 &= \begin{bmatrix} h(0) & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ h(1) & h(0) & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \ddots & 0 \\ h(N-1) & h(N-2) & \cdots & \cdots & h(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(0) & \cdots & f(-m) & 0 & 0 \\ f(1) & f(0) & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & f(1) & f(0) & & f(-m) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ f(N-1) & f(N-2) & \cdots & f(1) & f(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k(0) \\ c_k(1) \\ \vdots \\ \vdots \\ c_k(N-1) \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \sum_{n=0}^0 f(n)h(0-n) & \cdots & \sum_{n=-m}^m f(n)h(-m-n) & 0 & 0 \\ \sum_{n=0}^1 f(n)h(1-n) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & \sum_{n=-m}^0 f(n)h(0-n) & \sum_{n=-m}^m f(n)h(-m-n) & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sum_{n=0}^{N-1} f(n)h(N-1-n) & \cdots & \sum_{n=-m}^{N-1-m} f(n)h(N-1-m-n) & \cdots & \sum_{n=-m}^0 f(n)h(0-n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k(0) \\ c_k(1) \\ \vdots \\ \vdots \\ c_k(N-1) \end{bmatrix} \quad 10 \\
 &= \begin{bmatrix} h^{(m)}(0) & \cdots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ h^{(m)}(1) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & h^{(0)}(0) & h^{(0)}(-m) & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ h^{(m)}(N-1) & \cdots & h^{(0)}(N-1-m) & \cdots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k(0) \\ c_k(1) \\ \vdots \\ \vdots \\ c_k(N-1) \end{bmatrix} = H^*c_k \quad 20 \\
 &\quad \dots (1)
 \end{aligned}$$

【0016】

ここで、 $h(n)$ 、 $n = 0, \dots, N-1$ は聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答、 $f(n)$ 、 $n = -m, \dots, N-1$ は非因果的なフィルタのインパルス応答（すなわち負の時間に値を有するインパルス応答）、 $c_k(n)$ 、 $n = 0, \dots, N-1$ はインデックス k で指定されるパルス音源ベクトル、をそれぞれ示している。

【0017】

固定符号帳の探索は、次の (2) 式を最大化する k を見つけることによって行われる。なお、(2) 式において、 C_k はインデックス k で指定されるパルス音源ベクトル（固定符号帳ベクトル） c_k を畳み込みフィルタ F と聴覚重み付け合成フィルタ H に通して得られる聴覚重み付け合成信号 s と後述するターゲットベクトル x との内積（あるいは相互相関）であり、 E_k は c_k を畳み込みフィルタ F と聴覚重み付け合成フィルタ H に通して得られる聴覚重み付け合成信号 s のエネルギー（すなわち $|s|^2$ ）である。

【数 2】

$$\frac{C_k^2}{E_k^2} = \frac{x^i H^* c_k}{c_k^i H^* H^* c_k} = \frac{d^i c_k}{c_k^i \Phi c_k} = \frac{\left(\sum_{n=0}^{N-1} d(n) c_k(n) \right)^2}{c_k^i \Phi c_k} \quad \dots (2)$$

【0018】

x は、CELP 音声符号化におけるターゲットベクトルと呼ばれるもので、聴覚重み付け入力音声信号から聴覚重み付け合成フィルタのゼロ入力応答を除去して得られるベクトルである。聴覚重み付け入力音声信号とは、符号化対象としている入力音声信号に聴覚重み付けフィルタをかけて得られる信号である。聴覚重み付けフィルタとは、一般に入力音声信号の線形予測分析を行って得られる線形予測係数を用いて構成される全極型または極零型のフィルタであり、CELP 型音声符号化装置においては広く利用されているものである。聴覚重み付け合成フィルタとは、CELP 型音声符号化装置によって量子化された線形予測係数を用いて構成される線形予測フィルタ（すなわち合成フィルタ）と前述の聴覚重み付けフィルタとを従属接続したフィルタである。これらの構成要素は本実施の形態では図示していないが、CELP 型音声符号化装置においては一般的であり、例えば ITU-T 勧告 G.729 にも、「ターゲットベクトル (target vector)」、

