

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5303074号
(P5303074)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年6月28日(2013.6.28)

(51) Int.Cl.		F I	
G 1 0 L	19/06 (2013.01)	G 1 0 L	19/06 B
G 1 0 L	19/18 (2013.01)	G 1 0 L	19/14 4 0 0 E
G 1 0 L	19/13 (2013.01)	G 1 0 L	19/12 B
H 0 3 M	7/40 (2006.01)	H 0 3 M	7/40

請求項の数 12 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2013-52792 (P2013-52792)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成25年3月15日(2013.3.15)		日本電信電話株式会社
(62) 分割の表示	特願2010-544032 (P2010-544032) の分割		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
原出願日	平成21年12月18日(2009.12.18)	(74) 代理人	100121706
(65) 公開番号	特開2013-130885 (P2013-130885A)		弁理士 中尾 直樹
(43) 公開日	平成25年7月4日(2013.7.4)	(74) 代理人	100128705
審査請求日	平成25年3月15日(2013.3.15)		弁理士 中村 幸雄
(31) 優先権主張番号	特願2008-325286 (P2008-325286)	(74) 代理人	100147773
(32) 優先日	平成20年12月22日(2008.12.22)		弁理士 義村 宗洋
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	鎌本 優
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	原田 登
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化方法、復号方法、それらの装置、プログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(A) 入力された時系列信号を線形予測分析することにより、少なくとも、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とをそれぞれ算出するステップと、

(B) 前記1次のPARCOR係数の絶対値が予め定められた閾値以上となる場合に、前記2次のPARCOR係数に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法を選択し、前記1次のPARCOR係数の絶対値が前記閾値未満となる場合に、前記2次のPARCOR係数に対応する符号を生成するための符号化方法として前記第1可変長符号化方法と異なる第2可変長符号化方法を選択するステップと、

(C) 前記ステップ(B)で選択された符号化方法を用い、前記2次のPARCOR係数を量子化して得られた2次の量子化PARCOR係数を符号化し、前記2次のPARCORに対応する符号を生成するステップと、

を含むことを特徴とする符号化方法。

【請求項2】

請求項1の符号化方法であって、

前記第1可変長符号化方法は、第1符号化対象の絶対値が第2符号化対象の絶対値よりも予め定められた第1値に近い場合に、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも短い符号長の符号が割り当てられる頻度が、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも長い符号長の符号が割り当てられる頻度よりも高い符号化方法であり、

前記第2可変長符号化方法は、第1符号化対象の絶対値が第2符号化対象の絶対値より

も予め定められた第2値に近い場合に、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも短い符号長の符号が割り当てられる頻度が、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも長い符号長の符号が割り当てられる頻度よりも高い符号化方法であり、

前記2次のPARCOR係数の絶対値が1に近いほど、それに対応する前記2次の量子化PARCOR係数が大きい場合には、前記第1値は前記第2値よりも大きく、

前記2次のPARCOR係数の絶対値が1に近いほど、それに対応する前記2次の量子化PARCOR係数が小さい場合には、前記第1値は前記第2値よりも小さい、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項3】

請求項1又は2の符号化方法であって、

前記ステップ(A)と(C)との間に実行される、

前記1次のPARCOR係数の絶対値が予め定められた第2閾値以上となる場合に、予め定められた第1量子化方法を選択し、前記1次のPARCOR係数の絶対値が予め定められた第2閾値未満となる場合に、前記第1量子化方法よりも量子化ステップサイズが大きい予め定められた第2量子化方法を選択し、選択した量子化方法によって前記2次のPARCOR係数を量子化し、前記2次の量子化PARCOR係数を生成するステップを含む、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項4】

(A) 1次のPARCOR係数に対応する符号を復号し、当該1次のPARCOR係数に対応する復号値を生成するステップと、

(B) 前記1次のPARCOR係数に対応する符号の復号値の絶対値を予め定められた閾値と比較し、予め定められた第1可変長符号化方法に対応する復号方法によって前記2次のPARCOR係数に対応する符号を復号するか、前記第1可変長符号化方法と異なる予め定められた第2可変長符号化方法に対応する復号方法によって前記2次のPARCOR係数に対応する符号を復号するかを判定するステップと、

を含むことを特徴とする復号方法。

【請求項5】

請求項4の復号方法であって、

前記第1可変長符号化方法は、第1符号化対象の絶対値が第2符号化対象の絶対値よりも予め定められた第1値に近い場合に、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも短い符号長の符号が割り当てられる頻度が、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも長い符号長の符号が割り当てられる頻度よりも高い符号化方法であり、

前記第2可変長符号化方法は、第1符号化対象の絶対値が第2符号化対象の絶対値よりも予め定められた第2値に近い場合に、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも短い符号長の符号が割り当てられる頻度が、当該第1符号化対象に当該第2符号化対象の符号よりも長い符号長の符号が割り当てられる頻度よりも高い符号化方法であり、

前記2次のPARCOR係数の絶対値が1に近いほど、それに対応する前記2次の量子化PARCOR係数が大きい場合には、前記第1値は前記第2値よりも大きく、

前記2次のPARCOR係数の絶対値が1に近いほど、それに対応する前記2次の量子化PARCOR係数が小さい場合には、前記第1値は前記第2値よりも小さい、

ことを特徴とする復号方法。

【請求項6】

請求項4又は5の復号方法であって、

(C) 前記1次のPARCOR係数に対応する符号の復号値の絶対値を予め定められた第2閾値と比較し、予め定められた第1逆量子化方法を用い、前記2次のPARCOR係数に対応する符号を復号して得られた復号値を逆量子化するか、前記第1逆量子化方法よりも量子化ステップサイズが大きい予め定められた第2逆量子化方法を用い、前記2次のPARCOR係数に対応する符号を復号して得られた復号値を逆量子化するかを判定するステップを含む、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 7】

入力された時系列信号を線形予測分析することにより、少なくとも、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とをそれぞれ算出する線形予測分析部と、

前記1次のPARCOR係数の絶対値が予め定められた閾値以上となる場合に、前記2次のPARCOR係数に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法を選択し、前記1次のPARCOR係数の絶対値が前記閾値未満となる場合に、前記2次のPARCOR係数に対応する符号を生成するための符号化方法として前記第1可変長符号化方法と異なる第2可変長符号化方法を選択する符号化方法選択部と、

前記符号化方法選択部で選択された符号化方法を用い、前記2次のPARCOR係数を量子化して得られた2次の量子化PARCOR係数を符号化し、前記2次のPARCORに対応する符号を生成する符号化部と、

を含むことを特徴とする符号化装置。

10

【請求項 8】

1次のPARCOR係数に対応する符号を復号し、当該1次のPARCOR係数に対応する復号値を生成する復号部と、

前記1次のPARCOR係数に対応する符号の復号値の絶対値を予め定められた閾値と比較し、予め定められた第1可変長符号化方法に対応する復号方法によって前記2次のPARCOR係数に対応する符号を復号するか、前記第1可変長符号化方法と異なる予め定められた第2可変長符号化方法に対応する復号方法によって前記2次のPARCOR係数

20

に対応する符号を復号するかを判定する復号部と、

を含むことを特徴とする復号装置。

【請求項 9】

請求項1から3の何れかの符号化方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 10】

請求項4から6の何れかの復号方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 11】

請求項1から3の何れかの符号化方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

30

【請求項 12】

請求項4から6の何れかの復号方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、時系列信号を線形予測分析して符号化する技術に関し、特に、線形予測分析によって得られたPARCOR係数の符号化方法、復号方法、それらの装置、プログラム及び記録媒体に関する。

40

【背景技術】

【0002】

音響信号や映像情報などの時系列信号を通信路によって伝送したり、情報記録媒体に記録する場合、時系列信号を圧縮符号に変換してから伝送したり記録する方法が、伝送効率や記録効率の点で有効である。また、近年のブロードバンドの普及や記憶装置の容量増加に伴い、圧縮率の高さを優先する非可逆圧縮符号化方式よりも、原信号の完全再生を条件とした可逆圧縮符号化方式が重視されつつある（例えば、非特許文献1参照）。そのような中、線形予測分析等の要素技術を用いて音響信号を可逆圧縮符号化する技術がMPEG (Moving Picture Expert Group) の国際標準規格「MPEG-4 ALS」として承認されている（例えば、非特許文献2参照）。

50

【 0 0 0 3 】

図 1 は、従来の可逆圧縮符号化方式の符号化装置 1 0 1 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。図 2 は、図 1 の符号化装置 1 0 1 0 で生成された符号を復号する復号装置 1 0 2 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。図 3 は、図 1 の符号化装置 1 0 1 0 において 1 次 P A R C O R 係数と 2 次 P A R C O R とが符号化される様子を説明するための図である。まず、これらの図を用いて従来の可逆圧縮符号化方式を説明する。

【 0 0 0 4 】

〔 符号化方法 〕

符号化装置 1 0 1 0 のフレームバッファ 1 0 1 1 には、標本化・量子化された PCM (pulse code modulation) 形式の時系列信号 $x(n)$ (n は離散時間を示すインデックス) が入力される。フレームバッファ 1 0 1 1 は、予め定められた時間区間 (以下、「フレーム」と呼ぶ) 分の時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) (N は正の整数) をバッファし、符号化装置 1 0 1 0 は、フレーム毎に時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) を符号化する。

【 0 0 0 5 】

まず、1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) が線形予測分析部 1 0 1 2 に送られ、線形予測分析部 1 0 1 2 は、線形予測分析によって 1 次から M 次までの P A R C O R 係数 $k(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) を算出する。なお、 M は予測次数を示す正の整数である。また、 m 次の P A R C O R 係数とは、予測次数 m の線形予測モデルの P A R C O R 係数を意味する。また、線形予測分析では、ある時点 n の時系列信号 $x(n)$ と、その時点 n よりも過去の M 個の時点 $n-1, n-2, \dots, n-M$ の時系列信号 $x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-M)$ をそれぞれ係数 (m) ($m=1, \dots, M$) (「線形予測係数」と呼ぶ) で重み付けしたものと、予測残差 $e(n)$ との間に、線形 1 次結合が成り立つと仮定する。この仮定に基づいた線形予測モデルは以下になる。線形予測分析では、入力された時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) に対し、以下の線形予測係数 (m) ($m=1, 2, \dots, M$) 又はそれに変換可能な P A R C O R 係数 $k(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) などの係数を算出する。なお、 \cdot は \times の積を示す。

$$e(n) = x(n) + (1) \cdot x(n-1) + (2) \cdot x(n-2) + \dots + (M) \cdot x(n-M)$$

【 0 0 0 6 】

また、ある時点 n の時系列信号 $y(n)$ を、その時点 n よりも過去の M 個の時点 $n-1, n-2, \dots, n-M$ の時系列信号 $x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-M)$ を用いて推定する下式の線形 FIR (Finite Impulse Response) フィルタを「線形予測フィルタ」と呼ぶ。

$$y(n) = -\{ (1) \cdot x(n-1) + (2) \cdot x(n-2) + \dots + (M) \cdot x(n-M) \}$$

【 0 0 0 7 】

算出された 1 次から M 次までの P A R C O R 係数 $k(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) は、非線形量子化部 1 0 1 3 に送られ、量子化されて 1 次から M 次までの量子化 P A R C O R 係数 $i(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) が生成される。なお、「量子化 P A R C O R 係数」は、P A R C O R 係数の量子化値そのものであってもよいし、当該 P A R C O R 係数の量子化値に付されたインデックスであってもよい。1 次から M 次までの量子化 P A R C O R 係数 $i(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) は、係数符号化部 1 0 1 4 に送られ、そこでエントロピー符号化されて係数符号 C_k が生成される。この符号化は 1 次から M 次までの P A R C O R 係数 $k(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) それぞれについて独立に行われる。例えば図 3 に示すように、1 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(1)$ と 2 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(2)$ とは、互いに独立にエントロピー符号化される。また、1 次から M 次までの量子化 P A R C O R 係数 $i(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) は、線形予測係数変換部 1 0 1 5 にも送られる。線形予測係数変換部 1 0 1 5 は、これらを用いて予測次数 M の線形予測フィルタの各線形予測係数 (m) ($m=1, 2, \dots, M$) を算出する。線形予測部 1 0 1 6 は、1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) と各線形予測係数 (m) ($m=1, 2, \dots, M$) とを用い、線形予測によって線形予測値 $y(n)$ ($n=1, \dots, N$) を生成する。減算部 1 0 1 7 は、時系列信号 $x(n)$ から線形予測値 $y(n)$ を減算した予測残差 (「予測誤差」と呼ぶ場合もある) $e(n)$ を算出する (予測フィルタ処理)。算出された予測残差 $e(n)$ は残差符号化部 1 0 1 8 に送られ、そこでエントロピー符号化されて残差符号 C_e が生成される。係数符号

化部 1 0 1 4 で生成された係数符号 C_k と、残差符号化部 1 0 1 8 で生成された残差符号 C_e は、合成部 1 0 1 9 に送られる。係数符号 C_k と残差符号 C_e は、合成部 1 0 1 9 で合成され、符号 C_g が生成される。

【 0 0 0 8 】

[復号方法]

復号装置 1 0 2 0 に入力された符号 C_g は、分離部 1 0 2 1 で係数符号 C_k と残差符号 C_e とに分離される。係数符号 C_k と残差符号 C_e は、それぞれ係数復号部 1 0 2 2 と残差復号部 1 0 2 3 で復号され、1 次から M 次までの量子化 P A R C O R 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) と、予測残差 $e(n)$ ($n=1, \dots, N$) とが生成される。1 次から M 次までの量子化 P A R C O R 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) は、線形予測係数変換部 1 0 2 4 に送られる。線形予測係数変換部 1 0 2 4 は、これらを用いて予測次数 M の線形予測フィルタの各線形予測係数 (m) ($m=1, \dots, M$) を算出する。線形予測部 1 0 2 5 は、算出された各線形予測係数 (m) ($m=1, \dots, M$) と過去に加算部 1 0 2 6 から出力された時系列信号 $x(n)$ とを用い、線形予測によって線形予測値 $y(n)$ を生成する。加算部 1 0 2 6 は、線形予測値 $y(n)$ と予測残差 $e(n)$ とを加算して時系列信号 $x(n)$ を生成する(逆予測フィルタ処理)。

10

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 非特許文献 1 】 MatHans, " Lossless Compression of Digital Audio ", IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, July 2001, pp.21-32.

20

【 非特許文献 2 】 ISO/IEC 14496-3 AMENDMENT 2: Audio Lossless Coding (ALS), new audio profiles and BSAC extensions.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、時系列信号の線形予測分析によって得られた P A R C O R 係数の符号化圧縮率を向上させる技術を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明では、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数との相関を利用して P A R C O R 係数に対応する符号を生成する。そして、復号時には、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数との相関を利用して P A R C O R 係数を復号する。

30

【 0 0 1 2 】

符号化時に、入力された時系列信号を線形予測分析することにより、少なくとも、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とをそれぞれ算出し、1 次の P A R C O R 係数の絶対値が予め定められた閾値以上となる場合に、2 次の P A R C O R 係数に対応する符号を生成するための符号化方法として第 1 可変長符号化方法を選択し、1 次の P A R C O R 係数の絶対値が閾値未満となる場合に、2 次の P A R C O R 係数に対応する符号を生成するための符号化方法として第 1 可変長符号化方法と異なる第 2 可変長符号化方法を選択し、選択された符号化方法を用い、2 次の P A R C O R 係数を量子化して得られた 2 次の量子化 P A R C O R 係数を符号化し、2 次の P A R C O R に対応する符号を生成する。そして、復号時に、1 次の P A R C O R 係数に対応する符号の復号値の絶対値を予め定められた閾値と比較し、予め定められた第 1 可変長符号化方法に対応する復号方法によって 2 次の P A R C O R 係数に対応する符号を復号するか、第 1 可変長符号化方法と異なる予め定められた第 2 可変長符号化方法に対応する復号方法によって 2 次の P A R C O R 係数に対応する符号を復号するかを判定する。

40

【 0 0 1 3 】

これにより、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とを互いに独立に符号化する場合に比べ、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とに対応する符号の合計符号量を削減することができる。

50

【発明の効果】

【0014】

以上のように本発明では、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との相関を利用してPARCOR係数の符号化を行うこととしたため、時系列信号の線形予測分析によって得られたPARCOR係数の符号化圧縮率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】従来の可逆圧縮符号化方式の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図2】図1の符号化装置で生成された符号を復号する復号装置の機能構成を説明するためのブロック図。 10

【図3】図1の符号化装置において1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数が符号化される様子を説明するための図。

【図4】音響信号を線形予測分析して得られた1次のPARCOR係数 $K(1)$ と2次のPARCOR係数 $K(2)$ との関係をプロットしたグラフ。

【図5】図5(A)は、音響信号を線形予測分析して得られた1次のPARCOR係数 $k(1)$ と2次のPARCOR係数 $k(2)$ との比 $k(2)/k(1)$ の頻度を例示するグラフである。図5(B)は、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の大きさに応じ、2次のPARCOR係数 $k(2)$ の出現確率分布が変化することを説明するためのグラフである。

【図6】2次のPARCOR係数 $k(2)$ の頻度と、関係式 $k(2)=a \cdot k(1)+b$ ($a=-0.75$)を満たす $-b$ の頻度とを例示したグラフ。 20

【図7】第1実施形態の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図8】図8(A)は、図7に示した非線形量子化部及びパラメータ算出部の詳細を説明するためのブロック図であり、図8(B)は、図7に示した係数符号化部の詳細を説明するためのブロック図である。

【図9】第1実施形態の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図10】図10(A)は、図9に示した係数復号部の詳細を説明するためのブロック図であり、図10(B)は、図9に示したPARCOR係数算出部の詳細を説明するためのブロック図である。

【図11】第1実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。 30

【図12】第1実施形態の復号方法を説明するためのフローチャート。

【図13】1次のPARCOR係数の非線形量子化方法を例示して説明するためのグラフ。

【図14】2次のPARCOR係数の非線形量子化方法を例示して説明するためのグラフ。

【図15】図15(A)は、第2実施形態の非線形量子化部及びパラメータ算出部の詳細を説明するためのブロック図であり、図15(B)は、第2実施形態のPARCOR係数算出部の詳細を説明するためのブロック図である。

【図16】第2実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図17】第2実施形態の復号方法を説明するためのフローチャート。 40

【図18】第3実施形態の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図19】第3実施形態の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図20】図20(A)は、図18に示した非線形量子化部及びパラメータ算出部の詳細を説明するためのブロック図であり、図20(B)は、図19に示したPARCOR係数算出部の詳細を説明するためのブロック図である。

【図21】第3実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図22】第3実施形態の復号方法を説明するためのフローチャート。

【図23】第3実施形態の変形例2における符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図24】第4実施形態の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図。 50

【図25】図24に示した非線形量子化部、パラメータ算出部、及び選択部の詳細を説明するためのブロック図。

【図26】第4実施形態の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図27】図26に示したPARCOR係数算出部の詳細を説明するためのブロック図。

【図28】第4実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図29】第4実施形態の復号方法を説明するためのフローチャート。

【図30】第4実施形態の変形例1における符号化装置の非線形量子化部、選択部及びパラメータ算出部の詳細を説明するためのブロック図。

【図31】第4実施形態の変形例1における復号装置のPARCOR係数算出部の詳細を説明するためのブロック図。

10

【図32】第4実施形態の変形例1の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図33】第4実施形態の変形例1の復号方法を説明するためのフローチャート。

【図34】第5実施形態の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図35】図34に示した量子化方法選択部、量子化部及び符号化方法選択部の詳細を説明するためのブロック図。

【図36】図34に示した係数符号化部の詳細を説明するためのブロック図。

【図37】第5実施形態の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図。

【図38】図37に示した係数復号部の詳細を説明するためのブロック図。

【図39】第5実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図40】第5実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

