

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 ( B 2 )

(11)特許番号

特許第 3 2 2 6 1 8 0 号

( P 3 2 2 6 1 8 0 )

(45)発行日 平成13年11月5日(2001.11.5)

(24)登録日 平成13年8月31日(2001.8.31)

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 1 0 L 19/12  
11/04

G 1 0 L 9/14  
9/08

S  
B  
B

請求項の数 1

(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-88905  
(22)出願日 平成4年4月9日(1992.4.9)  
(65)公開番号 特開平5-289697  
(43)公開日 平成5年11月5日(1993.11.5)  
審査請求日 平成11年1月7日(1999.1.7)

(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  
(72)発明者 守谷 健弘  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本  
電信電話株式会社内  
(72)発明者 三樹 聡  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本  
電信電話株式会社内  
(72)発明者 間野 一則  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本  
電信電話株式会社内  
(74)代理人 100066153  
弁理士 草野 卓

審査官 渡邊 聡

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音声のピッチ周期符号化法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音声を一定のサンプル数毎にピッチ周期を求めて音声の符号化に用いる符号化法であって、音声波形の周期性を分析して、ピッチ周期の複数の候補と、その各周期性の程度とを求める第 1 段階と、上記複数の各候補毎にそのピッチ周期で符号化した音声の波形歪を算出する第 2 段階と、上記各候補について上記音声のパワー変化率が大きい程、上記第 1 段階で得られた周期性の程度を小とし、かつ上記第 2 段階で得られた波形歪みを大として、これら周期性の程度と波形歪みとの積を求め、この積を最大にする候補をピッチ周期として決定する第 3 段階と、を有することを特徴とする音声のピッチ周期符号化法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

2

【産業上の利用分野】この発明は例えば過去の励振信号からピッチ周期で切り出した適応ベクトルと、雑音ベクトルとをそれぞれ選択して合成フィルタの励振信号とし、その合成波形の歪みが最小となるように適応ベクトル、雑音ベクトルをそれぞれ選択して、符号化する音声符号化法に用いられ、ピッチ周期を決定する方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】デジタル移動無線通信や音声蓄積サービスでは電波や記憶媒体の効率的利用を図るために、種々の高エネルギー音声符号化法が用いられている。8 K H z サンプルの音声を 8 k b i t / s 程度で符号化する方法としては C E L P、V S E L P、マルチパルス符号化、重み付きベクトル量子化による変換符号化等が知られているが、いずれも波形歪みを小さく抑える有効な手段とし

て、前方予測型のピッチ予測が用いられている。

【0003】すなわち、5msから30ms程度を1フレームとして、現在量子化しようとするフレームの音声信号がもつ周期を分析して、その周期を6から8ビットで伝送している。ピッチ周期を決定す際には、波形歪みを小さくするために、合成後の波形歪みを尺度としてピッチ周期を決定する方法や、非整数値の周期を用いる方法が有効である。

【0004】またピッチ周期を利用した具体的処理手順としては、ピッチ周期毎に過去の励振信号を、現在の分析開始時点からピッチ周期サンプル点だけさかのぼった時点まで波形セグメントとして切り出し、必要に応じてその波形セグメントを繰り返したベクトルを作成し、それを符号帳のベクトルとみなす手法（適応符号帳）が有力である。

【0005】この適応符号帳のベクトルで合成フィルタへ励振し、得られた合成波形の入力音声に対する歪みが最小になる適応符号帳のベクトルを選択してピッチ周期を決定する。このようなピッチ周期決定法を用いた従来の符号化方法を、図2に示す。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。

【0006】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。

【0007】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21<sub>1</sub>, 21<sub>2</sub>, 21<sub>3</sub>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。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】最終的に望ましいピッチ周期は、雑音励振ベクトルとの組合せも考慮して、最終的な波形歪みが最小となるものであるが、適応符号帳16のピッチ周期性ベクトルと雑音符号帳17, 18の雑音ベクトルとの組合せを探索することは膨大な演算量を必要とし、非現実的である。そこで、雑音ベクトルのことは考慮せず、ピッチ周期をもつ適応符号帳16の成分のみで合成したときの歪みが最小となる周期を決定することが通例である。ところが、これは最終的に望ましい周期と異なる場合が多い。特に雑音ベクトルもピッチ周期で周期化する符号化方法（特願平3-117646）ではこの現象が顕著である。