「重み付け合成フィルタ (weighted synthesis filter)」、
「聴覚重み付け合成フィルタのゼロ入力応答 (zero-input response of the weighted synthesis filter)」について記載されている。なお、添え字 t は転置であることを示す。

【 0 0 1 9 】

しかしながら、(1) 式からも分かるように、負の時間に値を有するインパルス応答を畳み込んだ聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答を畳み込む行列 H'' は、第 1 列 ~ 第 m 列が畳み込むインパルス応答の一部または全ての非因果的な成分を切り詰めたものを用いて計算されるため、畳み込むインパルス応答の全ての非因果的な成分を用いて計算される第 $(m + 1)$ 列以降の列成分と異なってしまい、テプリッツ型にならない。このため、 $h^{(1)} \sim h^{(m)}$ の m 種類のインパルス応答を別々に計算して保持しておかなければならず、 d および Φ の計算に要する演算量およびメモリ量の増大を招く。

10

【 0 0 2 0 】

そこで、(2) 式を次の (3) 式で近似する。

【 数 3 】

$$\frac{C_k^2}{E_k^2} = \frac{x^t H'' c_k}{c_k^t H'' H'' c_k} \approx \frac{x^t H' c_k}{c_k^t H'' H' c_k} = \frac{d'^t c_k}{c_k^t \Phi' c_k} = \frac{\left(\sum_{n=0}^{N-1} d'(n) c_k(n) \right)^2}{c_k^t \Phi' c_k} \quad \dots (3)$$

【 0 0 2 1 】

ここで、 d'^t は次の (4) 式で表される。

20

【 数 4 】

$$d'^t = x^t H'$$

$$= [x(0) \ x(1) \ \dots \ \dots \ x(N-1)] \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ h^{(0)}(1) & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ \vdots & & h^{(0)}(0) & & h^{(0)}(-m) \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^{(0)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

【 0 0 2 2 】

すなわち $d'(i)$ は、次の (5) 式で表される。

30

【 数 5 】

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

【 0 0 2 3 】

ここで、 $x(n)$ はターゲットベクトルの第 n 要素 ($n = 0, 1, \dots, N-1$ 、 N は音源信号の符号化の処理単位時間であるフレームもしくはサブフレーム長)、 $h^{(0)}(n)$ は聴覚重み付けフィルタのインパルス応答に負の時間に値を有するインパルス応答を畳み込んだベクトルの第 n 要素 ($n = -m, 0, \dots, N-1$) をそれぞれ示す。ターゲットベクトルは CELP 符号化で一般的に使用されるもので、聴覚重み付け入力音声信号から聴覚重み付け合成フィルタのゼロ入力応答を除去して得られるベクトルである。 $h^{(0)}(n)$ は、聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答 $h(n)$ ($n = 0, 1, \dots, N-1$) に、非因果的なフィルタ (インパルス応答 $f(n)$, $n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$) をかけて得られるベクトルで、次の (6) 式で表される。 $h^{(0)}(n)$ も非因果的なフィルタのインパルス応答となる ($n = -m, \dots, 0, \dots, N-1$)。

40

【数6】

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

【0024】

また、行列 ' は次の (7) 式で表される。

【数7】

$$\Phi' = H'' H'$$

$$= \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(m) & \dots & h^{(0)}(N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ h^{(0)}(-m) & \dots & h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) \\ 0 & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & h^{(0)}(-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h^{(0)}(0) & \dots & h^{(0)}(-m) & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ h^{(0)}(m) & \dots & h^{(0)}(0) & & h^{(0)}(-m) \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^{(0)}(N-1) & \dots & h^{(0)}(N-1-m) & \dots & h^{(0)}(0) \end{bmatrix} \quad 10$$

... (7)