20

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

以下では、本発明の原理を説明した後、各実施形態の説明を行っていく。

【0017】

〔原理〕

<PARCOR係数の相関>

線形予測モデルを特定するパラメータとしてPARCOR係数をみた場合、本来、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とは相関を持たない。しかし、音響信号、映像信号、生体信号、地震波信号、センサーアレイ信号などの時系列信号の線形予測分析を行った場合、それらの信号の特徴から、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との間に相関関係が存在することが多い(未公開)。

30

【0018】

例えば、音響信号を線形予測分析した場合、1次のPARCOR係数は1付近となることが多く、その場合、2次のPARCOR係数は-1付近となることが多い。また、音響信号が白色雑音に近く、自己相関関数の1次値(=1次のPARCOR係数)が0に近い場合には、2次のPARCOR係数も0に近い場合が多い。

【0019】

図4は、音響信号を線形予測分析して得られた1次のPARCOR係数 $k(1)$ と2次のPARCOR係数 $k(2)$ との関係をプロットしたグラフである。ここで、横軸は1次のPARCOR係数 $k(1)$ を示し、縦軸は2次のPARCOR係数 $k(2)$ を示す。このグラフに示すように、1次のPARCOR係数 $k(1)$ は1付近となり、2次のPARCOR係数 $k(2)$ は-1付近となることが多い。特に、1次のPARCOR係数 $k(1)$ や2次のPARCOR係数 $k(2)$ の絶対値が1に近い領域で、1次のPARCOR係数 $k(1)$ と2次のPARCOR係数 $k(2)$ との間の相関が強い。

40

【0020】

また、図5(A)は、音響信号を線形予測分析して得られた1次のPARCOR係数 $k(1)$ と2次のPARCOR係数 $k(2)$ との比 $k(2)/k(1)$ の頻度を例示するグラフである。ここで、横軸は比 $k(2)/k(1)$ を示し、縦軸は頻度を示す。このグラフからも、1次のPARCOR係数 $k(1)$ と2次のPARCOR係数 $k(2)$ とは符号が逆になる傾向が高く、かつ、1次

50

に対応する復号値とを生成し、(V)パラメータと1次のPARCOR係数に対応する復号値とを用い、2次のPARCOR係数の復元値を算出するか、又は、パラメータと2次のPARCOR係数に対応する復号値とを用い、1次のPARCOR係数の復元値を算出する。

【0026】

これにより、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とを互いに独立に符号化する場合に比べ、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とに対応する符号の合計符号量を削減できる。

【0027】

また、本態様の方式は、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との相関が大きいほどパラメータの絶対値が特定の値に近づき、そのパラメータの分散が1次のPARCOR係数の分散又は2次のPARCOR係数の分散よりも小さくなるような場合に、特に顕著な効果を奏する。この場合、可変長符号化方法を用いて当該パラメータに対応する符号が生成されることが望ましい。また、この可変長符号化方法は、以下の条件を満たすことが望ましい。

【0028】

《条件》第1符号化対象の絶対値が第2符号化対象の絶対値よりも特定の値に近い場合に、第1頻度が第2頻度よりも高い。

【0029】

第1頻度：第1符号化対象に第2符号化対象の符号よりも短い符号長の符号が割り当てられる頻度。すなわち、第1符号化対象に割り当てられる符号の符号長が、第2符号化対象に割り当てられる符号の符号長よりも短くなる頻度。

【0030】

第2頻度：第1符号化対象に第2符号化対象の符号よりも長い符号長の符号が割り当てられる頻度。すなわち、第1符号化対象に割り当てられる符号の符号長が、第2符号化対象に割り当てられる符号の符号長よりも長くなる頻度。

【0031】

また、上述した1次のPARCOR係数に応じて定まる値と2次のPARCOR係数に応じて定まる値との間に成り立つ関係式は、例えば、以下の関係式(A)又は(B)である。

【0032】

《関係式(A)》予め定められた重み係数に1次のPARCOR係数に応じて定まる値を乗じた第1乗算値と、第1変数値と、の和によって2次のPARCOR係数に応じて定まる値を表現可能な等式。例えば、

第1乗算値 + 第1変数値 = 2次のPARCOR係数に応じて定まる値、
となる等式。ただし、第1乗算値 = 予め定められた重み係数 × 1次のPARCOR係数に応じて定まる値、である。

【0033】

《関係式(B)》予め定められた重み係数に2次のPARCOR係数に応じて定まる値を乗じた第2乗算値と、第2変数値と、の和によって1次のPARCOR係数に応じて定まる値を表現可能な等式。例えば、

第2乗算値 + 第2変数値 = 2次のPARCOR係数に応じて定まる値、
となる等式。ただし、第2乗算値 = 予め定められた重み係数 × 2次のPARCOR係数に応じて定まる値、である。

【0034】

また、上述のパラメータは、例えば、以下のパラメータ(A)又は(B)である。

《パラメータ(A)》関係式(A)を満たす第1変数値に応じて定まる値。

《パラメータ(B)》関係式(B)を満たす第2変数値に応じて定まる値。

【0035】

さらに、上述の関係式(A)、(B)、及び、パラメータ(A)、(B)は、例えば、以下の関係(A)又は(B)を満たす。

【 0 0 3 6 】

《関係 (A) 》 1 次 の P A R C O R 係数 に 応 じ て 定 ま る 値 が、少 なく と も、正 の 1 次 の P A R C O R 係 数 の 増 加 に 対 し て 広 義 単 調 増 加 (単 調 非 減 少) す る 値 で 有 る。な お か つ、2 次 の P A R C O R 係 数 に 応 じ て 定 ま る 値 が、少 なく と も、負 の 2 次 の P A R C O R 係 数 の 増 加 に 対 し て 広 義 単 調 増 加 す る 値 で 有 る。な お か つ、パ ラ メー タ の 絶 対 値 が、前 述 の 関 係 式 (A) を 満 た す 第 1 変 数 値 に 対 し て、広 義 単 調 増 加 す る。

【 0 0 3 7 】

《関係 (B) 》 1 次 の P A R C O R 係数 に 応 じ て 定 ま る 値 が、少 なく と も、正 の 1 次 の P A R C O R 係 数 の 増 加 に 対 し て 広 義 単 調 減 少 (単 調 非 増 加) す る 値 で 有 る。な お か つ、2 次 の P A R C O R 係 数 に 応 じ て 定 ま る 値 が、少 なく と も、負 の 2 次 の P A R C O R 係 数 の 増 加 に 対 し て 広 義 単 調 減 少 す る 値 で 有 る。な お か つ、パ ラ メー タ の 絶 対 値 が、前 述 の 関 係 式 (B) を 満 た す 第 2 変 数 値 の 増 加 に 対 し て、広 義 単 調 増 加 す る。

【 0 0 3 8 】

な お、或 る 区 間 で の 値 の 増 加 に 対 し て 広 義 単 調 増 加 す る 値 を $f ()$ と 表 現 し た 場 合、当 該 区 間 に 属 す る 任 意 の x_1 x_2 に 対 し て $f (x_1) > f (x_2)$ の 関 係 が 成 り 立 つ。ま た、或 る 区 間 で の 値 の 増 加 に 対 し て 広 義 単 調 減 少 す る 値 を $g ()$ と 表 現 し た 場 合、当 該 区 間 に 属 す る 任 意 の x_1 x_2 に 対 し て $g (x_1) > g (x_2)$ の 関 係 が 成 り 立 つ。前 述 の よう に、1 次 の P A R C O R 係 数 と 2 次 の P A R C O R 係 数 と は 互 い に 正 ・ 負 が 逆 に な る 傾 向 に 有 る (図 5 (A) 参 照)。そ の た め、上 記 の 関 係 (A) 又 は (B) を 満 た し、な お か つ、上 記 の 関 係 式 (A) 又 は (B) の 予 め 定 め ら れ た 重 み 係 数 が 負 の 場 合 に は、1 次 の P A R C O R 係 数 と 2 次 の P A R C O R 係 数 と の 相 関 が 大 き い ほど パ ラ メー タ の 絶 対 値 は 0 に 近 づ き、そ の パ ラ メー タ の 分 散 は、1 次 の P A R C O R 係 数 の 分 散 又 は 2 次 の P A R C O R 係 数 の 分 散 よ り も 小 さ く な る。こ の 場 合、例 え ば、以 下 の 条 件 を 満 た す 可 変 長 符 号 化 方 法 に よ っ て、こ の よう な パ ラ メー タ を 符 号 化 す る こ と が 望 ま し い。

【 0 0 3 9 】

《条件》第 1 符 号 化 対 象 の 絶 対 値 が 第 2 符 号 化 対 象 の 絶 対 値 よ り も 0 に 近 い 場 合 に、第 1 頻 度 が 第 2 頻 度 よ り も 高 い。

第 1 頻 度：第 1 符 号 化 対 象 に 第 2 符 号 化 対 象 の 符 号 よ り も 短 い 符 号 長 の 符 号 が 割 り 当 て ら れ る 頻 度。

第 2 頻 度：第 1 符 号 化 対 象 に 第 2 符 号 化 対 象 の 符 号 よ り も 長 い 符 号 長 の 符 号 が 割 り 当 て ら れ る 頻 度。

【 0 0 4 0 】

な お、こ の よう な 可 変 長 符 号 化 方 法 と し て は、ラ イ ス 符 号 (Rice code) (「 ゴ ロ ム ラ イ ス 符 号 (Golomb-Rice code) 」 と 呼 ば れ る 場 合 も 有 る)、ゴ ロ ム 符 号 (Golomb code)、一 進 法 符 号 (Unary code) (「 ア ル フ ァ 符 号 」 と 呼 ば れ る 場 合 も 有 る)、ハ フ マ ン 符 号 (Huffman code) 等 を 例 示 で き る。

【 0 0 4 1 】

ま た、前 述 し た よう に、P A R C O R 係 数 は - 1 以 上 + 1 以 下 の 値 を と る。さ ら に、1 次 の P A R C O R 係 数 と 2 次 の P A R C O R 係 数 と の 相 関 は、1 次 の P A R C O R 係 数 や 2 次 の P A R C O R 係 数 の 絶 対 値 が 1 に 近 い ほど 大 き く、そ れ ら が 0 に 近 い ほど 小 さ く な る。そ の た め、1 次 の P A R C O R 係 数 の 絶 対 値 が 予 め 定 め ら れ た 閾 値 (閾 値 は 0 以 上 + 1 以 下 の 値) 以 上 と な る 場 合 に、上 述 の 1 次 の P A R C O R 係 数 と 2 次 の P A R C O R 係 数 と の 相 関 を 利 用 し た 符 号 化 方 法 を 実 行 し、P A R C O R 係 数 が 予 め 定 め ら れ た 閾 値 未 満 と な る 場 合 に、1 次 の P A R C O R 係 数 と 2 次 の P A R C O R 係 数 と を 互 い に 独 立 に 符 号 化 し て も よ い。ま た、1 次 の P A R C O R 係 数 の 絶 対 値 が 予 め 定 め ら れ た 閾 値 以 上 で 有 る か 否 か で は な く、2 次 の P A R C O R 係 数 の 絶 対 値 が 予 め 定 め ら れ た 閾 値 以 上 で 有 る か 否 か を 判 定 し、符 号 化 方 法 を 決 定 し て も よ い。す な わ ち、2 次 の P A R C O R 係 数 の 絶 対 値 が 予 め 定 め ら れ た 閾 値 (閾 値 は 0 以 上 + 1 以 下 の 値) 以 上 と な る 場 合 に、上 述 の 1 次 の P A R C O R 係 数 と 2 次 の P A R C O R 係 数 と の 相 関 を 利 用 し た 符 号 化 方 法 を 実 行 し、P A R C O R 係 数 が 予 め 定 め ら れ た 閾 値 未 満 と な る 場 合 に、1 次 の P A R C O R 係 数 と 2 次 の

P A R C O R 係数とを互いに独立に符号化してもよい。

【 0 0 4 2 】

なお、閾値判定は、量子化前の領域で行われてもよいし、量子化後の領域で行われてもよい。また、量子化後の領域とは、量子化値の領域、又は、量子化値に付されたインデックスの領域を意味する。また、量子化前の領域と量子化後の領域とで値の大小関係が反転する場合、量子化前の領域と量子化後の領域とで閾値判定における大小関係が反転する。量子化前後で閾値判定における大小関係が反転した場合、 $A = T$ の場合に「処理 1」を行い、 $A < T$ の場合に「処理 2」を行うという処理は、 $A' = T'$ の場合に「処理 1」を行い、 $A' > T'$ の場合に「処理 2」を行うという処理となる。なお、 A, T は量子化前の領域の値であり、 A', T' はそれに対する量子化後の領域の値である。このことは復号時における閾値判定でも同様である（以下同様）。

10

【 0 0 4 3 】

例えば、符号化装置が、1 次の P A R C O R 係数の絶対値が予め定められた第 1 閾値以上となる場合に上述のステップ(II)及び(III)を実行し、1 次の P A R C O R 係数の絶対値が第 1 閾値未満となる場合に、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とを含む情報に対応する符号を生成してもよい。また、符号化装置が、2 次の P A R C O R 係数の絶対値が予め定められた第 1 閾値以上となる場合に上述のステップ(II)及び(III)を実行し、2 次の P A R C O R 係数の絶対値が第 1 閾値未満となる場合に、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とを含む情報に対応する符号を生成してもよい。

【 0 0 4 4 】

20

また、復号装置が、1 次又は 2 次の P A R C O R 係数の絶対値の大きさを指標として、復号方法を特定してもよい。すなわち、復号装置で実行されるステップ(V)が、以下のステップ(V-a)又は(V-b)を含んでもよい。

【 0 0 4 5 】

《ステップ(V-a)》1 次の P A R C O R 係数に対応する復号値の絶対値と、予め定められた第 2 閾値とを比較する。その比較結果から、パラメータと 1 次の P A R C O R 係数に対応する復号値とを用いて 2 次の P A R C O R 係数の復元値を算出するか否かを判定する。

《ステップ(V-b)》2 次の P A R C O R 係数に対応する復号値の絶対値を予め定められた第 2 閾値以上と比較する。その比較結果から、パラメータと 2 次の P A R C O R 係数に対応する復号値とを用いて 1 次の P A R C O R 係数の復元値を算出するか否かを判定する。

30

【 0 0 4 6 】

このような場合には、復号方法を特定するための付加ビットを符号に含める必要がない。そのため、符号の符号長を短縮できる。

【 0 0 4 7 】

[第 2 態様]

第 2 態様の符号化装置は、(VI)入力された時系列信号を線形予測分析することにより、少なくとも、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とをそれぞれ算出し、(VII) 1 次の P A R C O R 係数の絶対値が予め定められた閾値以上となる場合に、2 次の P A R C O R 係数に対応する符号を生成するための符号化方法として第 1 可変長符号化方法を選択し、1 次の P A R C O R 係数の絶対値が閾値未満となる場合に、2 次の P A R C O R 係数に対応する符号を生成するための符号化方法として第 1 可変長符号化方法と異なる第 2 可変長符号化方法を選択し、(VIII)ステップ(VII)で選択された符号化方法を用い、2 次の P A R C O R 係数を量子化して得られた 2 次の量子化 P A R C O R 係数を符号化し、2 次の P A R C O R に対応する符号を生成する。なお、ステップ(VII)における予め定められた閾値は - 1 以上 1 以下の値であるが、その閾値判定は、量子化前の領域で行われてもよいし、量子化後の領域で行われてもよい。

40

【 0 0 4 8 】

図 5 (B) を用いて説明したように、1 次の P A R C O R 係数の大きさによって、2 次

50

のPARCOR係数の頻度分布が変化する。そのため、1次のPARCOR係数の大きさに従い、2次の量子化PARCOR係数を符号化するための可変長符号化方法を選択することで(ステップ(VII))、2次のPARCOR係数に対応する符号の符号量を削減することができる。

【0049】

例えば、図5(B)の例で、1次のインデックスが0,1,2であった場合には、以下の第1可変長符号化方法(A)を用いて2次のインデックスを符号化する。一方、1次のインデックスが10,11,12であった場合には、以下の第2可変長符号化方法(B)を用いて2次のインデックスを符号化する。

【0050】

《第1可変長符号化方法(A)》第1符号化対象が第2符号化対象よりも5又は6に近い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い可変長符号化方法。すなわち、第1符号化対象の値と5又は6との距離が、第2符号化対象の値と5又は6との距離よりも短い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い可変長符号化方法。

【0051】

第3頻度：第1符号化対象に、第2符号化対象の符号よりも短い符号長の符号が割り当てられる頻度。

【0052】

第4頻度：第1符号化対象に、第2符号化対象の符号よりも長い符号長の符号が割り当てられる頻度。

【0053】

《第1可変長符号化方法(B)》第1符号化対象が第2符号化対象よりも7又は8に近い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い可変長符号化方法。すなわち、第1符号化対象の値と7又は8との距離が、第2符号化対象の値と7又は8との距離よりも短い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い可変長符号化方法。

【0054】

なお、このような可変長符号化方法の一例は、ライス符号化方法やハフマン符号化方法である。これにより、常に以下の可変長符号化方法(C)を用いて2次のインデックスを符号化する場合よりも、符号量を削減できる。

【0055】

《可変長符号化方法(C)》第1符号化対象が第2符号化対象よりも6又は7に近い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い可変長符号化方法。すなわち、第1符号化対象の値と6又は7との距離が、第2符号化対象の値と6又は7との距離よりも短い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い可変長符号化方法。

【0056】

これを一般化すると、ステップ(VII)で選択される第1可変長符号化方法は、第1符号化対象の絶対値が第2符号化対象の絶対値よりも予め定められた第1値に近い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い符号化方法である。すなわち、第1可変長符号化方法は、第1符号化対象の値と第1値との距離が、第2符号化対象の値と第1値との距離よりも短い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い符号化方法である。

【0057】

一方、第2可変長符号化方法は、第1符号化対象の絶対値が第2符号化対象の絶対値よりも予め定められた第2値に近い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い符号化方法である。すなわち、第2可変長符号化方法は、第1符号化対象の値と第2値との距離が、第2符号化対象の値と第2値との距離よりも短い場合に、第3頻度が第4頻度よりも高い符号化方法である。

【0058】

そして、2次のPARCOR係数の絶対値が1に近いほど2次のPARCOR係数に対応する2次の量子化PARCOR係数が大きい場合には、第1値は第2値よりも大きい。また、2次のPARCOR係数の絶対値が1に近いほど2次のPARCOR係数に対応す

10

20

30

40

50

る 2 次の量子化 P A R C O R 係数が小さい場合には、前記第 1 値は前記第 2 値よりも小さい。

【 0 0 5 9 】

また、前述のように 1 次の P A R C O R 係数の絶対値が大きく 1 に近いときには、2 次の P A R C O R 係数の絶対値も大きくなる傾向がある。さらに、P A R C O R 係数はその絶対値が 1 に近いほど量子化誤差が線形予測結果にもたらす影響が大きい。そこで、好ましくは、1 次の P A R C O R 係数の絶対値の大きさに従い、2 次の P A R C O R 係数を量子化する際の量子化ステップサイズ（「インターバルサイズ (interval size)」と呼ぶ場合もある）を変化させる。例えば、ステップ(VI)と(VII)との間に、1 次の P A R C O R 係数の絶対値が予め定められた第 2 閾値以上となる場合に予め定められた第 1 量子化方法を選択し、1 次の P A R C O R 係数の絶対値が予め定められた第 2 閾値未満となる場合に第 1 量子化方法よりも量子化ステップサイズが大きい予め定められた第 2 量子化方法を選択し、選択した量子化方法によって 2 次の P A R C O R 係数を量子化し、2 次の P A R C O R 係数の量子化値を生成するステップを実行する。これにより、予測残差のエネルギーを効率的に小さくすることができる。すなわち、P A R C O R 係数に対応する符号の符号量の増加量に対する、予測残差のエネルギーの減少量を大きくできる。その結果、符号化効率を向上できる。

