

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 0 9 9 8 3 6 号

(P 3 0 9 9 8 3 6)

(45)発行日 平成12年10月16日(2000.10.16)

(24)登録日 平成12年8月18日(2000.8.18)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		
G 1 0 L	19/12	G 1 0 L	9/14	S
	19/00			J
	19/04		9/18	E

請求項の数 1

(全 6 頁)

(21)出願番号	特願平3-167078	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22)出願日	平成3年7月8日(1991.7.8)	(72)発明者	守谷 健弘 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
(65)公開番号	特開平5-19794	(72)発明者	大室 伸 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
(43)公開日	平成5年1月29日(1993.1.29)	(72)発明者	三樹 聡 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
審査請求日	平成9年12月12日(1997.12.12)	(74)代理人	100066153 弁理士 草野 卓
		審査官	山下 剛史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音声の励振周期符号化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フレーム単位に、適応符号帳からの、過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した時系列ベクトルと、雑音符号帳からの時系列ベクトルとで合成フィルタを駆動して音声信号を再生することをを用いて入力音声に符号化する音声の励振周期符号化方法において、

上記雑音符号帳の雑音符号ベクトルを、上記適応符号帳からの時系列ベクトルの繰り返し周期と対応した周期ごとに繰り返して周期化して、上記雑音符号帳からの時系列ベクトルとし、

上記適応符号帳からの時系列ベクトルと上記雑音符号帳からの時系列ベクトルとの和のベクトルで上記合成フィルタを駆動して音声信号を再生し、この再生音声信号の入力音声に対する歪が小さくなるように上記ピッチ周期

2

を決定することを特徴とする音声の励振周期符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】この発明は雑音符号帳を用い、符号駆動線形予測符号化、ベクトル和駆動線形予測符号化に適用され、音声の信号系列を少ない情報量でデジタル符号化する高能率音声符号化方法、その復号化方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】デジタル移動無線通信方式で電波を効率的に利用し、また音声蓄積サービスで記憶媒体を効率的に利用するために高能率音声符号化方法が用いられている。現在、音声を高能率に符号化する方法として、原音声をフレームと呼ばれる 5 ~ 5 0 ms 程度の一定間隔の

区間に分割し、その 1 フレームの音声を周波数スペクトルの包絡形状と、その包絡形状に対応する線形フィルタを駆動するための駆動音源信号という 2 つの情報に分離し、それぞれを符号化することが提案されている。その場合、駆動音源信号を符号化する方法として、駆動音源信号を音声の基本周波数（ピッチ周期）に対応すると考えられる周期成分と、それ以外の成分（言い換えれば非周期成分）とに分離して符号化する方法が知られている。この駆動音源情報の符号化法として符号駆動線形予測符号化（Code-Excited Linear Prediction Coding: CELP）およびベクトル和駆動線形予測符号化（Vector Sum Excited Linear Prediction Coding: VSELP）法がある。それぞれの技術については、M. R. Schroeder and B. S. Atal : "Code-Excited Linear Prediction (CELP) : High-quality Speech at Very Low Bit Rates", Proc. ICASSP'85, 25.1.1, pp. 937-940, 1985、および I. A. Gerson and M. A. Jasiuk : "Vector Sum Excited Linear Prediction (VSELP) Speech Coding at 8 kbps", Proc. ICASSP'90, S9.3, pp. 461-464, 1990、に述べられている。

【0003】これらの符号化方法は、図 3 に示すように、入力端子 11 に入力された原音声について音声分析部 12 において、その周波数スペクトルの包絡形状を表すパラメータが計算される。この分析には通常、線形予測法が用いられる。その線形予測パラメータは線形予測パラメータ符号化部 13 で符号化され、その符号化出力は分岐され、線形予測パラメータ復号化部 14 で復号化され、その復号化された線形予測パラメータが線形予測合成フィルタ 15 のフィルタ係数として設定される。