【0025】

すなわち、行列 ' の各要素 ' (i , j) は次の (8) 式で表される。

【数8】

$$\phi'(i, j) = \begin{cases} \sum_{n=-j}^{N-1-i} h^{(0)}(n)h^{(0)}(n), & \text{where } i = j = 0, \dots, m-1 \\ \phi'(j, i) = \sum_{n=-m}^{N-1-j} h^{(0)}(n+j-i)h^{(0)}(n), & \text{where } i = m, \dots, N-1, j = i, \dots, N-1 \end{cases} \quad \dots (8) \quad 20$$

【0026】

すなわち、行列 H '' の第 p 列要素 h ^(p) (n)、p = 1 ~ m、を他の列の要素 h ^(0) (n) で近似したものが行列 H ' である。この行列 H ' は、下三角テプリッツ型行列の行要素を切り詰めたテプリッツ型行列である。このような近似を行っても、負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルのうち、非因果的な要素(負の時間の成分)のエネルギーが因果的な要素(負でない、つまり0を含む正の時間の成分)のエネルギーに比べて十分小さい場合は近似による影響は小さい。また、近似が行われるのは、行列 H '' の第1列から第m列要素に限定されるので(ここでmは非因果的な要素の長さ)、mが短いほど近似の影響は無視できるようになる。 30

【0027】

一方、(3)式の近似を用いる場合と用いない場合とでは、行列 ' と ' の演算量に大きな差が出る。例えば、負の時間に値を有するインパルス応答を畳み込まない通常の代数符号帳における行列 ' 0 = H ^t H (H は(1)式における聴覚重み付けフィルタのインパルス応答を畳み込む下三角テプリッツ型行列)を求める場合と比較して考えた場合、(8)式から明らかのように、(3)式の近似を用いた場合の行列 ' は基本的にm回の積和演算が増えるだけである。また、ITU-T勧告G.729のCコードでも行われているように、' (i , j) は、(j - i) が等しい要素(例えば、' (N - 2 , N - 1)、' (N - 3 , N - 2)、...、' (0 , 1)) は再帰的に求めることができ、効率的に計算ができるという特徴があるので、全ての行列要素の計算にm回の積和演算が追加されるわけではない。 40

【0028】

これに対して、(3)式の近似を用いない場合の行列 ' は、(p , k) = (k , p)、p = 0 , ... , m、k = 0 , ... , N - 1、の要素が、その他の行列要素と異なるインパルス応答ベクトルの相関計算を行う(つまり、h ^(0) と h ^(0) の相関ではなく、h ^(0) と h ^(p)、p = 1 ~ m、の相関を求める)必要がある。これらの要素は、再帰的に求めたときの最後のほうで計算結果が得られる要素である。つまり、前述した、「再帰的に求めることができるので、行列 ' の要素を効率的に計算することができる」という利点 50

が失われてしまう。このことは、負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルの非因果的な要素の数にほぼ比例する形で演算量が増加することを意味する（例えば、 $m = 1$ の場合でも、2倍近くの演算量となる）。

【0029】

図2は、上述した固定符号帳探索方法を実現する固定符号帳探索装置150の一例を示すブロック図である。

【0030】

負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルと聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答ベクトルとが畳み込み演算部151に入力される。畳み込み演算部151は、(6)式により $h^{(0)}(n)$ を算出し、行列生成部152へ出力する。

10

【0031】

行列生成部152は、畳み込み演算部151より入力された $h^{(0)}(n)$ を用いて行列 H' を生成し、畳み込み演算部153へ出力する。

【0032】

畳み込み演算部153は、代数符号帳101より入力されるパルス音源ベクトル c_k に行列生成部152より入力される行列 H' の要素 $h^{(0)}(n)$ を畳み込んで加算器154へ出力する。