10

【 0 0 6 0 】

〔第 1 実施形態〕

次に、本発明の第 1 実施形態を説明する。

20

【 0 0 6 1 】

第 1 実施形態では、上述の〔原理〕の〔第 1 態様〕で説明した枠組みのうち、以下の構成について説明する。ただし、これは本発明を限定するものではない。

【 0 0 6 2 】

・関係式：予め定められた重み係数に 1 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値を乗じた第 1 乗算値と、第 1 変数値と、の和によって 2 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値を表現可能な等式。

・1 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値：1 次の P A R C O R 係数。これは「1 次の P A R C O R 係数の増加に対して広義単調増加する値」である。

・2 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値：2 次の P A R C O R 係数。これは「2 次の P A R C O R 係数の増加に対して広義単調増加する値」である。

30

・パラメータ：上記関係式を満たす第 1 変数値を量子化して得られた第 1 量子化変数値。これは「第 1 変数値に応じて定まる値」であり、当該パラメータの絶対値は、第 1 変数値の増加に対して広義単調増加する。なお、「第 1 量子化変数値」は、第 1 変数値の量子化値そのものであってもよいし、当該第 1 変数値の量子化値に付されたインデックスであってもよい（以下同様）。

・ステップ(III)の符号：パラメータと 1 次の P A R C O R 係数とを含む情報に対応する符号。

【 0 0 6 3 】

< 構成 >

40

図 7 は、第 1 実施形態の符号化装置 1 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。図 8 (A) は、図 7 に示した非線形量子化部 1 1 及びパラメータ算出部 1 2 の詳細を説明するためのブロック図であり、図 8 (B) は、図 7 に示した係数符号化部 1 3 の詳細を説明するためのブロック図である。また、図 9 は、第 1 実施形態の復号装置 2 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。図 1 0 (A) は、図 9 に示した係数復号部 2 1 の詳細を説明するためのブロック図であり、図 1 0 (B) は、図 9 に示した P A R C O R 係数算出部 2 2 の詳細を説明するためのブロック図である。なお、これらの図において図 1 や図 2 と同じ構成については、図 1 や図 2 と同じ参照番号を用いる。

【 0 0 6 4 】

図 7 に示すように、本形態の符号化装置 1 0 は、フレームバッファ 1 0 1 1、線形予測

50

分析部 1012、非線形量子化部 11、パラメータ算出部 12、係数符号化部 13、線形予測係数変換部 1015、線形予測部 1016、減算部 1017、残差符号化部 1018、及び合成部 1019を有する。また、図 8 (A) に示すように、本形態のパラメータ算出部 12は、逆量子化部 12a、重み係数乗算部 12b、減算部 12c 及びパラメータ量子化部 12d を有する。また、図 8 (B) に示すように、本形態の係数符号化部 13は、PARCOR 係数符号化部 13a 及びパラメータ符号化部 13b を有する。また、図 9 に示すように、本形態の復号装置 20は、分離部 1021、係数復号部 21、PARCOR 係数算出部 22、線形予測係数変換部 23、残差復号部 1023、線形予測部 1025、及び加算部 1026 を有する。また、図 10 (A) に示すように、本形態の係数復号部 21は、PARCOR 係数復号部 21a、及びパラメータ復号部 21b を有する。また、図 10 (B) に示すように、本形態の PARCOR 係数算出部 22は、逆量子化部 22a、22c、重み係数乗算部 22b、及び加算部 22d を有する。

10

【0065】

なお、本形態の符号化装置 10 や復号装置 20 は、例えば、CPU (central processing unit)、RAM (random-access memory)、ROM (read-only memory) 等を備えた公知のコンピュータ又は専用のコンピュータに所定のプログラムが読み込まれ、CPU がそれを実行することによって構成された特別な装置である。すなわち、符号化装置 10 のフレームバッファ 1011 は、例えば、RAM、キャッシュメモリ、レジスタ等のメモリであり、線形予測分析部 1012、非線形量子化部 11、パラメータ算出部 12、係数符号化部 13、線形予測係数変換部 1015、線形予測部 1016、減算部 1017、残差符号化部 1018、及び合成部 1019 は、例えば、CPU が所定のプログラムを実行することで構築される処理部である。また、復号装置 20 の分離部 1021、係数復号部 21、PARCOR 係数算出部 22、線形予測係数変換部 23、残差復号部 1023、線形予測部 1025、及び加算部 1026 は、例えば、CPU が所定のプログラムを実行することで構築される処理部である。また、これらの処理部の少なくとも一部が集積回路等の電子回路によって構成されてもよい。さらに、必要に応じ、符号化装置 10 や復号装置 20 に、各処理部の処理によって出力されたデータを格納し、各処理部の別の処理時にデータが読み出される一時メモリを設けてもよい。また、このような各処理部の実現方法は、以下の各実施形態やその変形例でも同様である。

20

【0066】

< 符号化方法 >

図 11 は、第 1 実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、図 11 を用いて本形態の符号化方法を説明する。なお、以下では 1 フレーム分の処理のみを説明するが、実際は同様な処理が各フレームについて実行される。

30

【0067】

符号化装置 10 (図 7) のフレームバッファ 1011 には、標本化・量子化された PCM 形式の時系列信号 $x(n)$ が入力される。これらの時系列信号 $x(n)$ は、線形量子化 (「一様量子化」と呼ぶ場合もある) されたものであってもよいし、圧伸量子化 (例えば、ITU-T Recommendation G.711, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies" 参照) のような非線形量子化 (「非一様量子化」と呼ぶ場合もある) されたものであってもよい。また、時系列信号 $x(n)$ が PCM 形式の信号ではなく、量子化されていない信号であってもよい。フレームバッファ 1011 は、1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) をバッファし、符号化装置 10 は、フレーム毎に時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) を符号化する。

40

【0068】

1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) は線形予測分析部 1012 に送られ、線形予測分析部 1012 は、線形予測分析によって 1 次から M 次までの PARCOR 係数 $k(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) を算出する (ステップ S10)。なお、線形予測分析部 1012 は、時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) をそのまま線形予測分析する構成であってよいし、非線形量子化されて入力された時系列信号 $x(n)$ を線形量子化や他の非線形量子化にマッピングしてから線形予測分析を行う構成であってよい。また、予測次数 M は正の整数であるが、

50

その値は固定値であってもよいし、M D L原理 (Minimum Description Length Principle) 等に基づいて最適な値が定められてもよい。ただ、本発明の手法を利用できるのは予測次数Mが2以上の場合であるため、本形態では予測次数Mが2以上の場合のみを説明する。すなわち、ステップS10は、入力された時系列信号 $x(n)$ ($n=1, \dots, N$) を線形予測分析することにより、少なくとも、1次のPARCOR係数 $k(1)$ と2次のPARCOR係数 $k(2)$ とをそれぞれ算出するステップである。なお、符号化装置10が予測次数M=1を選択することがある場合には、予測次数M=2となったときにだけ本形態の方法を適用すればよい。また、PARCOR係数の算出は、レビンソン-ダービン (Levinson-Durbin) 法やバーグ (Burg) 法などの逐次的方法によって行われてもよいし、自己相関法や共分散法のように予測次数Mごとに連立方程式 (予測残差を最小にする線形予測係数を解とする連立方程式) を解くことによって行われてもよい。また、PARCOR係数 $k(m)$ は-1以上1以下の値をとるが、コンピュータ等を利用した演算装置で無限桁の演算を行うことはできないため、実際は例えば-32768から+32767までの整数で表現可能な範囲にPARCOR係数 $k(m)$ をマッピングしたものをを用いて処理を行うこともある。

【0069】

算出された1次からM次までのPARCOR係数 $k(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) は、非線形量子化部11に送られ、量子化されて1次からM次までの量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) が生成される (ステップS20)。なお、「量子化PARCOR係数」は、PARCOR係数の量子化値そのものであってもよいし、当該PARCOR係数の量子化値に付されたインデックスであってもよい。また、「量子化PARCOR係数」は、PARCOR係数の値の増加に対して広義単調増加するものであってもよいし、PARCOR係数の値の増加に対して広義単調減少するものであってもよい。また、「量子化PARCOR係数」は、PARCOR係数の絶対値の増加に対して広義単調増加するものであってもよいし、PARCOR係数の絶対値の増加に対して広義単調減少するものであってもよい。また、PARCOR係数の絶対値が1に近いほど、PARCOR係数の量子化誤差が線形予測結果にもたらす影響が大きい。そのため、PARCOR係数の絶対値が1に近いほど量子化ステップサイズを小さくする非線形量子化を行うことが望ましい。

【0070】

図13は、1次のPARCOR係数の非線形量子化方法を例示して説明するためのグラフであり、図14は、2次のPARCOR係数の非線形量子化方法を例示して説明するためのグラフである。ここで、これらのグラフの横軸は線形予測分析部1012で生成されたPARCOR係数を示し、縦軸はPARCOR係数の量子化値に付されたインデックスを示す。例えば、1次のPARCOR係数 $k(1)$ は1付近の値をとることが多いため、図13に例示するように、1次のPARCOR係数 $k(1)$ が1に近いほど量子化ステップサイズを小さくする非線形量子化を行う。図13の例では、PARCOR係数 $k(1)$ のとり得る範囲 (-1から1) が3つの領域 (-1から p_2 の領域、 p_2 から p_6 の領域、 p_6 から1の領域) に分けられ、領域毎に量子化ステップサイズが異なる。また、2次のPARCOR係数 $k(2)$ は-1付近の値をとることが多いため、図14に例示するように、2次のPARCOR係数 $k(2)$ が-1に近いほど量子化ステップサイズを小さくする非線形量子化を行う。図14に例示した非線形量子化を示すグラフは、図13に例示した非線形量子化を示すグラフの横軸の正負を反転させたものとなっている。

【0071】

なお、ここでは1次と2次のPARCOR係数を非線形量子化する場合を例示したが、これらを線形量子化する構成であってもよい。また、3次以上のPARCOR係数の量子化も、線形量子化であっても非線形量子化であってもよい。また、PARCOR係数の量子化値は、そのPARCOR係数の増加に対して広義単調増加するものであってもよいし、広義単調減少するものであってもよい。さらに、必ずしも各次数のPARCOR係数を同一の量子化方法で量子化する必要はなく、次数間で量子化方法が相違する構成でもよく、次数間で量子化ビット数が異なってもよい。

【0072】

10

20

30

40

50

次に、パラメータ算出部 1 2 が、ステップ 1 0 で算出された 1 次の P A R C O R 係数 k(1) に応じて定まる値と、2 次の P A R C O R 係数 k(2) に応じて定まる値と、の間に成り立つ関係式、に応じて定まるパラメータを算出する (ステップ S 3 0)。

【 0 0 7 3 】

[ステップ S 3 0 の詳細]

ステップ S 3 0 では、まず、パラメータ算出部 1 2 (図 8 (A)) の逆量子化部 1 2 a が、非線形量子化部 1 1 から出力された 1 次の量子化 P A R C O R 係数 i(1) を逆量子化し、1 次の P A R C O R 係数 k'(1) (「 1 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値 」 に相当) を生成する (ステップ S 3 1) 。なお、量子化 P A R C O R 係数 i(m) を逆量子化する処理は、量子化 P A R C O R 係数 i(m) に対応する P A R C O R 係数 k(m) の範囲のうちの予め 10 定めた何れかの値 k'(m) を求める処理である。例えば、 1 k(m) < 2 の P A R C O R 係数 k(m) に対応する量子化 P A R C O R 係数が i(m) である場合、量子化 P A R C O R 係数 i(m) を逆量子化した P A R C O R 係数 k'(m) の例は 1 と 2 の平均値である。

【 0 0 7 4 】

次に、重み係数乗算部 1 2 b と減算部 1 2 c とにより、線形予測分析部 1 0 1 2 から出力された 2 次の P A R C O R 係数 k(2) (「 2 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値 」 に相当) と、予め定められた重み係数 a と、逆量子化によって得られた 1 次の P A R C O R 係数 k'(1) とを用い、重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) を算出する (ステップ S 3 2) 。この例では、重み係数乗算部 1 2 b が、予め定められた重み係数 a に 1 次の P A R C O R 係数 k'(1) を乗じた第 1 乗算値 a · k'(1) を算出し、減算部 1 2 c が 2 次の P A R C O R 係数 k(2) から第 1 乗算値 a · k'(1) を減することで重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) を算出する。 20 しかし、k(2) を初期値として k'(1) を減算する処理を a 回繰り返して重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) を算出するなど、その他の方法で重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) を求めてもよい。なお、重み係数 a は正であっても負であってもよいが、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とに相関がある場合、それらの正 · 負は逆になる傾向があるため (図 5 (A) 参照) 、重み係数 a は負の値であることが望ましい。これにより、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数とに相関があるほど、重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) の値は、0 に近づく。また、重み係数 a の具体例としては - 0 . 8 を例示できる。

【 0 0 7 5 】

次に、パラメータ量子化部 1 2 d が、ステップ S 3 2 で算出された重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) を量子化してパラメータ b を生成し、当該パラメータ b を出力する (ステップ S 3 3) 。なお、パラメータ量子化部 1 2 d によって行われる量子化は、線形量子化であってもよいし、非線形量子化であってもよい。また、この例のパラメータ b は、重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) の量子化値そのものであってもよいし、その量子化値に付されたインデックスであってもよい。また、パラメータ b の絶対値は、対応する重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) の増加に対して広義単調増加する。このパラメータ b は、対応する重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) に対して広義単調増加するものであってもよいし、広義単調減少するものであってもよいし、対応する重みつき差分値 k(2) - a · k'(1) の絶対値の増加に対して広義単調増加するものであってもよいし、広義単調減少するものであってもよい ([ステップ S 3 0 の詳細] の説明終わり) 。 40

【 0 0 7 6 】

次に、係数符号化部 1 3 (図 8 (B)) が、パラメータ b に対応するパラメータ符号 C_b と、1 次から M 次 (2 次を除く) までの量子化 P A R C O R 係数 i(m') (m'=1,3,...,M) に対応する係数符号 C_k とを生成し、パラメータ b と 1 次の P A R C O R 係数 k(1) とを含む情報 b , k(m') (m'=1,3,...,M) に対応するパラメータ符号 C_b , 係数符号 C_k を生成する (ステップ S 4 0) 。本形態では、パラメータ符号化部 1 3 b が、パラメータ算出部 1 2 から出力されたパラメータ b に対応するパラメータ符号 C_b を生成し、P A R C O R 係数符号化部 1 3 a が、非線形量子化部 1 1 から出力された 1 次から M 次 (2 次を除く) までの各量子化 P A R C O R 係数 i(m') (m'=1,3,...,M) に対応する係数符号 C_k をそれぞれ生成する。ここで、パラメータ b の符号化は、例えば、ライス符号化やエントロピー符号化によって 50

行われる。特に、パラメータ b が0付近に偏る場合には、符号化対象が0に近いほど短い符号長の符号を割り当てる可変長符号化方法(ライス符号化等)を用いることが圧縮率向上の面から望ましい。また、各量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)の符号化は、例えば、エントロピー符号化によって行われる。各量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)の符号化は、各量子化PARCOR係数 $i(m')$ をそれぞれ別個の符号化対象として行われてもよいし、すべての量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)を1つの符号化対象として行われてもよい。

【0077】

ステップS20で生成された1次からM次までの量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)は、線形予測係数変換部1015(図7)にも送られる。線形予測係数変換部1015は、これらを用いて予測次数Mの線形予測フィルタの各線形予測係数 (m) ($m=1,2,\dots,M$)を算出する(ステップS50)。この算出は、例えば、量子化PARCOR係数 $i(m)$ を逆量子化した後、レビンソン(Levinson)アルゴリズムの一部を適用して行う。

【0078】

線形予測部1016及び減算部1017は、1フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=1,\dots,N$)と各線形予測係数 (m) ($m=1,2,\dots,M$)とを用い、予測フィルタ処理によって予測残差 $e(n)$ ($n=1,\dots,N$)を算出する(ステップS60)。なお、線形予測部1016や減算部1017は、例えば、時系列信号 $x(n)$ ($n=1,\dots,N$)をそのまま用いて予測フィルタ処理を行う。しかし、時系列信号 $x(n)$ ($n=1,\dots,N$)が非線形量子化された信号である場合には、線形予測部1016や減算部1017が、時系列信号 $x(n)$ ($n=1,\dots,N$)を線形量子化領域や他の非線形量子領域にマッピングしてから予測フィルタ処理を行ってもよいし、線形予測値 $y(n)$ を非線形量子領域にマッピングしてからから予測フィルタ処理を行ってもよい。

【0079】

算出された予測残差 $e(n)$ ($n=1,\dots,N$)は残差符号化部1018に送られ、そこでエントロピー符号化され、予測残差 $e(n)$ ($n=1,\dots,N$)に対応する残差符号 C_e が生成される(ステップS70)。なお、残差符号化部1018は、各予測残差 $e(n)$ ($n=1,\dots,N$)をそれぞれ別個の符号化対象としてエントロピー符号化を行ってもよいし、すべての各予測残差 $e(n)$ ($n=1,\dots,N$)を1つの符号化対象としてエントロピー符号化を行ってもよい。係数符号化部13で生成されたパラメータ符号 C_b 、係数符号 C_k と、残差符号化部1018で生成された残差符号 C_e は、合成部1019に送られ、そこで合成されて符号 C_g が生成される(ステップS80)。そして、符号化装置10は、生成した符号 C_g を出力する。

【0080】

<復号方法>

図12は、第1実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、図12を用いて本形態の復号方法を説明する。なお、以下では1フレーム分の処理のみを説明するが、実際は同様な処理が各フレームについて実行される。

【0081】

復号装置20(図9)の分離部1021は、復号装置20に入力された符号 C_g を分離し、パラメータ b に対応するパラメータ符号 C_b と、1次からM次(2次を除く)までの量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)に対応する係数符号 C_k と、予測残差 $e(n)$ ($n=1,\dots,N$)に対応する残差符号 C_e とを生成する(ステップS110)。残差復号部1023は、分離部1021から出力された残差符号 C_e を復号し、予測残差 $e(n)$ ($n=1,\dots,N$)を生成する(ステップS120)。また、係数復号部21は、分離部1021から出力されたパラメータ符号 C_b と係数符号 C_k と(パラメータ b と、1次のPARCOR係数 $k(1)$ と、を含む情報に対応する符号 C_b, C_k)を復号し、パラメータ b と量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)とを生成する(ステップS130)。本形態では、係数復号部21(図10(A))のパラメータ復号部21bがパラメータ符号 C_b の復号を行い、PARCOR係数復号部21aが係数符号 C_k の復号を行う。なお、PARCOR係数復号部21aの復号によって得られる1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が「1次のPARCOR係数に

対応する復号値」に相当する。

【0082】

次に、PARCOR係数算出部22が、係数復号部21から出力されたパラメータ b と1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ とを用い、2次のPARCOR係数 $k'(2)$ （「2次のPARCOR係数の復元値」に相当）を算出する（ステップS140）。

【0083】

[ステップS140の詳細]