【0004】適応符号帳 16 において直前の過去の駆動音源ベクトルをある周期（ピッチ周期）に相当する長さで切り出し、その切り出したベクトルをフレームの長さになるまで繰り返し、音声の周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。また雑音符号帳 17, 18 から音声の非周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。雑音符号帳 17, 18 は図 4 に示すように通常白色ガウス性雑音を基調とし、1 フレーム分の長さの各種の符号ベクトルが入力音声とは独立にあらかじめ記憶されている。

【0005】適応符号帳 16, 雑音符号帳 17, 18 からの各時系列ベクトルの候補は重みつき加算部 19 において、それぞれ乗算部 21₁, 21₂, 21₃ で重み g_1, g_2, g_3 が乗算され、これら乗算出力は加算部 22 で加算される。この加算出力は駆動音源ベクトルとして線形予測合成フィルタ 15 へ供給され、合成フィルタ 15 から合成（再生）音声出力される。この合成音声の入力端子 11 からの原音声に対する歪みが距離計算部 23 で計算され、その計算結果に応じて符号帳検索部 24 により、適応符号帳 16 における切り出し長さをかえた候補が選択され、かつ雑音符号帳 17, 18 から他の符号ベクトルが選択され、さらに重みつき加算部 19 の

重み g_1, g_2, g_3 が変更され、距離計算部 23 で計算された歪みが最小になるようにされる。歪み最小となったときの適応符号帳 16 の切り出し長を示す周期符号と、雑音符号帳 17, 18 の各符号ベクトルを示す雑音符号と、重み g_1, g_2, g_3 を示す重み符号と、線形予測パラメータ符号とが符号化出力として出力され、伝送または蓄積される。

【0006】復号化は図 5 に示すように入力された線形予測パラメータ符号が線形予測パラメータ復号化部 26 で復号化され、その予測パラメータが線形予測合成フィルタ 27 にフィルタ係数として設定される。それまでに得られた直前の過去の駆動音源ベクトルと、入力された周期符号とを用いて適応符号帳 28 からその周期で過去の駆動音源ベクトルを切り出し、これをフレーム分繰り返し時系列符号ベクトルが出力され、また入力された雑音符号が示す符号ベクトルが雑音符号帳 29, 31 からそれぞれ時系列ベクトルとして読み出される。これら時系列ベクトルは重みつき加算部 32 で入力された重み符号に応じて、それぞれ重み付けがなされた後、加算され、その加算出力が駆動音源ベクトルとして合成フィルタ 27 へ供給され、合成フィルタ 27 から再生音声を得られる。

【0007】雑音符号帳 29, 31 は符号化に用いられた雑音符号帳 17, 18 と同一のものとされる。雑音符号帳は 1 個のみ、あるいはさらに多くのものが用いられることもある。符号駆動線形予測符号化においては、雑音符号帳には、候補となるべきすべての符号ベクトルが直接記憶されてある。つまり、候補となるべき符号ベクトルの数が N ならば、雑音符号帳に記憶されている符号ベクトルの数も N である。

【0008】ベクトル和駆動線形予測符号化では、雑音符号帳は図 6 に示すように、記憶されているすべての符号ベクトル（基本ベクトルと呼ぶ）が同時に読み出され、乗算部 33₁ ~ 33_M でそれぞれ雑音符号帳用復号器 34 により +1 または -1 が乗算され、その乗算出力が加算されて出力符号ベクトルとして出力される。従って、各基本ベクトルに乘算する +1, -1 の組み合わせにより、出力符号ベクトルの数は 2^M となり、歪みが最小となるようにこの 2^M の出力符号ベクトルの 1 つが選択される。

【0009】ところが、これらの従来の方法では、駆動音源信号の周期性が前フレームの成分のみに限定されるため、周期性の表現力が弱く、再生音声がざらざらして滑らかさに欠けるという欠点を有していた。このような点から、音声の周期性の表現力を強化するため、従来周期性をもたなかった雑音符号帳から出力される符号ベクトルの一部または全部、あるいは出力される符号ベクトルの成分の一部、もしくは複数の雑音符号帳の一部に適応符号帳の出力時系列符号ベクトルの周期性と同一の周期性をもたせることを提案した。