【0033】

加算器154は、畳み込み演算部153から入力される聴覚重み付け合成信号と別途入力されるターゲットベクトルとの差分信号を算出し、誤差最小化部155へ出力する。

20

【0034】

誤差最小化部155は、加算器154から入力される差分信号のエネルギーが最小となるパルス音源ベクトル c_k を生成する符号帳インデックス k を特定する。

【0035】

図3は図1に示した固定符号帳ベクトル生成装置100を固定符号帳ベクトル生成部100aとして備えたCELP型音声符号化装置200の一例を表すブロック図である。

【0036】

入力音声信号は、前処理部201へ入力される。前処理部201は、直流成分の除去などの前処理を行い、処理後の信号を線形予測分析部202および加算器203へ出力する。

30

【0037】

線形予測分析部202は、前処理部201より入力した信号の線形予測分析を行い、分析結果である線形予測係数をLPC量子化部204および聴覚重み付けフィルタ205へ出力する。

【0038】

加算器203は、前処理部201より入力した前処理後の入力音声信号と、合成フィルタ206より入力した合成音声信号との差信号を算出し、聴覚重み付けフィルタ205へ出力する。

【0039】

LPC量子化部204は、線形予測分析部202から入力した線形予測係数の量子化および符号化処理を行い、量子化LPCを合成フィルタ206へ、符号化結果をビットストリーム生成部212へ、それぞれ出力する。

40

【0040】

聴覚重み付けフィルタ205は、線形予測分析部202より入力した線形予測係数を用いて構成される極零型のフィルタで、加算器203より入力した、前処理後の入力音声信号と合成音声信号との差信号にフィルタ処理を施し、誤差最小化部207へ出力する。

【0041】

合成フィルタ206はLPC量子化部204より入力した量子化線形予測係数によって構築される線形予測フィルタであり、加算器211より駆動信号を入力し、線形予測合成処理を行って合成音声信号を加算器203へ出力する。

50

【0042】

誤差最小化部207は、聴覚重み付けフィルタ205より入力される信号のエネルギーが最も小さくなるように、適応符号帳ベクトル生成部208、固定符号帳ベクトル生成部100a、適応符号帳ベクトルと固定符号帳ベクトルに対する利得に関するパラメータを決定し、それらの符号化結果をビットストリーム生成部212に出力する。

【0043】

適応符号帳ベクトル生成部208は、過去に加算器211から入力した駆動信号をバッファリングする適応符号帳を有し、適応符号帳ベクトルを生成して増幅器209へ出力する。適応符号帳ベクトルは誤差最小化部207からの指示によって特定される。

【0044】

増幅器209は、誤差最小化部207から入力される適応符号帳利得を適応符号帳ベクトル生成部208から入力した適応符号帳ベクトルに乗じて加算器211へ出力する。

【0045】

固定符号帳ベクトル生成部100aは、図1に示した固定符号帳ベクトル生成装置100と同じ構成であり、誤差最小化部207より符号帳インデックスや非因果的なフィルタのインパルス応答に関する情報を入力し、固定符号帳ベクトルを生成して増幅器210へ出力する。

【0046】

増幅器210は、誤差最小化部207から入力される固定符号帳利得を固定符号帳ベクトル生成部100aから入力した固定符号帳ベクトルに乗じて加算器211へ出力する。

【0047】

加算器211は、増幅器209および210から入力した利得乗算後の適応符号帳ベクトルおよび固定符号帳ベクトルとの加算を行い、結果をフィルタ駆動信号として合成フィルタ206へ出力する。

【0048】

ビットストリーム生成部212は、LPC量子化部204より入力した線形予測係数(すなわちLPC)の符号化結果と、誤差最小化部207より入力した適応符号帳ベクトルおよび固定符号帳ベクトルおよびそれらに対する利得情報の符号化結果と、を入力し、ビットストリームに変換して出力する。

【0049】

なお、誤差最小化部207における固定符号帳ベクトルのパラメータを決定する際に、前述した固定符号帳探索方法が用いられ、実際の固定符号帳探索装置は図2に示したようなものが用いられる。