ステップS140では、逆量子化部22aが、係数復号部21から出力された量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)を逆量子化し、1次から M 次（2次を除く）までのPARCOR係数 $k'(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)を生成する（ステップS141）。また、逆量子化部22cが、係数復号部21から出力されたパラメータ b を逆量子化し、パラメータ b の逆量子化値 b' を生成する（ステップS142）。そして、重み係数乗算部22bと加算部22dとが、逆量子化によって得られた1次のPARCOR係数 $k'(1)$ と、予め定められた重み係数 a と、パラメータ b の逆量子化値 b' とを用い、2次のPARCOR係数 $k'(2)=a \cdot k'(1)+b'$ を生成する（ステップS143）。本形態では、重み係数乗算部22bが、予め定められた重み係数 a に、逆量子化によって得られた1次のPARCOR係数 $k'(1)$ を乗じた第1乗算値 $a \cdot k'(1)$ を生成し、加算部22dが、当該第1乗算値 $a \cdot k'(1)$ とパラメータ b の逆量子化値 b' とを加算することで2次のPARCOR係数 $k'(2)$ を生成する。しかし、逆量子化値 b' を初期値として $k'(1)$ を加算する処理を a 回繰り返して2次のPARCOR係数 $k'(2)=a \cdot k'(1)+b'$ を算出するなど、その他の方法で2次のPARCOR係数 $k'(2)$ を求めてもよい（[ステップS140の詳細]の説明終わり）。

【0084】

逆量子化部22aから出力されたPARCOR係数 $k'(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)と、加算部22dから出力されたPARCOR係数 $k'(2)$ とは、線形予測係数変換部23（図9）に送られる。線形予測係数変換部23は、これらを用いて予測次数 M の線形予測フィルタの各線形予測係数 $\alpha(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)を算出する。線形予測部1025と加算部1026は、線形予測係数変換部23から出力された各線形予測係数 $\alpha(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)と、残差復号部1023から出力された予測残差 $e(n)$ ($n=1,2,\dots,N$)とを用い、逆予測フィルタ処理によって時系列信号 $x(n)$ ($n=1,2,\dots,N$)を生成する（ステップS160）。

【0085】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態を説明する。

【0086】

第2実施形態では、上述の〔原理〕の〔第1態様〕で説明した枠組みのうち、以下の構成について説明する。ただし、これは本発明を限定するものではない。

【0087】

・関係式：予め定められた重み係数に1次のPARCOR係数に応じて定まる値を乗じた第1乗算値と、第1変数値と、の和によって2次のPARCOR係数に応じて定まる値を表現可能な等式。

・1次のPARCOR係数に応じて定まる値：1次のPARCOR係数を量子化して得られた1次の量子化PARCOR係数。

・2次のPARCOR係数に応じて定まる値：2次のPARCOR係数を量子化して得られた2次の量子化PARCOR係数。

・パラメータ：上記関係式を満たす第1変数値。これは「第1変数値に応じて定まる値」であり、当該パラメータの絶対値は、第1変数値の増加に対して広義単調増加する。

・ステップ(III)の符号：パラメータと1次のPARCOR係数とを含む情報に対応する符号。

【0088】

以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する事項については説明を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

< 構成 >

第2実施形態と第1実施形態との構成上の相違点は、符号化装置10のパラメータ算出部と、復号装置20のPARCOR係数算出部である。

【 0 0 9 0 】

図15(A)は、第2実施形態の非線形量子化部11及びパラメータ算出部112の詳細を説明するためのブロック図であり、図15(B)は、第2実施形態のPARCOR係数算出部122の詳細を説明するためのブロック図である。なお、パラメータ算出部112とPARCOR係数算出部122以外の構成は第1実施形態と同じであるため、説明を省略する。

10

【 0 0 9 1 】

図15(A)に示すように、パラメータ算出部112は、重み係数加算部112b、及び減算部112cを有する。また、図15(B)に示すように、PARCOR係数算出部122は、逆量子化部122a、重み係数乗算部122b、及び加算部122cを有する。

【 0 0 9 2 】

< 符号化方法 >

図16は、第2実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、図16を用いて第2実施形態の符号化方法を説明する。

【 0 0 9 3 】

第2実施形態と第1実施形態との相違点は、第2実施形態では、ステップS30(図11)の代わりにステップS230の処理が実行される点である。以下では、ステップS230の処理のみを説明する。

20

【 0 0 9 4 】

ステップS230では、パラメータ算出部112(図15(A))が、1次のPARCOR係数 $k(1)$ に応じて定まる値と2次のPARCOR係数 $k(2)$ に応じて定まる値との間に成り立つ関係式、に応じて定まるパラメータを算出する。具体的には、パラメータ算出部112が、非線形量子化部11から出力された1次及び2次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ 、 $i(2)$ と、予め定められた重み係数 a とを用い、パラメータ $b=i(2) - a \cdot i(1)$ を算出する(ステップS230)。なお、本形態では、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が少なくとも正の1次のPARCOR係数 $k(1)$ の増加に対して広義単調増加する値であるとともに、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ が少なくとも負の2次のPARCOR係数 $k(2)$ の増加に対して広義単調増加する値である。または、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が少なくとも正の1次のPARCOR係数 $k(1)$ の増加に対して広義単調減少する値であるとともに、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ が少なくとも負の2次のPARCOR係数 $k(2)$ の増加に対して広義単調減少する値である。

30

【 0 0 9 5 】

また、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とで量子化ビット数が異なる場合には、スケーリングによってその差を補正できるような重み係数 a を設定する。例えば、1次のPARCOR係数の量子化ビット数が5ビット(32段階)であり、2次のPARCOR係数の量子化ビット数が4ビット(16段階)である場合、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ を1/2したもののスケールと2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ のスケールとが等しくなる。この場合には、1/2に本来の意味での重みを乗じた値を重み係数 a とすることが望ましい。

40

【 0 0 9 6 】

また、この例では、重み係数乗算部212bが、予め定められた重み係数 a に1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ を乗じた第1乗算値 $a \cdot i(1)$ を算出し、減算部112cが2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ から第1乗算値 $a \cdot i(1)$ を減することでパラメータ $b=i(2) - a \cdot i(1)$ を算出する。しかし、 $i(2)$ を初期値として $i(1)$ を減算する処理を a 回繰り返してパラメータ b を算出するなど、その他の方法でパラメータ b を求めてもよい。

50

【 0 0 9 7 】

< 復号方法 >

図 1 7 は、第 2 実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、図 1 7 を用いて第 2 実施形態の復号方法を説明する。

【 0 0 9 8 】

第 2 実施形態と第 1 実施形態との相違点は、第 2 実施形態では、ステップ S 1 4 0 (図 1 2) の代わりにステップ S 3 4 0 の処理が実行される点である。以下では、ステップ S 3 4 0 の処理のみを説明する。

【 0 0 9 9 】

ステップ S 3 4 0 では、PARCOR 係数算出部 1 2 2 (図 1 5 (B)) が、係数復号部 2 1 から出力されたパラメータ b と 1 次量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ とを用い、2 次量子化 PARCOR 係数 $k'(2)$ (「 2 次量子化 PARCOR 係数の復元値 」 に相当) を算出する (ステップ S 3 4 0) 。

10

【 0 1 0 0 】

具体的にはまず、PARCOR 係数算出部 1 2 2 の重み係数乗算部 1 2 2 b と加算部 1 2 2 c とが、係数復号部 2 1 から出力された 1 次量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ (「 1 次量子化 PARCOR 係数に対応する復号値 」 に相当) と、予め定められた重み係数 a と、係数復号部 2 1 から出力されたパラメータ b とを用い、2 次量子化 PARCOR 係数 $i(2) = a \cdot i(1) + b$ を生成する (ステップ S 3 4 1) 。本形態では、重み係数乗算部 1 2 2 b が、予め定められた重み係数 a に、1 次量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ を乗じた第 1 乗算値 $a \cdot i(1)$ を生成し、加算部 1 2 2 d が、当該第 1 乗算値 $a \cdot i(1)$ とパラメータ b とを加算することで 2 次量子化 PARCOR 係数 $i(2)$ を生成する。しかし、パラメータ b を初期値として $i(1)$ を加算する処理を a 回繰り返して 2 次量子化 PARCOR 係数 $i(2)$ を算出するなど、その他の方法で 2 次量子化 PARCOR 係数 $i(2)$ を求めてもよい。

20

【 0 1 0 1 】

次に、逆量子化部 1 2 2 a が、係数復号部 2 1 から出力された量子化 PARCOR 係数 $i(m')$ ($m'=1, 3, \dots, M$) と、加算部 1 2 2 c から出力された量子化 PARCOR 係数 $i(2)$ とからなる、1 次から M 次までの量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) を逆量子化し、1 次から M 次までの PARCOR 係数 $k'(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) を生成する (ステップ S 3 4 2) 。

30

【 0 1 0 2 】

〔 第 3 実施形態 〕

次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。

【 0 1 0 3 】

第 3 実施形態では、上述の〔 原理 〕の〔 第 1 態様 〕で説明した枠組みのうち、以下の構成について説明する。ただし、これは本発明を限定するものではない。

【 0 1 0 4 】

・関係式：予め定められた重み係数に 2 次量子化 PARCOR 係数に応じて定まる値を乗じた第 2 乗算値と、第 2 変数値と、の和によって 1 次量子化 PARCOR 係数に応じて定まる値を表現可能な等式。

40

・1 次量子化 PARCOR 係数に応じて定まる値：1 次量子化 PARCOR 係数。これは「 1 次量子化 PARCOR 係数の増加に対して広義単調増加する値 」である。

・2 次量子化 PARCOR 係数に応じて定まる値：2 次量子化 PARCOR 係数。これは「 2 次量子化 PARCOR 係数の増加に対して広義単調増加する値 」である。

・パラメータ：上記関係式を満たす第 2 変数値を量子化して得られた第 2 量子化変数値。これは「 第 2 変数値に応じて定まる値 」であり、当該パラメータの絶対値は、第 2 変数値の増加に対して広義単調増加する。なお、「 第 2 量子化変数値 」は、第 2 変数値の量子化値そのものであってもよいし、当該第 2 変数値の量子化値に付されたインデックスであってもよい (以下同様)

・ステップ (III) の符号：パラメータと 2 次量子化 PARCOR 係数とを含む情報に対応す

50

る符号。

【 0 1 0 5 】

以下では、第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、第 1 実施形態と共通する事項については説明を省略する。

【 0 1 0 6 】

< 構成 >

図 1 8 は、第 3 実施形態の符号化装置 2 1 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。図 1 9 は、第 3 実施形態の復号装置 3 2 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図 2 0 (A) は、図 1 8 に示した非線形量子化部 1 1 及びパラメータ算出部 2 1 2 の詳細を説明するためのブロック図であり、図 2 0 (B) は、図 1 9 に示した P A R C O R 係数算出部 2 2 2 の詳細を説明するためのブロック図である。なお、これらの図において、第 1 実施形態で既に説明した部分については、第 1 実施形態と同じ参照番号を用いることとし、その説明を簡略化する。

10

【 0 1 0 7 】

これらの図に示すように、第 3 実施形態と第 1 実施形態との構成上の相違点は、符号化装置 2 1 0 のパラメータ算出部 2 1 2 と、復号装置 2 2 0 の P A R C O R 係数算出部 2 2 2 である。これら以外の構成は第 1 実施形態と同じであるため、説明を省略する。

【 0 1 0 8 】

図 2 0 (A) に示すように、パラメータ算出部 2 1 2 は、逆量子化部 2 1 2 a、重み係数乗算部 2 1 2 b、減算部 2 1 2 c、及びパラメータ量子化部 2 1 2 d を有する。図 2 0 (B) に示すように、P A R C O R 係数算出部 2 2 2 は、逆量子化部 2 2 2 a、2 2 2 c、重み係数乗算部 2 2 2 b、及び加算部 1 2 2 c を有する。

20

【 0 1 0 9 】

< 符号化方法 >

図 2 1 は、第 3 実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、図 2 1 を用いて第 3 実施形態の符号化方法を説明する。

【 0 1 1 0 】

第 3 実施形態と第 1 実施形態との相違点は、第 3 実施形態では、ステップ S 3 0 (図 1 1) の代わりに、ステップ S 4 3 0 の処理が実行される点、及びステップ S 4 0 の代わりに、ステップ S 4 4 0 の処理が実行される点である。以下では、ステップ S 4 3 0 及び S 4 4 0 の処理のみを説明する。

30

【 0 1 1 1 】

ステップ S 4 3 0 では、パラメータ算出部 2 1 2 が、1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ に応じて定まる値と 2 次の P A R C O R 係数 $k(2)$ に応じて定まる値との間に成り立つ関係式、に応じて定まるパラメータを算出する (ステップ S 4 3 0) 。

【 0 1 1 2 】

[ステップ S 4 3 0 の詳細]

ステップ S 4 3 0 では、まず、パラメータ算出部 2 1 2 の逆量子化部 2 1 2 a が、非線形量子化部 1 1 から出力された 2 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(2)$ を逆量子化し、2 次の P A R C O R 係数 $k'(2)$ (「 2 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値」 に相当) を生成する (ステップ S 4 3 1) 。

40

【 0 1 1 3 】

次に、重み係数乗算部 2 1 2 b と減算部 2 1 2 c とにより、線形予測分析部 1 0 1 2 から出力された 1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ (「 1 次の P A R C O R 係数に応じて定まる値」 に相当) と、予め定められた重み係数 a と、逆量子化によって得られた 2 次の P A R C O R 係数 $k'(2)$ とを用い、重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ を算出する (ステップ S 4 3 2) 。

この例では、重み係数乗算部 3 1 2 b が、予め定められた重み係数 a に 2 次の P A R C O R 係数 $k'(2)$ を乗じた第 2 乗算値 $a \cdot k'(2)$ を算出し、減算部 2 1 2 c が 1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ から第 2 乗算値 $a \cdot k'(2)$ を減することで重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ を算出する。しかし、 $k(1)$ を初期値として $k'(2)$ を減算する処理を a 回繰り返して重みつき差

50

分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ を算出するなど、その他の方法で重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ を求めてもよい。

【 0 1 1 4 】

次に、パラメータ量子化部 2 1 2 d が、ステップ S 4 3 2 で算出された重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ を量子化してパラメータ b を生成して出力する(ステップ S 4 3 3)。なお、パラメータ量子化部 1 2 d によって行われる量子化は、線形量子化であってもよいし、非線形量子化であってもよい。また、この例のパラメータ b は、重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ の量子化値そのものであるとしてもよいし、その量子化値に付されたインデックスであってもよい。また、パラメータ b の絶対値は、対応する重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ の増加に対して広義単調増加する。パラメータ b は、対応する重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ に対して広義単調増加するものであってもよいし、広義単調減少するものであってもよいし、対応する重みつき差分値 $k(1) - a \cdot k'(2)$ の絶対値の増加に対して広義単調増加するものであってもよいし、広義単調減少するものであってもよい([ステップ S 4 3 0 の詳細]の説明終わり)。

10

【 0 1 1 5 】

次に、係数符号化部 1 3 が、パラメータ b に対応するパラメータ符号 C_b と、2次からM次までの量子化 P A R C O R 係数 $i(m')$ ($m'=2,3,\dots,M$)に対応する係数符号 C_k とを生成し、パラメータ b と2次の P A R C O R 係数 $k(2)$ とを含む情報 $b, k(m')$ ($m'=2,3,\dots,M$)に対応するパラメータ符号 C_b 、係数符号 C_k を生成する(ステップ S 4 4 0)。

【 0 1 1 6 】

< 復号方法 >

図 2 2 は、第 3 実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、図 2 2 を用いて第 3 実施形態の復号方法を説明する。

20

【 0 1 1 7 】

第 3 実施形態と第 1 実施形態との相違点は、第 3 実施形態では、ステップ S 1 1 0 (図 1 2)の代わりに、ステップ S 5 1 0 の処理が実行される点、及びステップ S 1 4 0 の代わりに、ステップ S 5 4 0 の処理が実行される点である。以下では、ステップ S 5 1 0 及び S 5 4 0 の処理のみを説明する。

【 0 1 1 8 】

ステップ S 5 1 0 では、復号装置 2 2 0 の分離部 1 0 2 1 は、復号装置 2 2 0 に入力された符号 C_g を分離し、パラメータ b に対応するパラメータ符号 C_b と、2次からM次までの量子化 P A R C O R 係数 $i(m')$ ($m'=2,3,\dots,M$)に対応する係数符号 C_k と、予測残差 $e(n)$ ($n=1,2,\dots,N$)に対応する残差符号 C_e とを生成する(ステップ S 5 1 0)。

30

【 0 1 1 9 】

ステップ S 5 4 0 では、P A R C O R 係数算出部 2 2 2 が、係数復号部 2 1 から出力されたパラメータ b と2次の量子化 P A R C O R 係数 $i(2)$ とを用い、1次の P A R C O R 係数 $k'(1)$ (「1次の P A R C O R 係数の復元値」に相当)を算出する(ステップ S 5 4 0)。

【 0 1 2 0 】

[ステップ S 5 4 0 の詳細]

ステップ S 5 4 0 では、P A R C O R 係数算出部 2 2 2 の逆量子化部 2 2 2 a が、係数復号部 2 1 から出力された量子化 P A R C O R 係数 $i(m')$ ($m'=2,3,\dots,M$)を逆量子化し、2次からM次までの P A R C O R 係数 $k'(m')$ ($m'=2,3,\dots,M$)を生成する(ステップ S 5 4 1)。また、逆量子化部 2 2 2 c が、係数復号部 2 1 から出力されたパラメータ b を逆量子化し、パラメータ b の逆量子化値 b' を生成する(ステップ S 5 4 2)。そして、重み係数乗算部 2 2 2 b と加算部 2 2 2 d とが、逆量子化によって得られた2次の P A R C O R 係数 $k'(2)$ と、予め定められた重み係数 a と、パラメータ b の逆量子化値 b' とを用い、1次の P A R C O R 係数 $k'(1)=a \cdot k'(2)+b'$ を生成する(ステップ S 5 4 3)。本形態では、重み係数乗算部 2 2 2 b が、予め定められた重み係数 a に、逆量子化によって得られた2次の P A R C O R 係数 $k'(2)$ を乗じた第 2 乗算値 $a \cdot k'(2)$ を生成し、加算部 2 2 2

40

50

dが、当該第2乗算値 $a \cdot k'(2)$ とパラメータ b の逆量子化値 b' とを加算することで1次のPARCOR係数 $k'(1)$ を生成する。しかし、逆量子化値 b' を初期値として $k'(2)$ を加算する処理を a 回繰り返して1次のPARCOR係数 $k'(1)=a \cdot k'(2)+b'$ を算出するなど、その他の方法で1次のPARCOR係数 $k'(1)$ を求めてもよい([ステップS540の詳細] の説明終わり)。

【0121】

〔第3実施形態の変形例1〕

第3実施形態は、第1実施形態における1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との取り扱いを逆にし、2次のPARCOR係数とパラメータとを含む情報に対応する符号によってPARCOR係数を符号化し、この符号から1次のPARCOR係数を復元可能な形態であった。しかし、第2実施形態における1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との取り扱いを逆にし、2次のPARCOR係数とパラメータとを含む情報に対応する符号によってPARCOR係数を符号化し、この符号から1次のPARCOR係数を復元可能な形態であってもよい。

10

【0122】

すなわち、上述の〔原理〕の〔第1態様〕で説明した枠組みのうち、以下の構成であってもよい。

【0123】

・関係式：予め定められた重み係数に2次のPARCOR係数に応じて定まる値を乗じた第2乗算値と、第2変数値と、の和によって1次のPARCOR係数に応じて定まる値を表現可能な等式。