【0010】つまり図7に示すように、雑音符号帳17から1つの符号ベクトルを、基本周期検索（適応符号16の検索）で得られた基本周期Lの長さ分36を切り出す。aに示すように、その切り出し部分36をフレーム長に達するまで何度も繰り返し配列して、周期性符号ベクトルを作成して出力符号ベクトルとする。それを雑音符号帳17中のすべての符号ベクトルについて行い、その中で、合成フィルタに通した再生音声と原音声間の距離が最小になるものを、最適符号ベクトルとする。その後の各駆動音源成分の重みの決定は従来の技術と同様に

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように雑音符号帳の符号ベクトルも周期化することにより再生音声の品質を向上することができる。一方、従来においては最適周期（ピッチ周期）の決定を図8に示すように適応符号帳のみを用いて行い、その後、雑音符号帳のインデックス、つまり符号ベクトルを決定しているが、必ずしも正しいピッチ周期を決定することができず、例えば正しい

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明によれば雑音符号帳の符号ベクトルをピッチ周期に適応させて周期化処理を行なうと共に、適応符号帳と雑音符号帳の両方のベクトルを考慮して繰り返し周期、つまりピッチ周期を決定する。このように雑音符号帳の符号ベクトルを周期化したものを用いることにより適応符号帳からの符号ベクトルと、雑音符号帳からの符号ベクトルとの依存関係が強くなり、フレーム内の歪が最小となる最適な繰り返し周期が求められる。このため適応符号帳のピッチ周期を求めて、それをそのまま雑音符号帳の繰り返しの周期とした従来法より、さらに符号化歪を小さくできる。

【0013】

【実施例】図1にこの発明の第1の実施例を示す。この実施例では、繰り返し周期を設定し、歪を評価して周期を決めるループの中に、雑音成分の符号ベクトルのインデックスの探索するためのループを含める。即ちまず、予め決められたピッチ周期の範囲（通常のピッチ周期の存在範囲）で周期を設定し、適応符号帳からの励振（駆動）信号出力を従来と同様に作成する。この周期とこの励振信号（励振ベクトル）とを前提に雑音符号帳の各符号ベクトルを図7に示したように周期化処理し、その周期化された雑音符号ベクトルを前記励振ベクトルと加算して合成フィルタを駆動し、歪が最小となる雑音符号ベクトルのインデックス探索を行なう。この処理で、最初に設定された周期での最適なインデックスが求められ、

つまりインデックスが仮決定される。その後、順次設定する周期を変化させて同様のことを繰り返す。そして最終的に仮決定されたインデックス中から歪が最小となる周期とインデックスとの組合せを求める。

【0014】このように適応符号帳と雑音符号帳とを用い、かつ雑音符号帳の符号ベクトルを周期化しているため、適応符号帳の符号ベクトルとの依存性が強くなり、倍ピッチなど他の周期が最適周期になるようなこととなる。図2にこの発明の第2の実施例を示す。この実施例では決められた全ての繰り返し周期について雑音符号帳のインデックスを探索するのではなく、周期の予備選択を行ない、その予備選択した周期についてのみインデックス探索を行う。また雑音符号帳のインデックス探索にも予備選択を併用している。第1の実施例では、周期と雑音符号帳のインデックスとの全ての組合せでの最適値が求められるが、探索のループが2重となるため、条件によっては処理量が非常に大きくなる。そこで、この第2の実施例では周期もインデックスも少数の候補に絞って探索を行なう。

【0015】周期の予備選択法としては、従来と同様に適応符号帳からの励振信号だけを用いて歪を評価して、歪最小値のみならず、最小値を含め、歪の小さいものから順に予め決めた複数個の周期を用いる。あるいは単に信号の相関関数が大きくなる遅延量の複数を周期の候補としてもよい、つまり従来においてピッチ周期を求めるために自己相関が大きくなる遅延量を求めるが、これを周期候補とする。自己相関によりピッチ周期を求める場合、距離計算を行わないため、適応符号帳検索によりピッチ周期を求める場合より計算量が著しく少なくて済む。