【0050】

このように、本実施の形態では、負の時間に値を有するインパルス応答特性を持つフィルタ(一般に非因果的なフィルタと呼ばれる)を代数符号帳から生成された音源ベクトルにかける場合に、非因果的なフィルタと聴覚重み付け合成フィルタとを従属接続した処理ブロックの伝達関数を非因果的な部分の長さの行数だけ行列要素を切り詰めた(truncateした)下三角テプリッツ型行列によって近似する。この近似によって代数符号帳の探索に要する演算量の増加を抑えることができる。また、非因果的な要素の数が因果的な要素の数よりも少なく、かつ/または、非因果的な要素のエネルギーが因果的な要素のエネルギーよりも小さい場合、前記近似による符号化品質への影響は抑えられる。

【0051】

なお、本実施の形態について、以下のように変形したり応用したりしても良い。

【0052】

非因果的なフィルタのインパルス応答の因果的な成分の数を非因果的な成分の数よりも大きい範囲内で特定の数に限定しても良い。

【0053】

なお、本実施の形態では固定符号帳探索時の処理についてのみ説明した。CELP型音声符号化装置では、固定符号帳探索の後、利得量子化が行われるのが普通である。その際

10

20

30

40

50

、聴覚重み付け合成フィルタを通した固定音源符号帳ベクトル（すなわち、選択された固定音源符号帳ベクトルを聴覚重み付け合成フィルタに通して得られる合成信号）が必要とされるので、固定符号帳探索終了後に、この「聴覚重み付け合成フィルタを通した固定音源符号帳ベクトル」を算出するのが普通である。このとき使用するインパルス応答畳み込み行列は、探索時に用いた近似のインパルス応答畳み込み行列 $H^{(0)}$ ではなく、第 1 ~ m 列（= 非因果的要素の数が m の場合）の要素のみが他の要素と異なっている行列 H'' を用いたほうがよい。

【 0 0 5 4 】

また、本実施の形態では、非因果的な部分（すなわち、負の時間のベクトル要素）は、時間 0 の点を含む因果的な部分（すなわち、非負の時間のベクトル要素）よりもベクトル長が短いものが好適であるとしたが、非因果的な部分の長さは $N / 2$ 未満（ N はパルス音源ベクトルの長さ）に設定する。

10

【 0 0 5 5 】

以上、本発明の実施の形態について説明した。

【 0 0 5 6 】

本発明に係る固定符号帳探索装置や音声符号化装置等は、上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。

【 0 0 5 7 】

本発明に係る固定符号帳探索装置や音声符号化装置等は、移動体通信システムにおける通信端末装置及び基地局装置に搭載することが可能であり、これにより上記と同様の作用

20

効果を有する通信端末装置、基地局装置及び移動体通信システムを提供することができる。

【 0 0 5 8 】

また、ここでは、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明をソフトウェアで実現することも可能である。例えば、本発明に係る固定符号帳探索方法や音声符号化方法等のアルゴリズムをプログラミング言語によって記述し、このプログラムをメモリに記憶しておいて情報処理手段によって実行させることにより、本発明の固定符号帳探索装置や音声符号化装置等と同様の機能を実現することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、上記実施の形態において用いた「固定符号帳」「適応符号帳」は、「固定音源符号帳」「適応音源符号帳」と称しても良い。

30

【 0 0 6 0 】

また、上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路である L S I として実現される。これらは個別に 1 チップ化されても良いし、一部又は全てを含むように 1 チップ化されても良い。

【 0 0 6 1 】

ここでは、L S I としたが、集積度の違いにより、I C、システム L S I、スーパー L S I、ウルトラ L S I と呼称されることもある。

【 0 0 6 2 】

また、集積回路化の手法は L S I に限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現しても良い。L S I 製造後に、プログラムすることが可能な F P G A (Field Programmable Gate Array) や、L S I 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用して良い。

40

【 0 0 6 3 】

さらには、半導体技術の進歩又は派生する別技術により L S I に置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行っても良い。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

【 産業上の利用可能性 】**【 0 0 6 4 】**

本発明に係る固定符号帳探索装置等は、代数符号帳を固定符号帳として利用する C E L

50

P型音声符号化装置において、大きな演算量およびメモリ量の増加なしに非因果的なフィルタ特性を代数符号帳から生成されたパルス音源ベクトル付加することができるという効果を有し、利用可能なメモリ量に制限があり、かつ、低速での無線通信を強いられる携帯電話等の通信端末装置等における音声符号化装置の固定符号帳探索に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の一実施の形態に係る音声符号化装置の固定符号帳ベクトル生成装置を示すブロック図