20

・1次のPARCOR係数に応じて定まる値：1次のPARCOR係数を量子化して得られた1次の量子化PARCOR係数。

・2次のPARCOR係数に応じて定まる値：2次のPARCOR係数を量子化して得られた2次の量子化PARCOR係数。

・パラメータ：上記関係式を満たす第2変数値。これは「第2変数値に応じて定まる値」であり、当該パラメータの絶対値は、第2変数値の増加に対して広義単調増加する。

・ステップ(III)の符号：パラメータと2次のPARCOR係数とを含む情報に対応する符号。

【0124】

30

〔第3実施形態の変形例2〕

第1実施形態の方法でPARCOR係数を符号化した場合と、第3実施形態の方法でPARCOR係数を符号化した場合と、従来の方法でPARCOR係数を符号化した場合との符号量を比較し、フレームごとに最も符号量が小さい符号化方法を選択する構成であってもよい。図23は、第3実施形態の変形例2における符号化装置310の機能構成を説明するためのブロック図である。この例では、パラメータ算出部12が、第1実施形態で説明したようにパラメータ(b_1 と表記する)を生成し、パラメータ算出部212が、第3実施形態で説明したようにパラメータ(b_2 と表記する)を生成する。そして、係数符号化部313は、パラメータ算出部12から出力されたパラメータ b_1 の符号と1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の符号との合計符号量と、パラメータ算出部212から出力されたパラメータ b_2 の符号と2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ の符号との合計符号量と、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の符号と2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ の符号との合計符号量と、を比較し、合計符号量が最小となる符号化方法を選択する。

40

【0125】

また、その他の組合せについて、何れかの形態・変形例の方法や従来の方法でPARCOR係数を符号化した場合の符号量を比較し、フレームごとに最も符号量が小さい符号化方法を選択する構成であってもよい。

【0126】

〔第4実施形態〕

次に、本発明の第4実施形態を説明する。第4実施形態は、1次のPARCOR係数が

50

予め定められた閾値以上となる場合に、本発明の1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との相関を利用した符号化方法を実行し、PARCOR係数が予め定められた閾値未満となる場合に、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とを互いに独立に符号化する形態である。以下では、上述の〔原理〕の〔第1態様〕で説明した枠組みのうち、以下の構成について説明する。ただし、これは本発明を限定するものではない。

【0127】

・ステップ(II)及び(III)は、1次のPARCOR係数の絶対値が予め定められた第1閾値以上となる場合に実行されるステップである。1次のPARCOR係数の絶対値が第1閾値未満となる場合には、1次のPARCOR係数と、2次のPARCOR係数と、を含む情報に対応する符号を生成するステップが実行される。

10

・ステップ(V)は、1次のPARCOR係数に対応する復号値の絶対値が予め定められた第2閾値以上となる場合に、パラメータと1次のPARCOR係数に対応する復号値とを用い、2次のPARCOR係数の復元値を算出するステップである。

【0128】

・関係式：予め定められた重み係数に1次のPARCOR係数に応じて定まる値を乗じた第1乗算値と、第1変数値と、の和によって2次のPARCOR係数に応じて定まる値を表現可能な等式。

・1次のPARCOR係数に応じて定まる値：1次のPARCOR係数。これは「1次のPARCOR係数の増加に対して広義単調増加する値」である。

・2次のPARCOR係数に応じて定まる値：2次のPARCOR係数。これは「2次のPARCOR係数の増加に対して広義単調増加する値」である。

20

・パラメータ：上記関係式を満たす第1変数値を量子化して得られた第1量子化変数値。これは「第1変数値に応じて定まる値」であり、当該パラメータの絶対値は、第1変数値の増加に対して広義単調増加する。

・ステップ(III)の符号：パラメータと1次のPARCOR係数とを含む情報に対応する符号。

【0129】

<構成>

図24は、第4実施形態の符号化装置410の機能構成を説明するためのブロック図である。図25は、図24に示した非線形量子化部11、パラメータ算出部12、及び選択部411の詳細を説明するためのブロック図である。また、図26は、第4実施形態の復号装置420の機能構成を説明するためのブロック図である。図27は、図26に示したPARCOR係数算出部422の詳細を説明するためのブロック図である。なお、これらの図において、第1実施形態で既に説明した部分については、第1実施形態と同じ参照番号を用いることとし、その説明を簡略化する。

30

【0130】

これらの図に示すように、第4実施形態と第1実施形態との構成上の相違点は、第4実施形態では、符号化装置410の選択部411と、復号装置420のPARCOR係数算出部422である。これら以外の構成は第1実施形態と同じであるため、説明を省略する。

40

【0131】

図24に示すように、符号化装置410は、第1実施形態の符号化装置10が具備する各機能構成に加え、選択部411を有する。図25に示すように、この選択部411は、判定部411a、及び切り替え部411bを有する。また、図27に示すように、PARCOR係数算出部422は、逆量子化部22a、22c、重み係数乗算部22b、加算部22d、判定部422a、及び切り替え部422bを有する。

【0132】

<符号化方法>

図28は、第4実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、図28を用い、第1実施形態との相違点を中心に第4実施形態の符号化方法を説明する。

50

【0133】

符号化装置410は、まず、第1実施形態で説明したステップS10の処理を実行する。ステップS10の処理の後、線形予測分析部1012から出力された1次からM次までのPARCOR係数 $k(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)が選択部411(図25)に入力される。選択部411の判定部411aは、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値(「第1閾値」に相当)以上であるか否かを判定する(ステップS630)。この閾値(「第1閾値」に相当)は、PARCOR係数の絶対値がとり得る範囲(0以上1以下)で定められる。なお、この閾値判定は、量子化前の領域で行ってもよいし、量子化後の領域で行ってもよい。しかし、後述のように、復号時にも同様な閾値判定を行って符号化装置410と復号装置420とで符号化方法の情報を共有する場合、量子化誤差によって符号化時と復号時とで閾値判定結果が相違しないように、量子化後の領域又はそこから逆量子化した領域でステップS630の閾値判定が行われることが望ましい。例えば、ステップS630の閾値判定を量子化後の領域で行う場合、判定部411aは、入力された1次のPARCOR係数 $k(1)$ を1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ に変換してから、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の閾値判定を行う。この場合、閾値判定に用いる閾値は量子化後の領域に変換した閾値となる。また、量子化前の領域と量子化後の領域とで値の大小関係が反転する場合、量子化前の領域と量子化後の領域とでは閾値判定における大小関係が反転する。このように量子化後の領域等で行う閾値判定も「1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値以上であるか否かを判定する」ことに相当する。また、量子化後の領域等のように判定対象の情報が離散値である場合には、判定対象が定められた閾値以上であるか否かを判定するために、判定対象が当該閾値より小さな当該閾値の隣の離散値を越えるか否かを判定する処理を行うことも可能である。

10

20

【0134】

ステップS630の判定において、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値(「第1閾値」に相当)以上であると判定された場合には、切り替え部411bによる処理分岐制御に従い、第1実施形態で説明したステップS20~S80(図11)の処理が実行される。

【0135】

一方、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値(「第1閾値」に相当)未滿となると判定された場合、切り替え部411bによる処理分岐制御に従い、第1実施形態で説明したステップS20の処理がされた後、係数符号化部13(図24)が、非線形量子化部11から出力された1次からM次までの量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)に対応する係数符号 C_k (「1次のPARCOR係数 $k(1)$ と、2次のPARCOR係数 $k(2)$ と、を含む情報に対応する符号」に相当)を生成する(ステップS640)。ステップS640の処理の後、第1実施形態で説明したステップS50~S70の処理が実行され、その後、合成部1019が、係数符号 C_k と残差符号 C_e とを合成し、量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)と予測残差 $e(n)$ ($n=1,2,\dots,N$)とを含む情報に対応する符号 C_g を生成する(ステップS650)。

30

【0136】

<復号方法>

図29は、第4実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、図29を用い、第1実施形態との相違点を中心に第4実施形態の符号化方法を説明する。

40

【0137】

復号装置420は、まず、第1実施形態で説明したステップS110及びS120の処理を実行し、さらに係数復号部21が係数符号 C_k を復号し、量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)を生成する(ステップS730)。その後、PARCOR係数算出部422の判定部422aは、係数復号部21から出力された1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ (「1次のPARCOR係数に対応する復号値」に相当)が予め定められた閾値(第2閾値)以上であるか否かを判定する(ステップS740)。この閾値(第2閾値)は、前述の閾値(「第1閾値」に相当)を量子化後の領域に変換したものである。

50

【0138】

ステップS740の判定において、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値(第2閾値)以上であると判定された場合、切り替え部422bによる処理分岐制御に従い、係数復号部21が、分離部1021から出力されたパラメータ符号 C_b を復号し、パラメータ b を生成(ステップS760)した後、第1実施形態で説明したステップS140(「パラメータと1次のPARCOR係数に対応する復号値とを用い、2次のPARCOR係数の復元値を算出するステップ」に相当)の処理(図17)が実行され、さらにステップS150及びS160(図12)の処理が実行される。

【0139】

一方、ステップS740の判定において、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値(第2閾値)未満であると判定された場合、切り替え部422bによる処理分岐制御に従い、PARCOR係数算出部422の逆量子化部22aが、係数復号部21の復号によって得られた1次からM次までの量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)を逆量子化し、1次からM次までのPARCOR係数 $k'(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)を生成する(ステップS750)。なお、量子化前の領域と量子化後の領域とで値の大小関係が反転する場合、ステップS740の閾値判定における大小関係も反転する。

【0140】

ステップS750の後、第1実施形態で説明したステップS150及びS160の処理が実行される。

【0141】

〔第4実施形態の変形例1〕

第4実施形態の変形例1も、1次のPARCOR係数が予め定められた閾値以上となる場合に、本発明の1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との相関を利用した符号化方法を実行し、1次のPARCOR係数が予め定められた閾値未満となる場合に、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数とを互いに独立に符号化する形態である。ただし、第4実施形態では、第1実施形態で説明した方法によって「1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との相関を利用した符号化方法」を実現していたのに対し、第4実施形態の変形例1では、第2実施形態で説明した方法によってこれを実現する。すなわち、第4実施形態の変形例1は、上述の〔原理〕の〔第1態様〕で説明した枠組みのうち、以下の構成に関するものである。ただし、これは本発明を限定するものではない。

【0142】

・ステップ(II)及び(III)は、1次のPARCOR係数の絶対値が予め定められた第1閾値以上となる場合に実行されるステップである。1次のPARCOR係数の絶対値が第1閾値未満となる場合には、1次のPARCOR係数と、2次のPARCOR係数と、を含む情報に対応する符号を生成するステップが実行される。

・ステップ(V)は、1次のPARCOR係数に対応する復号値の絶対値が予め定められた第2閾値以上となる場合に、パラメータと1次のPARCOR係数に対応する復号値とを用い、2次のPARCOR係数の復元値を算出するステップである。

【0143】

・関係式：予め定められた重み係数に1次のPARCOR係数に応じて定まる値を乗じた第1乗算値と、第1変数値と、の和によって2次のPARCOR係数に応じて定まる値を表現可能な等式。

【0144】

・1次のPARCOR係数に応じて定まる値：1次のPARCOR係数を量子化して得られた1次の量子化PARCOR係数。

・2次のPARCOR係数に応じて定まる値：2次のPARCOR係数を量子化して得られた2次の量子化PARCOR係数。

・パラメータ：上記関係式を満たす第1変数値。これは「第1変数値に応じて定まる値」であり、当該パラメータの絶対値は、第1変数値の増加に対して広義単調増加する。

10

20

30

40

50

・ステップ(III)の符号：パラメータと1次のPARCOR係数とを含む情報に対応する符号。

【0145】

<構成>

第4実施形態の変形例1と第4実施形態との構成上の相違点は、符号化装置410の選択部及びパラメータ算出部と、復号装置420のPARCOR係数算出部である。

【0146】

図30は、第4実施形態の変形例1における符号化装置410の非線形量子化部11、選択部511及びパラメータ算出部122の詳細を説明するためのブロック図である。また、図31は、第4実施形態の変形例1における復号装置420のPARCOR係数算出部522の詳細を説明するためのブロック図である。なお、これらの構成以外は第4実施形態と同じであるため、説明を省略する。

10

【0147】

図30に示すように、選択部511は、判定部511a及び切り替え部511bを有し、パラメータ算出部122は、重み係数加算部112bと減算部112cとを有する。また、図31に示すように、PARCOR係数算出部522は、判定部522a、切り替え部522b、逆量子化部122a、重み係数乗算部122b、及び加算部122cを有する。

【0148】

<符号化方法>

図32は、第4実施形態の変形例1の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、図32を用いて第4実施形態の変形例1の符号化方法を説明する。

20

【0149】

第4実施形態の変形例1では、まず、第1実施形態で説明したステップS10及びS20の処理が実行される。次に、非線形量子化部11から出力された1次からM次までの量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)が選択部511に入力される。選択部511の判定部511aは、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値以上であるか否かを判定する(ステップS830)。これは、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値(「第1閾値」に相当)以上であるか否かを量子化後の領域で判定することに相当する。なお、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の閾値判定に用いる閾値は、第1閾値を量子化後の領域に変換したものである。

30

【0150】

ステップS830の判定において、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値以上である(1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値(「第1閾値」に相当)以上である)と判定された場合には、切り替え部511bによる処理分岐制御に従い、第2実施形態で説明したステップS230及びS40~S80の処理(図16)が実行される。

【0151】

一方、ステップS830の判定において、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値未満である(1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値(「第1閾値」に相当)未満である)と判定された場合には、切り替え部511bによる処理分岐制御に従い、第4実施形態で説明したステップS640、S50~S70、及びステップS650の処理が実行される。

40

【0152】

<復号方法>

図33は、第4実施形態の変形例1の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、図33を用い、第4実施形態との相違点を中心に第4実施形態の変形例1の符号化方法を説明する。

【0153】

第4実施形態の変形例1では、まず、第1実施形態で説明したステップS110及びS

50

120の処理が実行された後、係数復号部21が係数符号 C_k を復号し、量子化PARCOR係数 $i(m')$ ($m'=1,3,\dots,M$)を生成する(ステップS730)。

【0154】

その後、PARCOR係数算出部522の判定部522aは、係数復号部21から出力された1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ (「1次のPARCOR係数に対応する復号値」に相当)が予め定められた閾値(第2閾値)以上であるか否かを判定する(ステップS740)。この閾値(第2閾値)は、第1閾値を量子化後の領域に変換したものである。

【0155】

ステップS740の判定において、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値(第2閾値)以上であると判定された場合、切り替え部522bによる処理分岐制御に従い、第4実施形態で説明したステップS760の処理(図29)を実行した後、第2実施形態で説明したステップS340(「パラメータと1次のPARCOR係数に対応する復号値とを用い、2次のPARCOR係数の復元値を算出するステップ」に相当)の処理(図17)が実行され、さらにステップS150及びS160(図12)の処理が実行される。

10

【0156】

一方、ステップS740の判定において、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値(第2閾値)未満であると判定された場合、切り替え部522bによる処理分岐制御に従い、PARCOR係数算出部422の逆量子化部22aが、係数復号部21の復号によって得られた1次からM次までの量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)を逆量子化し、1次からM次までのPARCOR係数 $k'(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)を生成する(ステップS750)。ステップS750の後、第1実施形態で説明したステップS150及びS160の処理が実行される。

20

【0157】

〔第4実施形態の変形例2〕

第4実施形態及びその変形例1において、1次のPARCOR係数と2次のPARCOR係数との取り扱いを逆にし、2次のPARCOR係数とパラメータとを含む情報に対応する符号によってPARCOR係数を符号化し、この符号から1次のPARCOR係数を復元可能な構成とする。すなわち、上述の〔原理〕の〔第1態様〕で説明した枠組みのうち、以下の構成をとる。なお、これは本発明を限定するものではない。

30

【0158】

・ステップ(II)及び(III)は、2次のPARCOR係数の絶対値が予め定められた第1閾値以上となる場合に実行されるステップである。2次のPARCOR係数の絶対値が第1閾値未満となる場合には、1次のPARCOR係数と、2次のPARCOR係数と、を含む情報に対応する符号を生成するステップが実行される。

・ステップ(V)は、2次のPARCOR係数に対応する復号値の絶対値が予め定められた第2閾値以上となる場合に、パラメータと2次のPARCOR係数に対応する復号値とを用い、1次のPARCOR係数の復元値を算出するステップである。

【0159】

・関係式：予め定められた重み係数に2次のPARCOR係数に応じて定まる値を乗じた第2乗算値と、第2変数値と、の和によって1次のPARCOR係数に応じて定まる値を表現可能な等式。

40

【0160】

・1次のPARCOR係数に応じて定まる値：1次のPARCOR係数。
 ・2次のPARCOR係数に応じて定まる値：2次のPARCOR係数。
 ・パラメータ：上記関係式を満たす第2変数値を量子化して得られた第2量子化変数値。これは「第2変数値に応じて定まる値」であり、「第2変数値の増加に対して広義単調増加する値」である。

・ステップ(III)の符号：パラメータと2次のPARCOR係数とを含む情報に対応する符号。

50

【 0 1 6 1 】

また、上記の構成において、1次のPARCOR係数に応じて定まる値を1次のPARCOR係数とし、2次のPARCOR係数に応じて定まる値を2次のPARCOR係数とし、パラメータを上記関係式を満たす第2変数値を量子化して得られた第2量子化変数値とする代わりに、

- ・1次のPARCOR係数に応じて定まる値：1次のPARCOR係数を量子化して得られた1次の量子化PARCOR係数。

- ・2次のPARCOR係数に応じて定まる値：2次のPARCOR係数を量子化して得られた2次の量子化PARCOR係数。

- ・パラメータ：上記関係式を満たす第2変数値。

とする構成であってもよい。

10

【 0 1 6 2 】

〔第5実施形態〕

次に、本発明の第5実施形態を説明する。

【 0 1 6 3 】

第5実施形態では、上述の〔原理〕の〔第2態様〕で説明した枠組みについて例示する。ただし、これは本発明を限定するものではない。

【 0 1 6 4 】

以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する事項については説明を省略する。

20

【 0 1 6 5 】

<構成>

図34は、第5実施形態の符号化装置610の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図35は、図34に示した量子化方法選択部611、量子化部612及び符号化方法選択部613の詳細を説明するためのブロック図であり、図36は、図34に示した係数符号化部614の詳細を説明するためのブロック図である。図37は、第5実施形態の復号装置620の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図38は、図37に示した係数復号部621の詳細を説明するためのブロック図である。

【 0 1 6 6 】

図34に示すように、符号化装置610の第1実施形態における符号化装置10からの構成上の相違点は、符号化装置10の非線形量子化部11、パラメータ算出部12及び係数符号化部13が、量子化方法選択部611、量子化部612、符号化方法選択部613及び係数符号化部614に置換された点である。図35に示すように、本形態の量子化方法選択部611は、判定部611a及び切り替え部611bを有し、量子化部612は、量子化部612a、低精度量子化部612b及び高精度量子化部612cを有する。また、図36に示すように、本形態の係数符号化部614は、判定部614a、切り替え部614bと、可変長符号化部614c～614eを有する。

30

【 0 1 6 7 】

また、図37に示すように、復号装置620の第1実施形態における復号装置20からの構成上の相違点は、復号装置20の係数復号部21及びPARCOR係数算出部22が、係数復号部621及びPARCOR係数算出部622に置換された点である。図38に示すように、本形態の係数復号部621は、可変長復号部621a、621d、621e、判定部621b、621f、切り替え部621c、621g、及び逆量子化部621h～621jを有する。

40

【 0 1 6 8 】

<符号化方法>

図39は、第5実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、図39を用いて本形態の符号化方法を説明する。なお、以下では1フレーム分の処理のみを説明するが、実際は同様な処理が各フレームについて実行される。

【 0 1 6 9 】

50

まず、第1実施形態のステップS10の処理が実行されることで、線形予測分析部1012が、1次からM次までのPARCOR係数 $k(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)を出力する(ステップS10)。

【0170】

出力された1次のPARCOR係数 $k(1)$ は符号化方法選択部613(図35)に入力され、符号化方法選択部613は、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 $T1$ 以上となる場合に、2次のPARCOR係数 $k(2)$ に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法を選択し、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が閾値 $T1$ 未満となる場合に、2次のPARCOR係数 $k(2)$ に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法と異なる第2可変長符号化方法を選択する(ステップS910)。