【0009】いずれの方法でも音声波形の自己相関関数のピークから周期を求める方法に比べて、10倍以上の演算量を必要とするため、実時間処理装置の実現のための障害となっていた。また、演算量を軽減するため、第1段階でピッチ周期の候補を求め、第2段階でその候補についてのみ波形歪み最小化の尺度でピッチ周期を求める方法も考えられているが、必ずしも波形歪みを小さくできないという問題がある。

【0010】この発明の目的は少ない情報量のもとで音声符号化による波形歪みを小さくするため、ほぼ最適なピッチ周期を少ない演算量で求めるピッチ周期符号化法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明では、第1段階で音声波形の周期性を分析してピッチ周期の複数の候補と、その各周期性の程度とを少ない演算量で求め、第2段階で、第1段階で得られた各候補ごとにそのピッチ周期で符号化した音声の波形歪みを算出し、第3段階で、ほぼ最適なピッチ周期を選択するが、その際の尺度として、第2段階で得た単に波形歪みの最小化だけでなく、第1段階で求めた周期性の程度をも考慮して決定する。この際音声の定常区間では周期性の程度を重視し、音声の非定常的区間では波形歪みを重視する。

【0012】

【実施例】図1Aにこの発明のピッチ周期符号化法の実施例を示す。第1段階では音声の波形の周期性を分析する。例えば線形予測残差信号に窓をかけて自己相関関数( )を求める。その求めた自己相関関数の大きい順にN個、例えば4個の周期の候補とその各周期性の程度とを得る。この第1段階では周期は入力音声のサンプル

周期の整数倍とするが、非整数値の自己相関関数値も簡単な補間演算で求めておいてもよい。また分析窓は第2段階の1フレームの長さより十分大きくとる。

【0013】第2段階では、第1段階で求めたN個の候補およびその近傍の非整数の周期ごとにそのピッチ周期で符号化した音声の波形歪みを算出する。つまり、いま

$$d = |X - gHC(\ )|^2 = X^T X - 2gX^T HC(\ ) + g^2 (HC(\ ))^T HC(\ )$$

Tは転値を示す。このdをgで微分し、その微分値がゼロ、つまりdが最小となるg(最適なg)を求め、この

$$d = X^T X - (X^T HC(\ ))^2 / (HC(\ ))^T HC(\ )$$

となる。ここでdの式の右辺第2項をe( ) = (X^T HC( ))^2 / (HC( ))^T HC( )とおくと、e( )はXより大にならないから、最小のdとなるピッチ周期を捜すことはe( )が最大とするピッチ周期を捜すことになる。つまり第2段階では第1段階の各候補についてe( )を演算する。

$$E = (\ ) (X^T HC(\ ))^2 / (HC(\ ))^T HC(\ ) \dots (1)$$

を最大とするピッチ周期を捜す。( )とe( )はともに値が大きいほどピッチ周期として望ましいためである。

【0016】この場合(1)式の分子( ) (X^T HC( ))^2の大きいものを順に予備選択し、その予備選択したものについて(1)式の分母(HC( ))^T HC( )を含めた計算、つまりEを求めることも可能である。これは、(1)式の分母の演算量に比べて、分子の演算量が格段に少ないため、演算量の多い分母の演算を少なくするためである。

【0017】特にこの発明では第3段階でピッチを選択する際の尺度をその音声区間の音声の定常性に依じて適応的に制御する。つまり自己相関関数( )は比較的長い窓で見た平均的ピッチ周期に依存する関数である。これに対し、e( )の項は符号化するフレーム内だけの局所的なピッチ周期に依存する関数である。従って、定常的な音声区間では( )を重視し、波形が変化する部分ではe( )を重視すれば望ましいピッチ周期の決定ができる。具体的には定常性の程度を例えば図1Bに示すように0から1までの値をとる関数値Vに変換し、E = ( ) (1-V)^2 e( )^2として定常性の程度Vに応じてEに対する( )とe( )との寄与比率を制御する。定常性の程度Vは音声のパワー変化率を検出し、パワー変化率が大きい程、定常性の程度Vが小さくなるようにすればよい。つまり音声のパワー変化率

Xを入力ベクトル、Hを合成フィルタ15のインパルス応答行列、Cを適応符号帳16の励振ベクトル(ピッチ周期で繰り返された過去の励振信号)、gを利得とすると、この時の合成フィルタ15から得られる符号化音声の歪みdは通常次の式で表わされる。