【0016】雑音符号帳の符号ベクトル（インデックス）の予備選択の方法としては、適応符号帳だけの出力で、歪最小となる一つの周期を決定し、その周期で雑音符号帳の各符号ベクトルを周期化し、その周期化した符号ベクトルを用いて歪最小となるインデックスを求め、これを含め小さい歪となる複数のインデックスを候補とする。この雑音符号帳の複数の候補インデックスについて、他の予備選択された周期に対し、歪最小となるものを求める。あるいは適応符号帳だけの出力で一つの周期を決定し、その適応符号帳の符号ベクトルと対応する成分を除いた誤差成分と、雑音符号帳の各雑音符号ベクトルとの相関を求め、その大きいもののいくつかの雑音符号ベクトルのインデックスを予備選択候補としてもよい。

【0017】上述において雑音符号帳の符号ベクトルの周期化はすべての符号ベクトル（インデックス）について行うことはなく、予め決められたインデックスについてのみ行ってもよい。また雑音符号ベクトルの周期化は適応符号帳の符号ベクトルに対する周期化の周期のみならず、その2倍、又は2分の1の周期でも行うようにし

てもよい。更にこの発明は C E L P のみならず V S E L P にも適用される。

【 0 0 1 8 】

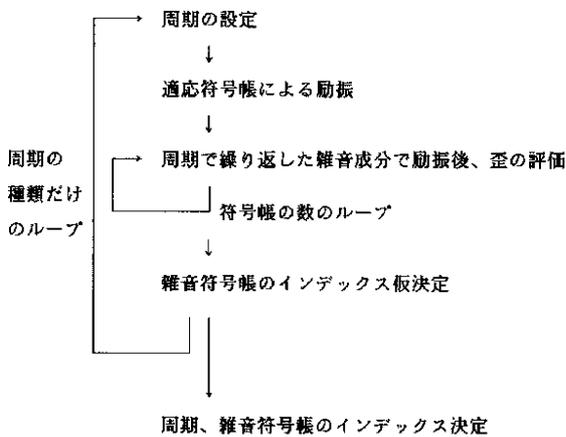
【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、適応符号帳と雑音符号帳との双方で使われる繰り返し周期を雑音符号帳のインデックスも含めて最適に決定することができ、符号化による波形歪を小さくできる。また予備選択を併用することで、現実的な範囲の処理量でほぼ最適な周期を求めることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の第 1 の実施例の要部である周期決定