10

【0171】

[ステップS910の詳細]

ステップS910では、まず、符号化方法選択部613は、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 $T1$ 以上であるか否かを判定する(ステップS911)。この閾値 $T1$ は、PARCOR係数の絶対値がとり得る範囲(0以上1以下)で予め定められる。また、この閾値判定は、量子化前の領域で行ってもよいし、量子化後の領域で行ってもよい。しかし、後述のように、復号時にも同様な閾値判定を行って符号化装置610と復号装置620とで符号化方法の情報を共有する必要があるため、量子化誤差によって符号化時と復号時とで閾値判定結果が相違しないように、量子化後の領域又はそこから逆量子化した領域でステップS911の閾値判定が行われることが望ましい。例えば、ステップS911の閾値判定を量子化後の領域で行う場合、符号化方法選択部613は、入力された1次のPARCOR係数 $k(1)$ を1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ に変換してから、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の閾値判定を行う。この場合、閾値判定に用いる閾値は量子化後の領域に変換した閾値となる。また、量子化前の領域と量子化後の領域とで値の大小関係が反転する場合、量子化前の領域と量子化後の領域とでは閾値判定における大小関係が反転する。このように量子化後の領域等で行う閾値判定も「1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値以上であるか否かを判定する」ことに相当する。また、量子化後の領域等のように判定対象の情報が離散値である場合には、判定対象が定められた閾値以上であるか否かを判定するために、判定対象が当該閾値より小さな当該閾値の隣の離散値を越えるか否かを判定する処理を行うことも可能である。そして、符号化方法選択部613は、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 $T1$ 以上であると判定した場合、第1可変長符号化方法を選択し(ステップS912)、そうでない場合、第2可変長符号化方法を選択し、選択内容を示すパラメータ b を出力する(ステップS913)。なお、この例の場合、符号化方法選択部613は、第1可変長符号化方法を選択した場合に $b=0$ を出力し、第2可変長符号化方法を選択した場合に $b=1$ を出力する。また、第1可変長符号化方法及び第2可変長符号化方法は、前述の〔原理〕の〔第2態様〕で説明したとおりであり、そのような符号化方法の具体例は、ライス符号化方法やハフマン符号化方法である(〔ステップS910の詳細〕の説明終わり)。

20

30

【0172】

また、線形予測分析部1012から出力された1次と2次のPARCOR係数 $k(1),k(2)$ は量子化方法選択部611(図35)にも入力され、量子化方法選択部611は、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた第2閾値 $T2$ 以上となる場合に予め定められた第1量子化方法を選択し、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた第2閾値 $T2$ 未満となる場合に第1量子化方法よりも量子化ステップサイズが大きい予め定められた第2量子化方法を選択し、選択した量子化方法によって2次のPARCOR係数 $k(2)$ を量子化し、2次の量子化PARCOR係数を生成する(ステップS920)。

40

【0173】

[ステップS920の詳細]

ステップS920では、まず、量子化方法選択部611の判定部611aが、入力され

50

た1次のPARCOR係数 $k(1)$ が予め定められた第2閾値 $T2$ 以上であるか否かを判定する(ステップS921)。この閾値 $T2$ は、PARCOR係数の絶対値がとり得る範囲(0以上1以下)で予め定められる。その他のステップS921での閾値判定の詳細は、ステップS911で説明した閾値判定と同様であるため説明を省略する。そして、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 $T2$ 以上であると判定された場合、切り替え部611bによる処理分岐制御に従い、高精度量子化部612cが第1量子化方法によって入力された2次のPARCOR係数 $k(2)$ を量子化し、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ を生成して出力する(ステップS922)。一方、1次のPARCOR係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 $T2$ 未満であると判定された場合、切り替え部611bによる処理分岐制御に従い、低精度量子化部612bが第2量子化方法によって入力された2次のPARCOR係数 $k(2)$ を量子化し、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ を生成して出力する(ステップS923)。なお、第1量子化方法及び第2量子化方法は、入力信号を線形量子化するための方法でもよいし、非線形量子化するための方法でもよい。ただし、入力信号の或る振幅範囲に対する第1量子化方法の量子化ステップサイズは、それと同一の振幅範囲に対する第2量子化方法の量子化ステップサイズよりも小さい。言い換えると、入力信号の或る振幅範囲に対する第1量子化方法の量子化ステップ数は、それと同一の振幅範囲に対する第2量子化方法の量子化ステップ数よりも多い。つまり、第1量子化方法は第2量子化方法よりも細かい粒度で入力信号の量子化を行う方法である([ステップS920の詳細]の説明終わり)。

10

【0174】

20

また、量子化部612aに1次、3次からM次のPARCOR係数 $k(1), k(3), \dots, k(M)$ が入力される。量子化部612aは、これらを予め定められた固定の量子化方法によって量子化して1次、3次からM次の量子化PARCOR係数 $i(1), i(3), \dots, i(M)$ を生成して出力する(ステップS930)。なお、量子化部612aが行う量子化は、線形量子化であってもよいし、非線形量子化であってもよい。

【0175】

次に、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ とパラメータ b とが係数符号化部614(図36)に入力され、係数符号化部614は、パラメータ b に示されるステップS910で選択された符号化方法を用い、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ を符号化し、2次のPARCORに対応する係数符号 $C_k(2)$ を生成する(ステップS940)。

30

【0176】

[ステップS940の詳細]

ステップS940では、まず、判定部614a(図36)が、パラメータ b に示されるステップS910で選択された符号化方法が第1可変長符号化方法であるか否かを判定する(ステップS931)。この例では、 $b=0$ であるか否かが判定される。ここで、 $b=0$ であると判定された場合、切り替え部614bによる処理分岐制御に従い、可変長符号化部614dが、入力された2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ を第1可変長符号化方法で符号化して係数符号 $C_k(2)$ を生成して出力する(ステップS932)。一方、 $b=1$ であると判定された場合、切り替え部614bによる処理分岐制御に従い、可変長符号化部614eが、入力された2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ を第2可変長符号化方法で符号化して係数符号 $C_k(2)$ を生成して出力する(ステップS933/[ステップS940の詳細]の説明終わり)。

40

【0177】

また、可変長符号化部614cは、入力された1次、3次からM次の量子化PARCOR係数 $i(1), i(3), \dots, i(M)$ を予め定められた固定の可変長符号化方法で符号化して係数符号 $C_k(1), C_k(3), \dots, C_k(M)$ を生成して出力する(ステップS950)。なお、可変長符号化部614cが行う可変長符号化の一例は、ライス符号化である。

【0178】

その後、第1実施形態のステップS50及びS60の処理が実行された後、係数符号化部614で生成された係数符号 $C_k=(C_k(1), \dots, C_k(M))$ と、残差符号化部1018で生成さ

50

れた残差符号 C_e は、合成部1019(図34)に送られ、そこで合成されて符号 C_g が生成される(ステップS980)。そして、符号化装置610は、生成した符号 C_g を出力する。

【0179】

<復号方法>

図40は、第5実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、図40を用いて本形態の復号方法を説明する。なお、以下では1フレーム分の処理のみを説明するが、実際は同様な処理が各フレームについて実行される。

【0180】

復号装置620の分離部1021(図37)は、復号装置20に入力された符号 C_g を分離し、1次からM次までの量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1,2,\dots,M$)に対応する係数符号 $C_k=(C_k(1),\dots,C_k(M))$ と、予測残差 $e(n)$ ($n=1,2,\dots,N$)に対応する残差符号 C_e とを生成する(ステップS1010)。次に、第1実施形態のステップS120の処理が実行され、さらに、係数復号部621(図38)の可変長復号部621aが、入力された係数符号 $C_k(1), C_k(3), \dots, C_k(M)$ を復号し、1次、3次からM次の量子化PARCOR係数 $i(1), i(3), \dots, i(M)$ を生成する(ステップS1030)。

10

【0181】

さらに、判定部621bが、1次のPARCOR係数に対応する係数符号 $C_k(1)$ の復号値 $i(1)$ の絶対値と予め定められた閾値T3とを比較し、予め定められた第1可変長符号化方法に対応する復号方法によって2次のPARCOR係数に対応する係数符号 $C_k(2)$ を復号するか、第1可変長符号化方法と異なる予め定められた第2可変長符号化方法に対応する復号方法によって2次のPARCOR係数に対応する係数符号 $C_k(2)$ を復号するかを判定し、可変長復号部621d, 621eが係数符号 $C_k(2)$ を復号する(ステップS1040)。

20

【0182】

[ステップS1040の詳細]

まず、可変長復号部621aから出力された係数符号 $C_k(1)$ の復号値である1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ が判定部621bに入力される。判定部621bは、当該1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T3以上であるか否かを判定する。なお、この閾値T3は、ステップS910の閾値T1をステップS930の量子化方法で量子化した値である。

30

【0183】

ここで、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T3以上であると判定された場合、切り替え部621cによる処理分岐制御に従い、可変長復号部621dが、入力された係数符号 $C_k(2)$ を第1可変長符号化方法に対応する復号方法で復号し、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ を生成して出力する(ステップS1042)。一方、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T3未満であると判定された場合、切り替え部621cによる処理分岐制御に従い、可変長復号部621eが、入力された係数符号 $C_k(2)$ を第2可変長符号化方法に対応する復号方法で復号し、2次の量子化PARCOR係数 $i(2)$ を生成して出力する(ステップS1043)。

40

【0184】

なお、量子化前の領域と量子化後の領域とで値の大小関係が反転する場合、ステップS1040の閾値判定における大小関係は反転する([ステップS1040の詳細]の説明終わり)。

【0185】

次に、判定部621fが、1次のPARCOR係数に対応する係数符号 $C_k(1)$ の復号値の絶対値と予め定められた第2閾値T4とを比較し、予め定められた第1逆量子化方法を用い、2次のPARCOR係数に対応する符号を復号して得られた復号値を逆量子化するか、第1逆量子化方法よりも量子化ステップサイズが大きい予め定められた第2逆量子化方法を用い、2次のPARCOR係数に対応する符号を復号して得られた復号値を逆量子化

50

するかを判定し、逆量子化部 6 2 1 i , 6 2 1 j が復号値を逆量子化する (ステップ S 1 0 5 0)。

【 0 1 8 6 】

[ステップ S 1 0 5 0 の詳細]

まず、可変長復号部 6 2 1 a から出力された係数符号 $C_k(1)$ の復号値である 1 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(1)$ が判定部 6 2 1 f に入力される。判定部 6 2 1 f は、当該 1 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T4 以上であるか否かを判定する。なお、この閾値 T4 は、ステップ S 9 2 0 の閾値 T2 をステップ S 9 3 0 の量子化方法で量子化した値である。

【 0 1 8 7 】

ここで、1 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T4 以上であると判定された場合、切り替え部 6 2 1 g による処理分岐制御に従い、逆量子化部 6 2 1 i が、2 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(2)$ を高精度逆量子化し、2 次の P A R C O R 係数 $k'(2)$ を生成する (ステップ S 1 0 5 2)。この高精度逆量子化は、ステップ S 9 2 2 の高精度量子化の逆量子化であり、第 1 逆量子化に相当する。一方、1 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T4 未満であると判定された場合、切り替え部 6 2 1 g による処理分岐制御に従い、逆量子化部 6 2 1 j が、2 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(2)$ を低精度逆量子化し、2 次の P A R C O R 係数 $k'(2)$ を生成する (ステップ S 1 0 5 3)。この低精度逆量子化は、ステップ S 9 2 3 の低精度量子化の逆量子化であり、第 2 逆量子化に相当する。

【 0 1 8 8 】

なお、量子化前の領域と量子化後の領域とで値の大小関係が反転する場合、ステップ S 1 0 5 0 の閾値判定における大小関係は反転する ([ステップ S 1 0 5 0 の詳細] の説明終わり)。

【 0 1 8 9 】

また、可変長復号部 6 2 1 a から出力された 1 次、3 次から M 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(1), i(3), \dots, i(M)$ は逆量子化部 6 2 1 h に入力され、逆量子化部 6 2 1 h は、これらを逆量子化して 1 次、3 次から M 次の P A R C O R 係数 $k'(1), k'(3), \dots, k'(M)$ を生成して出力する (ステップ S 1 0 6 0)。この逆量子化は、ステップ S 9 3 0 の量子化の逆量子化である。

【 0 1 9 0 】

その後、第 1 実施形態のステップ S 1 5 0 及び S 1 6 0 が実行される。

[第 5 実施形態の変形例 1]

第 5 実施形態のステップ S 9 1 1 と S 9 2 1 との閾値判定処理を統合し、ステップ S 1 0 4 1 と S 1 0 5 1 との閾値判定処理を統合してもよい。

【 0 1 9 1 】

すなわち、第 5 実施形態では、ステップ S 9 1 1 (図 3 9) で 1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T1 以上であるか否かを判定して 2 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(2)$ の可変長符号化方法を決定し、ステップ S 9 2 0 (図 3 9) で 1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T2 以上であるか判定して 2 次の P A R C O R 係数 $k(2)$ の量子化方法を決定していた。しかし、1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T1 以上であるか否かが判定され、その判定結果に応じ、2 次の P A R C O R 係数 $k(2)$ の量子化方法と 2 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(2)$ の可変長符号化方法との両方が決定されてもよい。例えば、1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T1 以上の場合に、第 1 可変長符号化方法と第 1 量子化方法とが選択され、1 次の P A R C O R 係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T1 未満の場合に、第 2 可変長符号化方法と第 2 量子化方法とが選択されてもよい。

【 0 1 9 2 】

また、第 5 実施形態では、ステップ S 1 0 4 1 (図 4 0) で 1 次の量子化 P A R C O R 係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値 T3 以上であるか否かを判定し、2 次の量子化 P A

10

20

30

40

50

R C O Rに対応する係数符号 $C_k(2)$ の復号方法を決定し、ステップS 1 0 5 1で1次の量子化P A R C O R係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T4以上であるか否かを判定し、2次の量子化P A R C O R係数 $i(2)$ の逆量子化方法を決定していた。しかし、1次の量子化P A R C O R係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T3以上であるか否かが判定され、その判定結果に応じ、2次の量子化P A R C O Rに対応する係数符号 $C_k(2)$ の復号方法と2次の量子化P A R C O R係数 $i(2)$ の逆量子化方法との両方が決定されてもよい。例えば、1次の量子化P A R C O R係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T3以上の場合に、第1可変長符号化方法に対応する復号方法と第1逆量子化方法とが選択され、1次の量子化P A R C O R係数 $i(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T3未満の場合に、第2可変長符号化方法に対応する復号方法と第2逆量子化方法とが選択されてもよい。

10

【 0 1 9 3 】

〔その他の変形例〕

なお、本発明は上述の各実施形態に限定されるものではない。例えば、上述の第1から第4の実施形態では、符号化装置の係数符号化部が、P A R C O R係数に対応する係数符号 C_k と、パラメータに対応するパラメータ符号 C_b とを別個に生成し、係数符号 C_k とパラメータ符号 C_b とからなる符号を、P A R C O R係数とパラメータとに対応する符号とした。しかし、符号化装置の係数符号化部が、例えば、量子化P A R C O R係数とパラメータとのビット結合値を符号化することによって、P A R C O R係数とパラメータとに対応する符号を生成してもよい。

【 0 1 9 4 】

20

また、第5の実施形態では、1次のP A R C O R係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T1以上となる場合に、2次のP A R C O R係数 $k(2)$ に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法を選択し、1次のP A R C O R係数 $k(1)$ の絶対値が閾値T1未満となる場合に、2次のP A R C O R係数 $k(2)$ に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法と異なる第2可変長符号化方法を選択し(ステップS 9 1 0)、1次のP A R C O R係数 $k(1)$ と2次のP A R C O R係数 $k(2)$ とを別個に符号化した(ステップS 9 4 0, S 9 5 0)。しかし、例えば、1次のP A R C O R係数 $k(1)$ と2次のP A R C O R係数 $k(2)$ とのビット結合値を1つの符号化対象としてもよい。すなわち、1次のP A R C O R係数 $k(1)$ の絶対値が予め定められた閾値T1以上となる場合に、当該ビット結合値に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法を選択し、1次のP A R C O R係数 $k(1)$ の絶対値が閾値T1未満となる場合に、当該ビット結合値に対応する符号を生成するための符号化方法として第1可変長符号化方法と異なる第2可変長符号化方法を選択し、1次のP A R C O R係数 $k(1)$ と2次のP A R C O R係数 $k(2)$ とをまとめて符号化してもよい。

30

【 0 1 9 5 】

また、1次のP A R C O R係数に応じて定まる値と2次のP A R C O R係数に応じて定まる値との間に成り立つ関係式として、第1から第4の実施形態で説明した以外の関係式を用い、その関係式に応じて定まるパラメータを用いてP A R C O R係数の符号化を行ってもよい。例えば、関係式に重み係数を用いず、1次のP A R C O R係数に応じて定まる値と第1変数値との和によって2次のP A R C O R係数に応じて定まる値を表現可能な等式を上記関係式とし、それを満たす第1変数値に応じて定まる値をパラメータとして用いてもよい。このような関係式も、「予め定められた重み係数に1次のP A R C O R係数に応じて定まる値を乗じた第1乗算値と、第1変数値と、の和によって2次のP A R C O R係数に応じて定まる値を表現可能な等式」の概念に含まれる。また、例えば、2次のP A R C O R係数に応じて定まる値と第2変数値との和によって1次のP A R C O R係数に応じて定まる値を表現可能な等式を上記関係式とし、それを満たす第2変数値に応じて定まる値をパラメータとして用いてもよい。このような関係式も、「予め定められた重み係数に2次のP A R C O R係数に応じて定まる値を乗じた第2乗算値と、第2変数値と、の和によって1次のP A R C O R係数に応じて定まる値を表現可能な等式」の概念に含まれる。また、例えば、この関係式として、1次のP A R C O R係数に応じて定まる値と2次の

40

50

P A R C O R 係数に応じて定まる値との比を示す等式を用い、その比に応じて定まる値をパラメータとして用いてもよい。この場合、パラメータの絶対値は、1 次の P A R C O R 係数と 2 次の P A R C O R 係数との相関が大きいほど 1 に近づく。

【 0 1 9 6 】

また、上述の各種の処理は、記載に従って時系に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的あるいは個別に実行されてもよい。その他、上述の各実施形態を組み合わせた形態を実施するなど、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

【 0 1 9 7 】

また、上述の構成をコンピュータによって実現する場合、各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。

【 0 1 9 8 】

この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等のようなものでもよい。

【 0 1 9 9 】

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録した D V D、C D - R O M 等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

【 0 2 0 0 】

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記録媒体に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆる A S P (Application Service Provider) 型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの(コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等)を含むものとする。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 2 0 1 】

本発明の産業上の利用分野としては、例えば、音響信号の可逆圧縮符号化・復号化技術を例示できる。また、本発明は、音響信号以外にも、映像信号、生体信号、地震波信号、センサーアレイ信号などの可逆圧縮符号化・復号化技術にも応用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 2 0 2 】