【図2】本発明の一実施の形態に係る音声符号化装置の固定符号帳探索装置の一例を示すブロック図

10

【図3】本発明の一実施の形態に係る音声符号化装置の一例を示すブロック図

【符号の説明】

【0066】

100 固定符号帳ベクトル生成装置

101 代数符号帳

102 畳み込み演算部

150 固定符号帳探索装置

151 畳み込み演算部

152 行列生成部

153 畳み込み演算部

20

154 加算器

155 誤差最小化部

200 C E L P型音声符号化装置

201 前処理部

202 線形予測分析部

203 加算器

204 L P C量子化部

205 聴覚重み付けフィルタ

206 合成フィルタ

207 誤差最小化部

30

208 適応符号帳ベクトル生成部

209 増幅器

210 増幅器

211 加算器

212 ビットストリーム生成部

【要約】

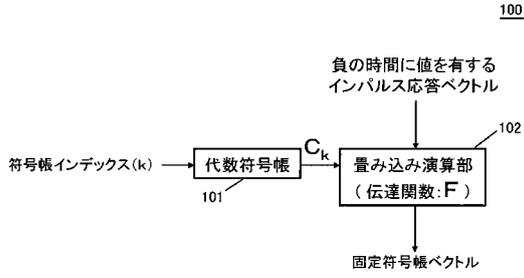
【課題】音源パルスにかけるフィルタが下三角行列で表せない特性であっても演算量の増加をわずかに抑え、準最適な固定符号帳探索を実現すること。

【解決手段】パルス音源ベクトルを生成する代数符号帳101と、負の時間に値を有するインパルス応答ベクトルに聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答を畳み込んで負の時間に値を有する第2のインパルス応答ベクトルを生成する畳み込み演算部151と、第2のインパルス応答ベクトルを用いてテプリッツ型の畳み込み行列を生成する行列生成部152と、代数符号帳101によって生成されたパルス音源ベクトルに行列生成部152によって生成された行列を畳み込む畳み込み演算部153と、を備える。

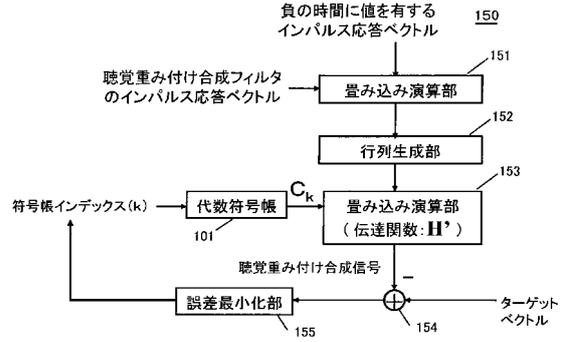
40

【選択図】図2

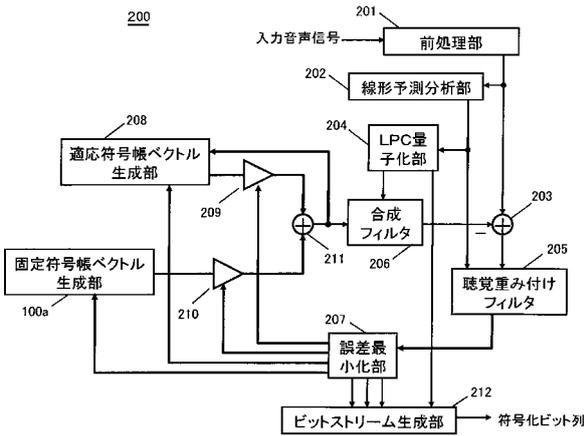
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表平10-502191(JP,A)
特表平10-513571(JP,A)
特表平11-501131(JP,A)
特表2006-504123(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G10L 19/00 - 19/14
H03M 7/30