【図 1】

図 1



処理法を示す流れ図。

【図 2】この発明の第 2 の実施例の要部である予備選択を併用した周期決定処理法を示す流れ図。

【図 3】線形予測符号化装置の一般的構成を示すブロック図。

【図 4】 C E L P における雑音符号帳を示す図。

【図 5】線形予測符号の復号化装置の一般的構成を示すブロック図。

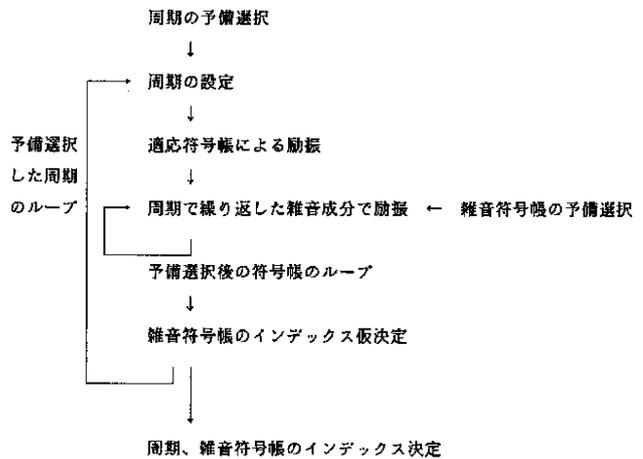
【図 6】 V S E L P における雑音符号帳を示す図。

10 【図 7】符号ベクトルの周期化を示す図。

【図 8】改良前の周期決定処理法を示す流れ図。

【図 2】

図 2



【図 3】

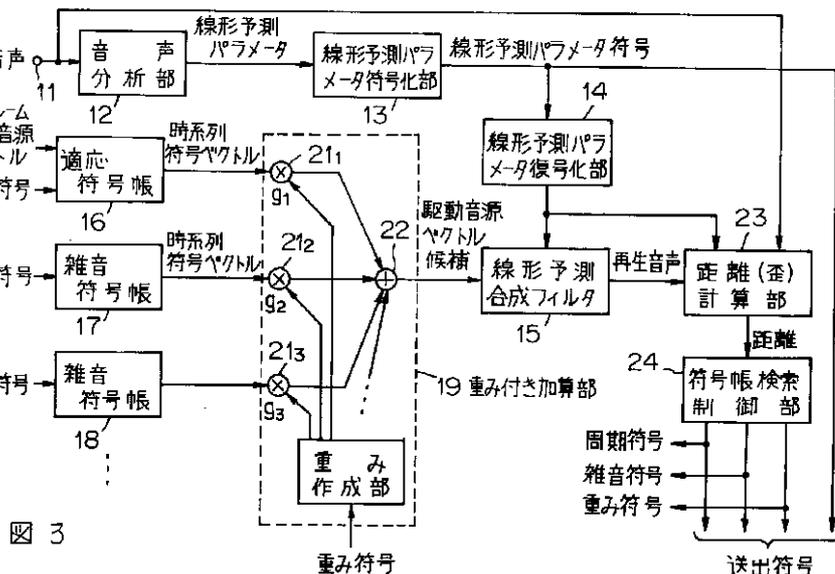
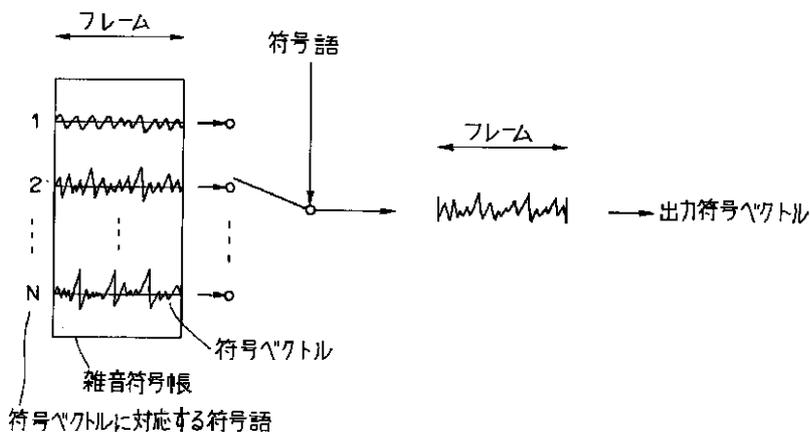