1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 , 4 1 0 , 6 1 0 符号化装置

2 0 , 2 2 0 , 4 2 0 , 6 2 0 復号装置

10

20

30

40

【 図 1 】

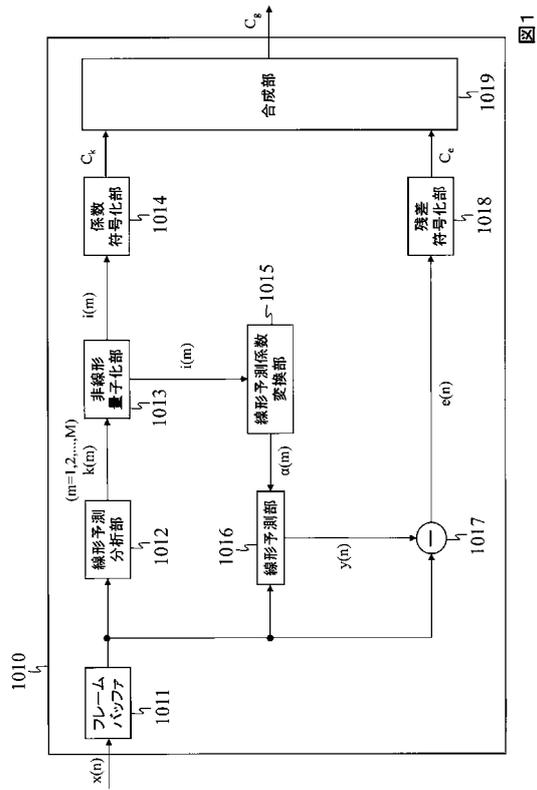


図 1

【 図 2 】

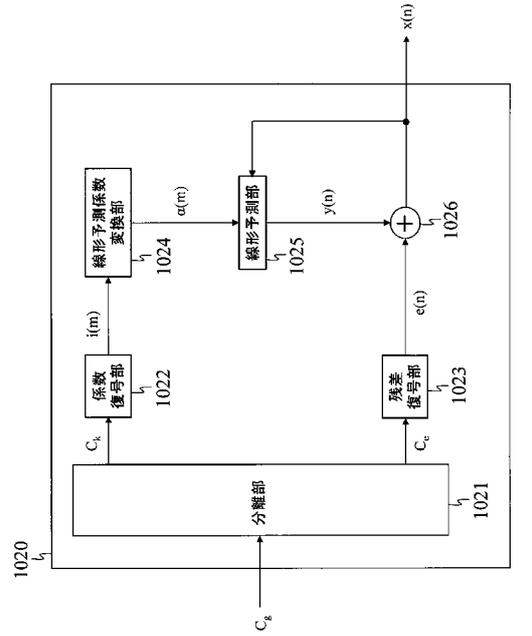


図 2

【 図 3 】

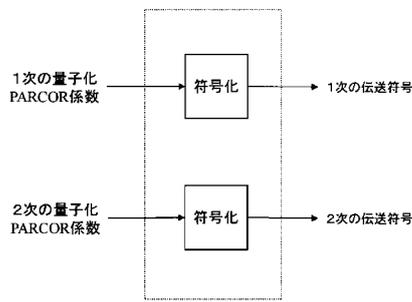


図 3

【 図 4 】

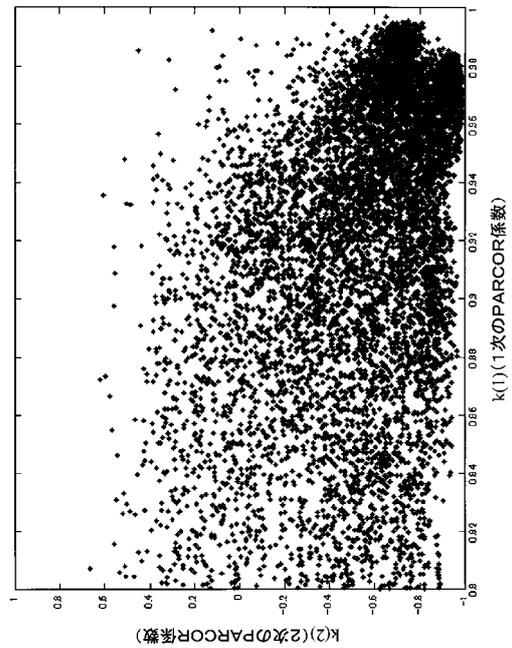
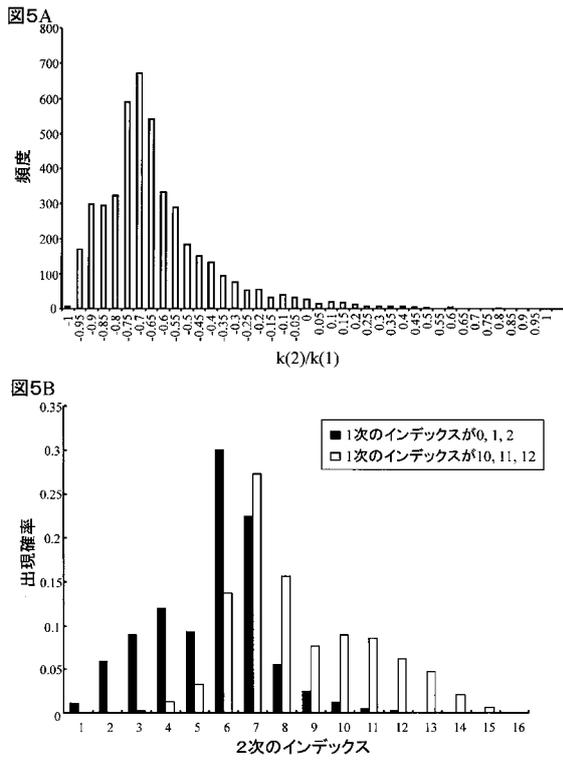


図 4

【 図 5 】



【 図 6 】

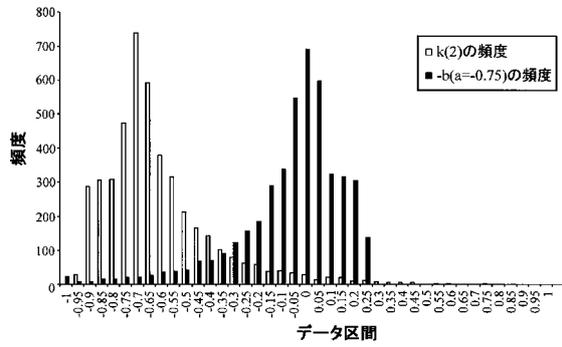


図 6

【 図 7 】

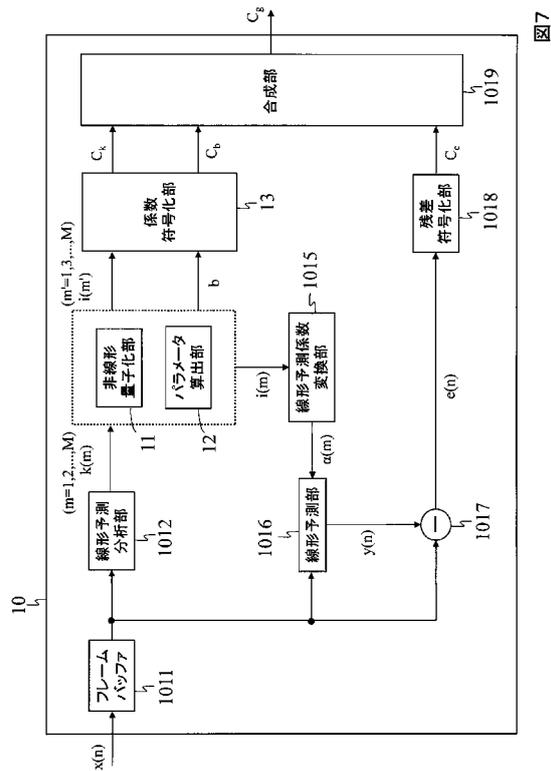


図 7

【 図 8 】

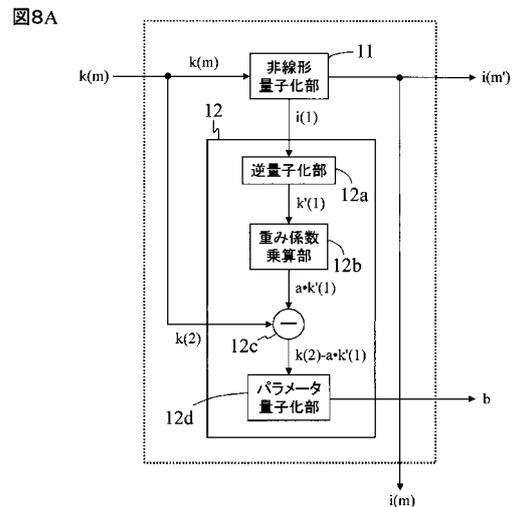
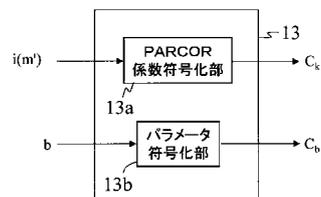
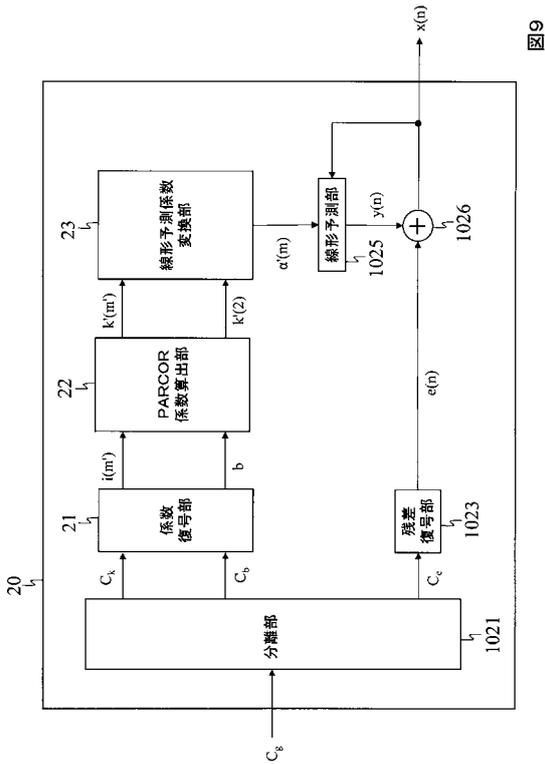


図 8B



【 図 9 】



【 図 10 】

図 10A

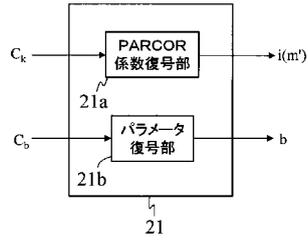
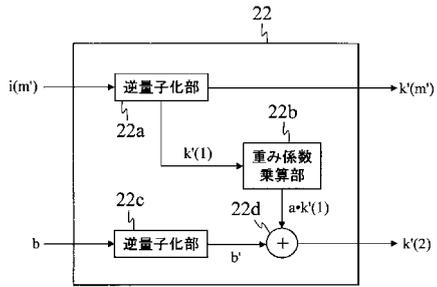


図 10B



【 図 11 】



【 図 12 】



図 12

【図13】

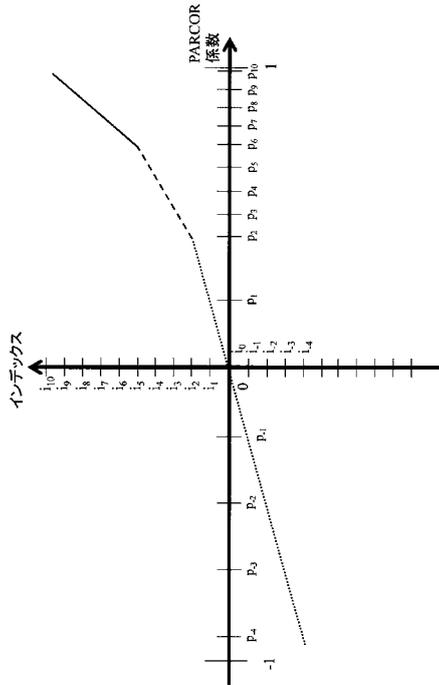


図13

【図14】

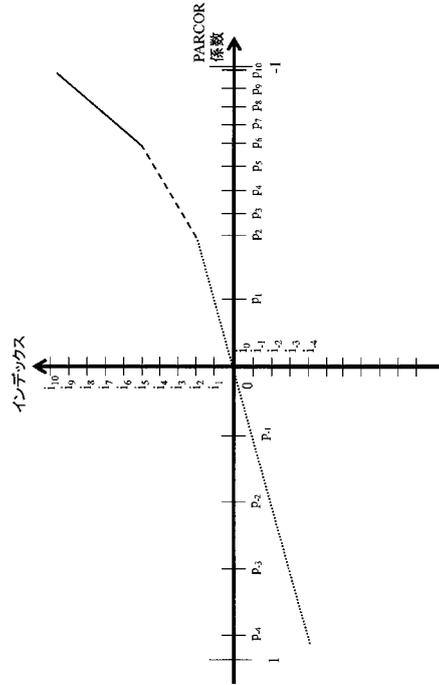


図14

【図15】

図15A

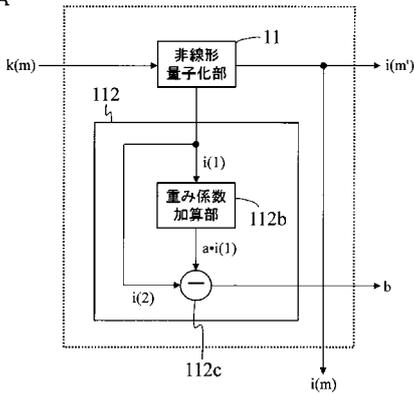
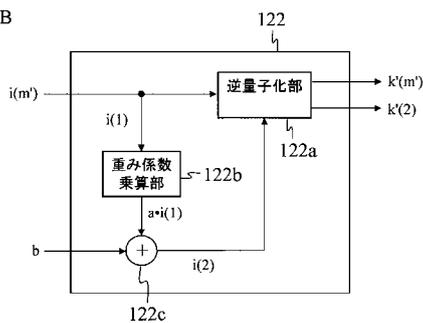


図15B



【図16】



図16

【 図 17 】



図17

【 図 18 】

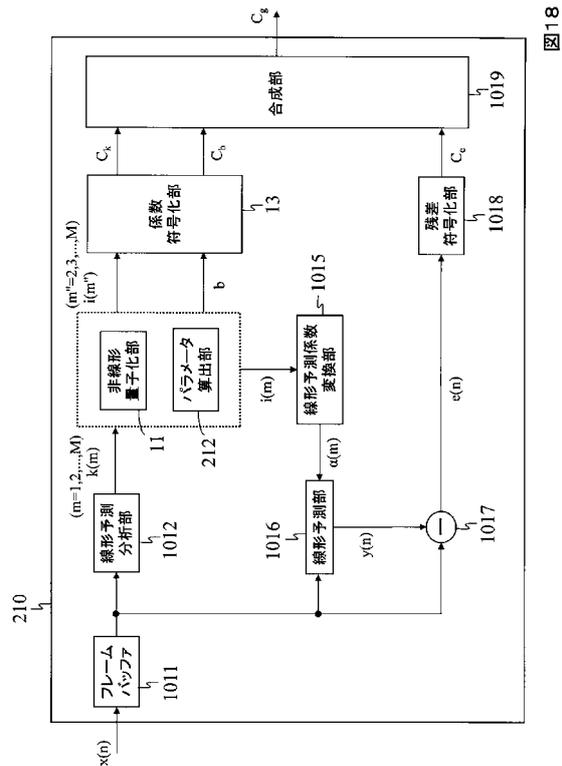


図18

【 図 19 】

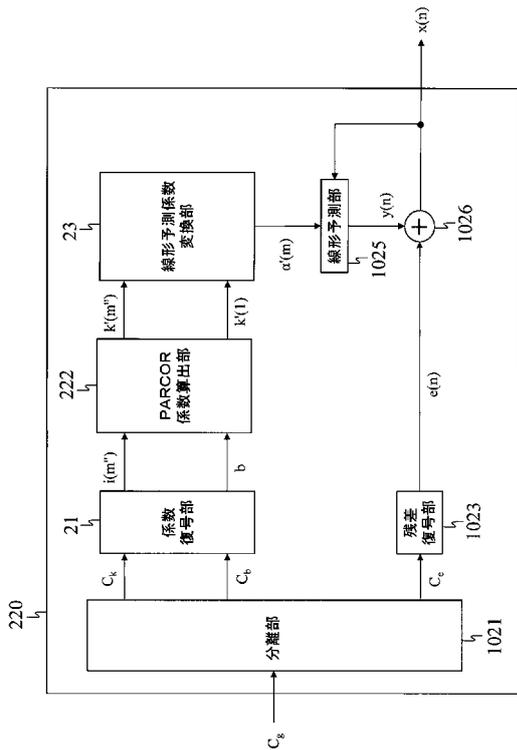
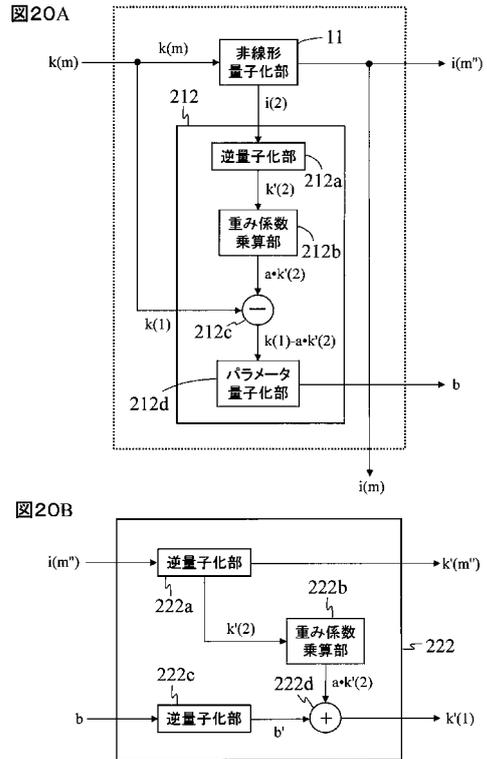