【0014】

最適なgをdの式に代入すると、

【0015】第3段階で、ピッチ成分の励振信号による波形歪みdだけではなく、第1段階で得られた相関関数の値(周期性の程度)も考慮した尺度でピッチ周期を選択する。この場合第1段階で求めた候補、その近傍についてのみ行う。

例えば次式E

が大きい程( )を小さくし、e( )を大きくして、これらの積を求め、その積が最大になる候補をピッチ周期とする。

【0018】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、第3段階で、ピッチ成分(適応ベクトル)のみで合成したときの波形歪みと、第1段階の周期性分析値との双方を考慮することによって、雑音励振ベクトルにとっても望ましいピッチ周期を求めることができる。この結果、第1段階により単に候補を絞るだけの場合よりも、より正しいピッチ周期を決定でき、つまり波形歪みを軽減できる。また第1段階によりピッチ周期の候補数を少なくしても歪みの増加が少なくできるため、演算量も少なくなる。しかも定常的な音声区間では、第1段階で得た周期性の程度を重視し、音声波形が変化する区間では第2段階で得た歪みを重視するように双方を考慮してピッチ周期を決定しているため、より正しいピッチ周期を決定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Aはこの発明の実施例の処理ステップを示す図、Bは音声の定常性の程度を関数vとして示した図である。

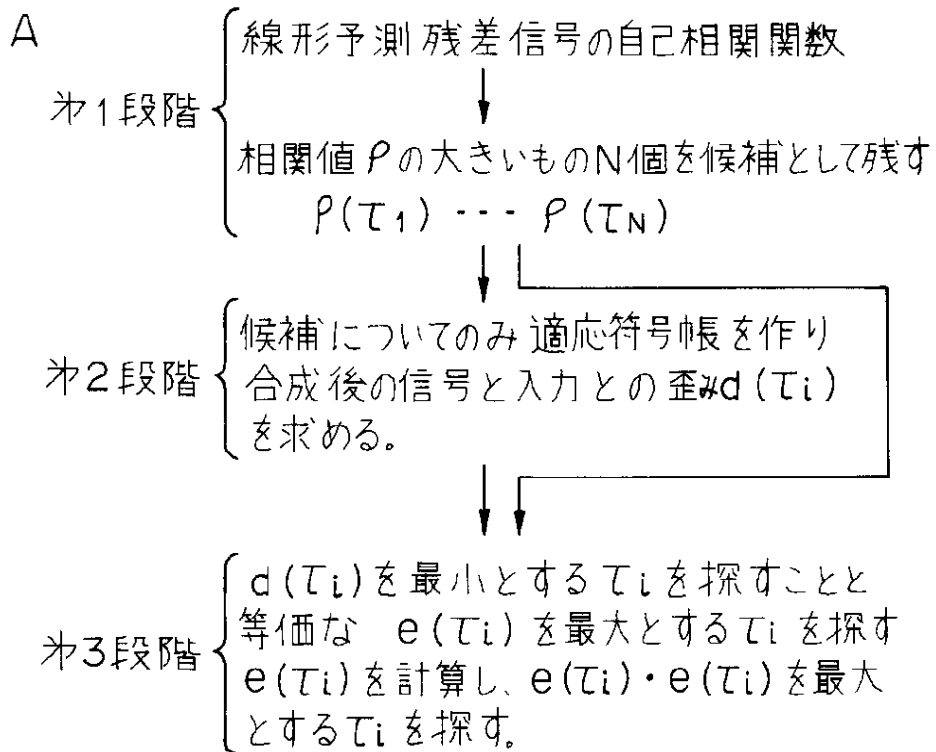
【図2】この発明を適用することができる従来の音声符号化装置の一例を示すブロック図。