図 3

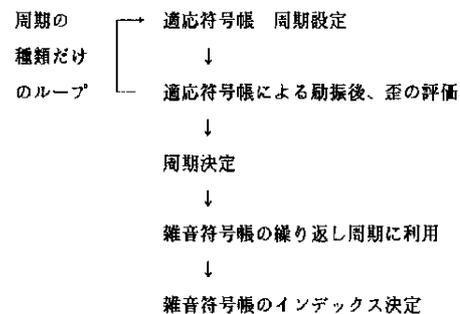
【図4】

図 4



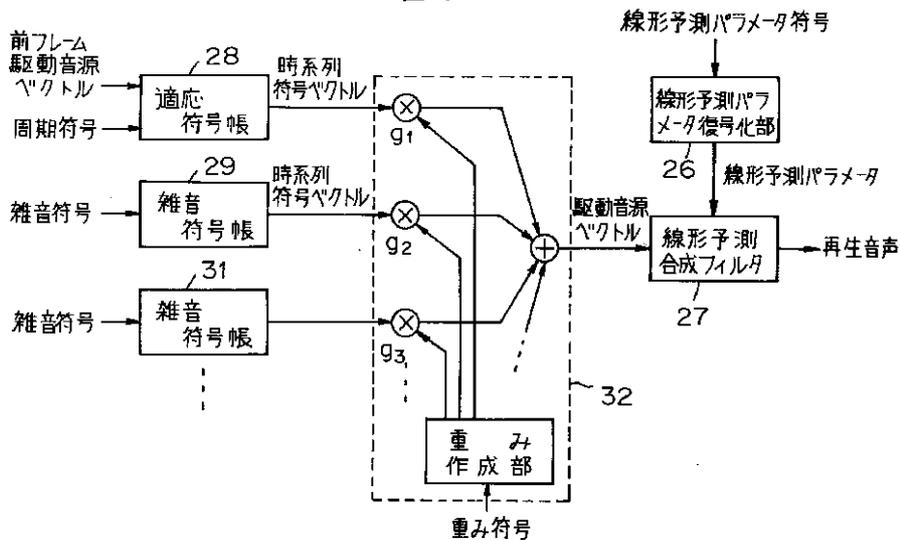
【図8】

図 8



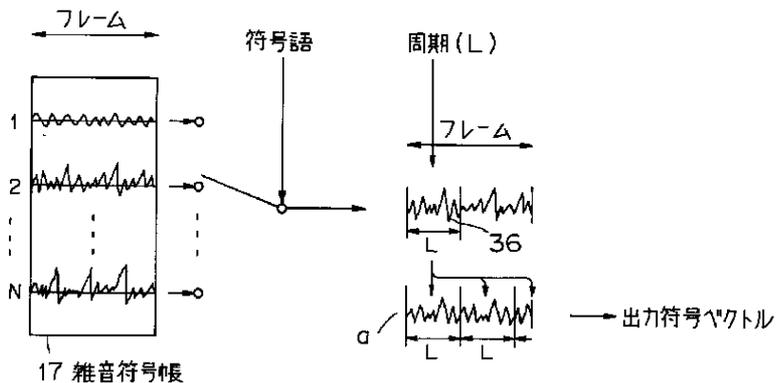
【図5】

図 5



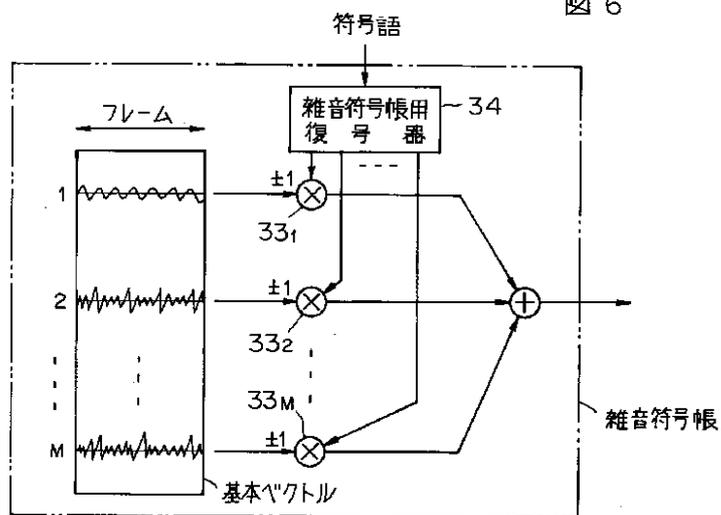
【図7】

図 7



【図 6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 間野 一則
 東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号
 日本電信電話株式会社内

(56)参考文献 特開 昭63 - 37724 (J P , A)
 特開 昭64 - 40899 (J P , A)
 特開 昭64 - 54497 (J P , A)
 特開 平 2 - 84699 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
 G10L 19/00 - 19/14
 H03M 3/00 - 11/00
 B04B 14/00 - 14/08