30

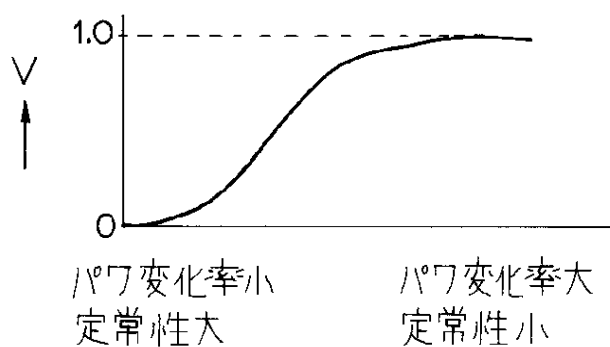
40

【図1】

図 1



B



【図 2】

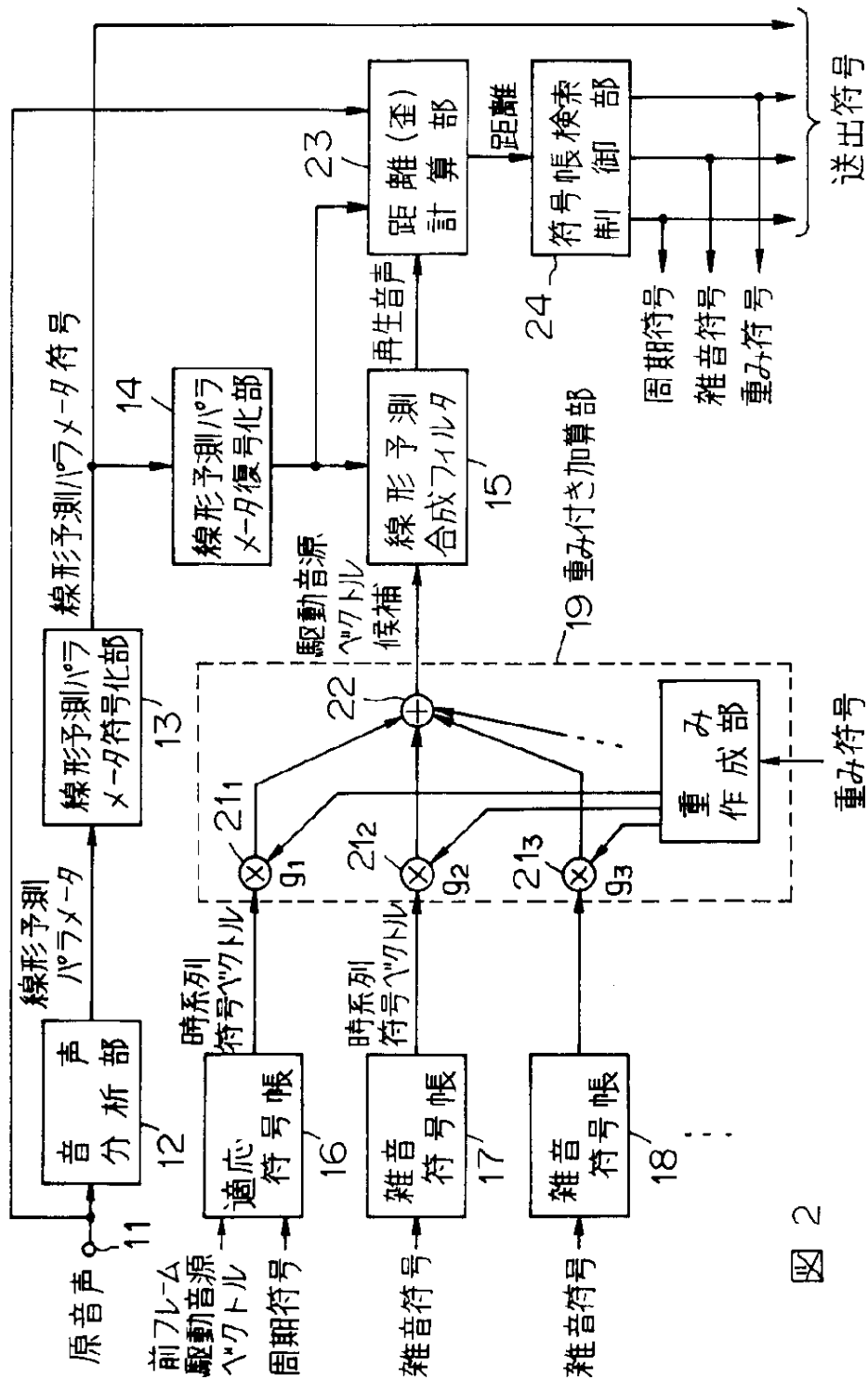


図 2

フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 3 - 33898 ( J P , A )  
特公 平 3 - 30880 ( J P , B 2 )

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, D B 名)  
G10L 11/04