図19

【 図 20 】



【 図 2 1 】

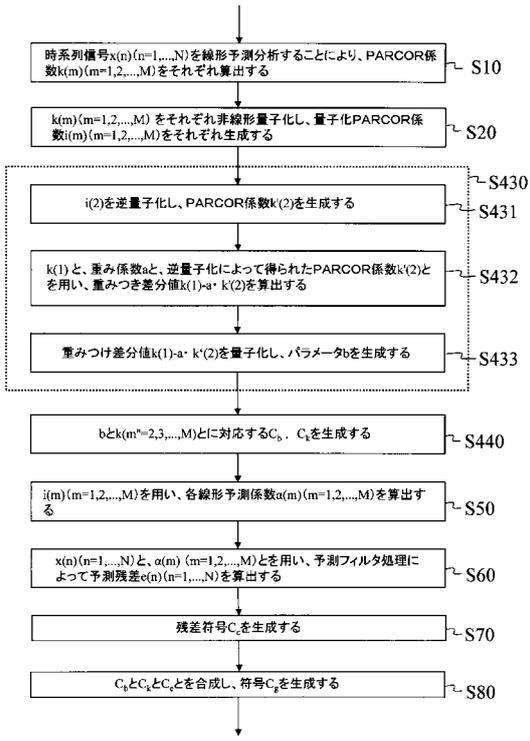


図21

【 図 2 2 】

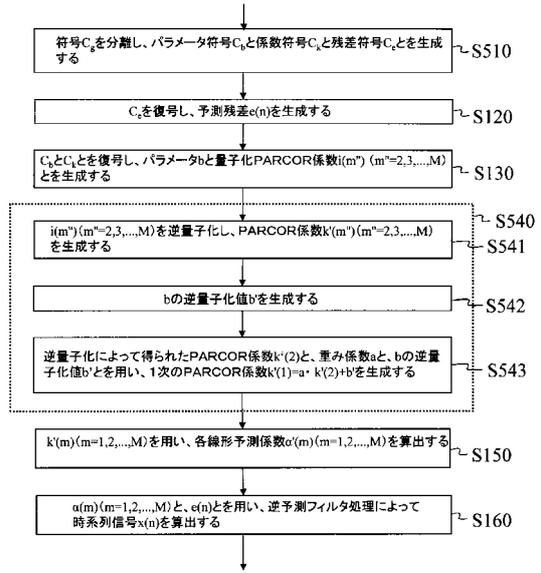


図22

【 図 2 3 】

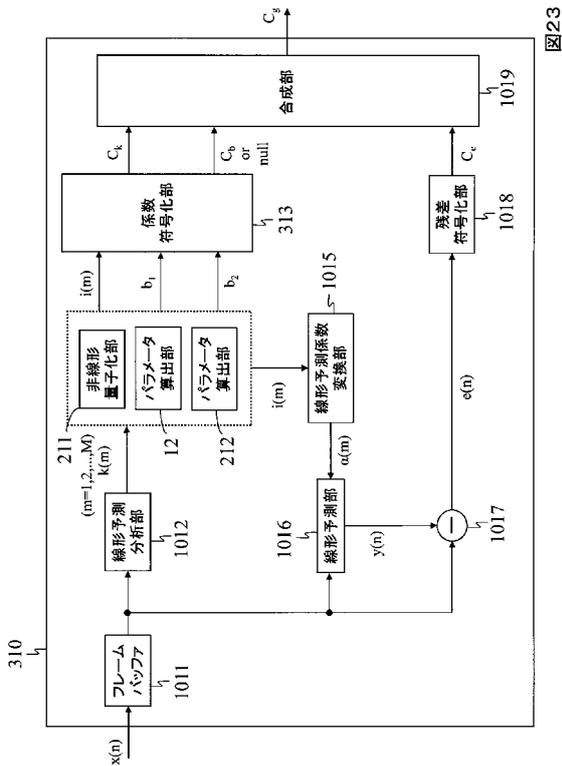


図23

【 図 2 4 】

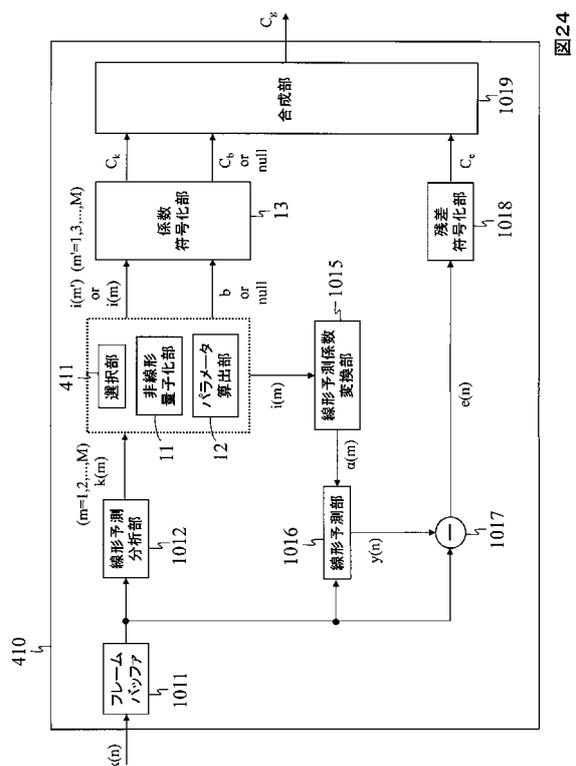


図24

【図25】

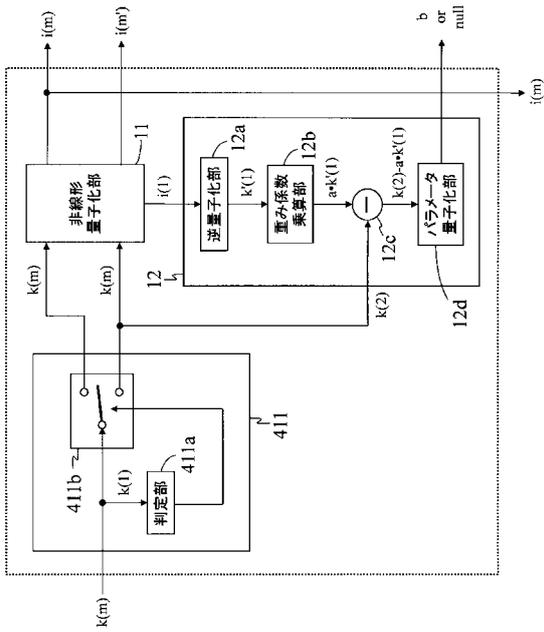


図25

【図26】

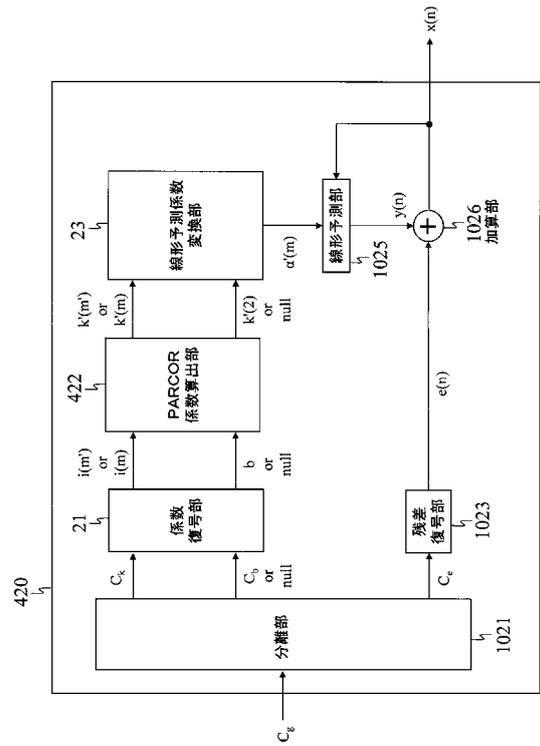


図26

【図27】

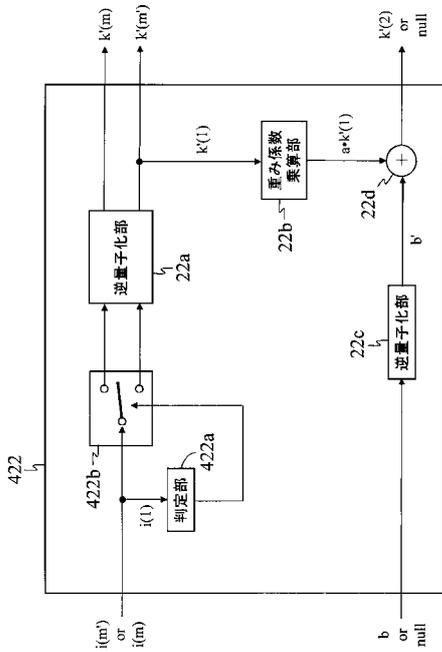


図27

【図28】

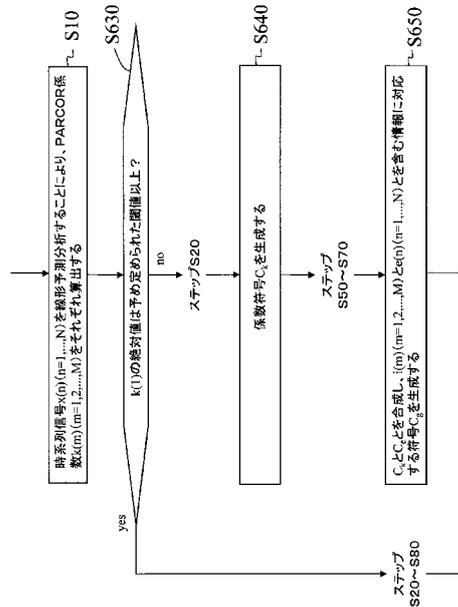


図28

【 図 29 】

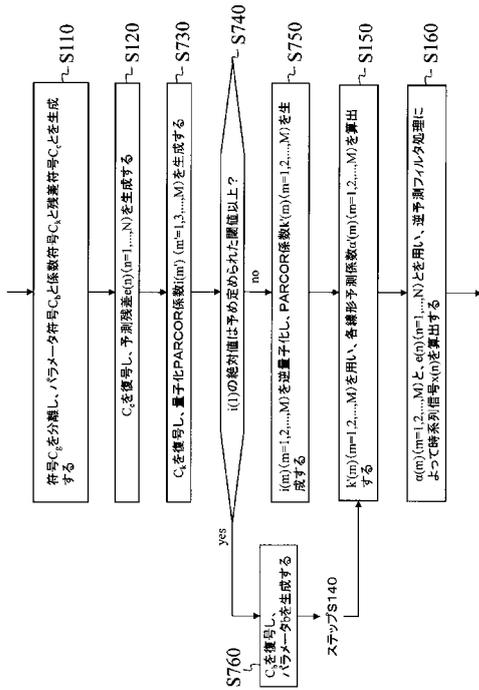


図29

【 図 30 】

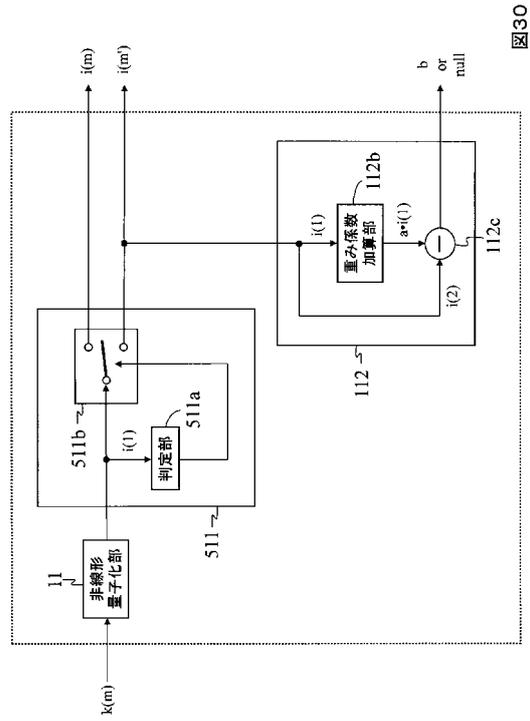


図30

【 図 31 】

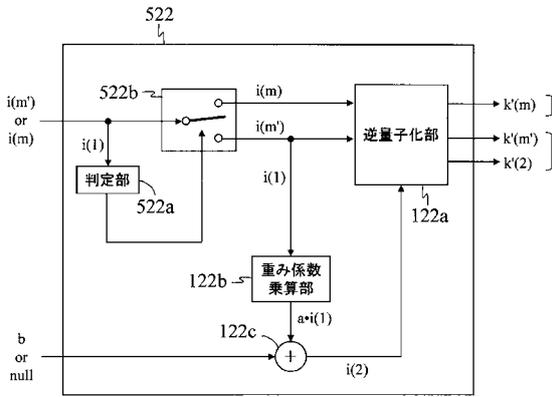


図31

【 図 32 】

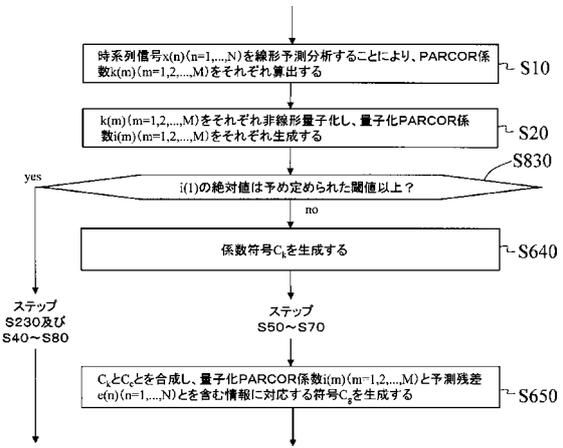


図32

【 図 3 3 】

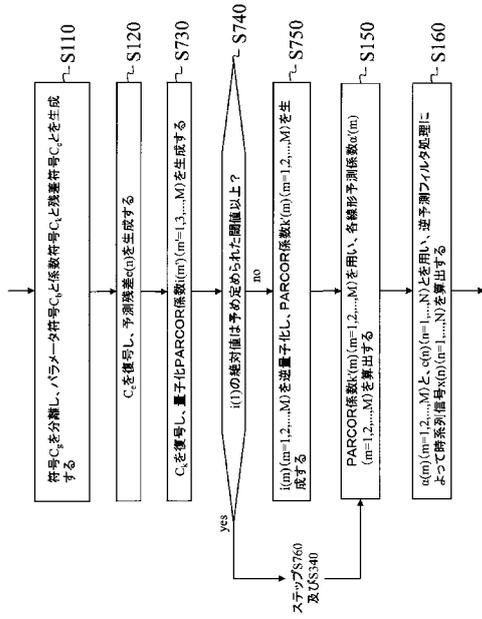


図 33

【 図 3 4 】

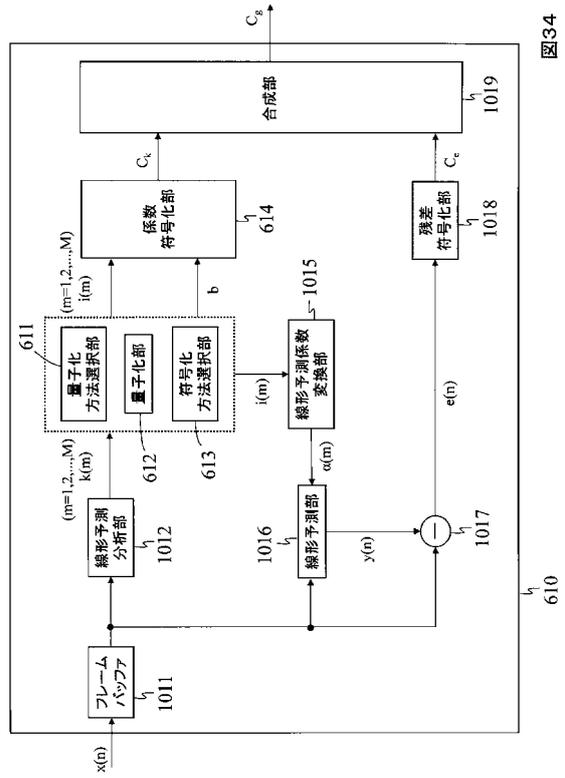


図 34

【 図 3 5 】

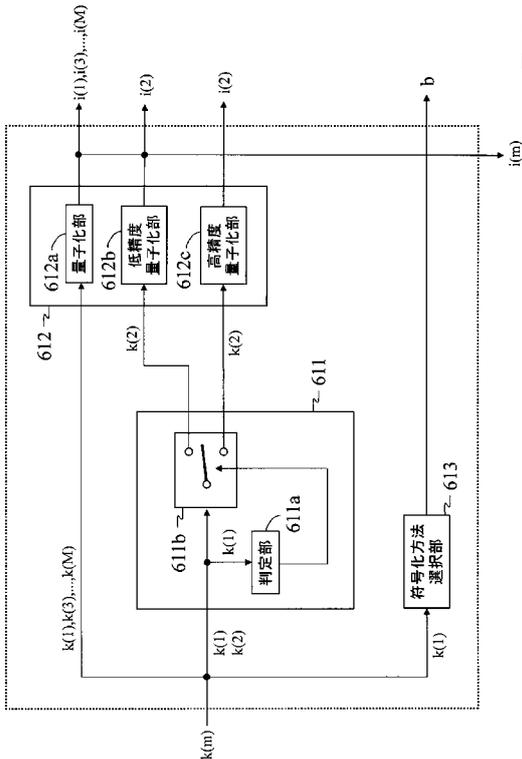


図 35

【 図 3 6 】

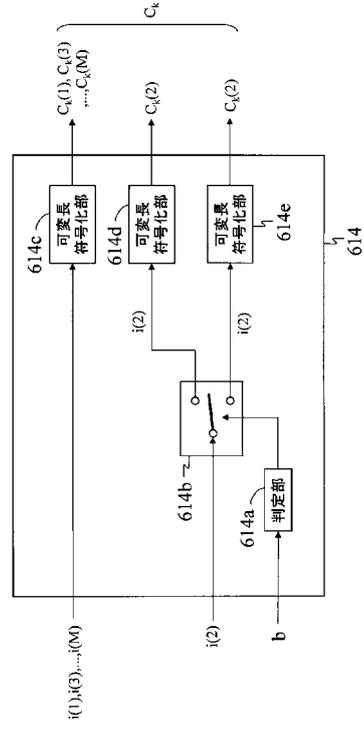


図 36

【図37】

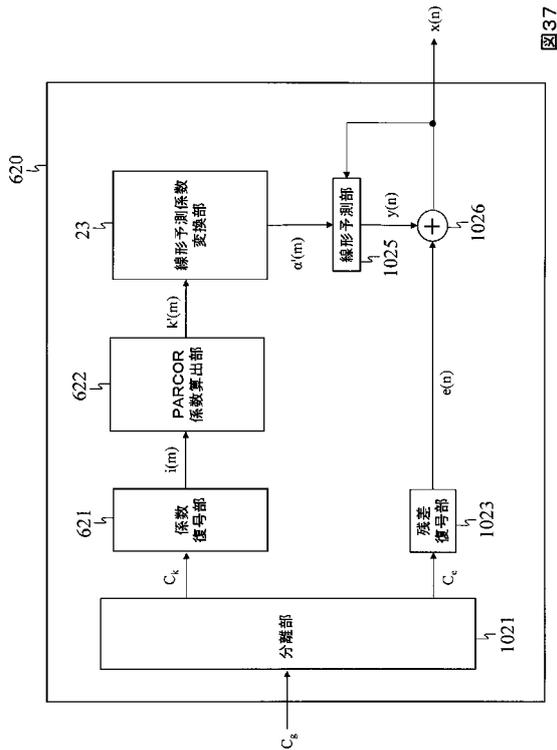


図37

【図38】

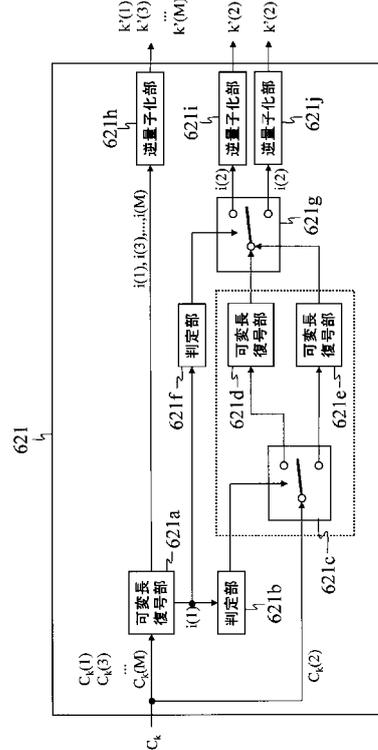


図38

【図39】

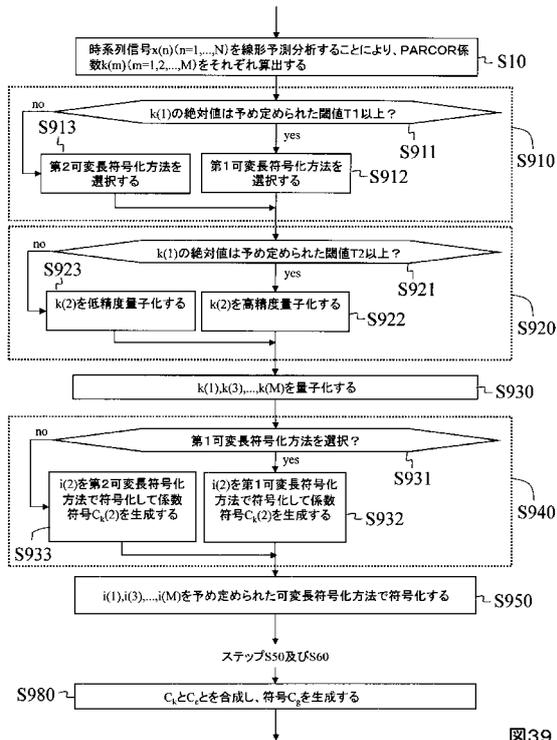


図39

【図40】

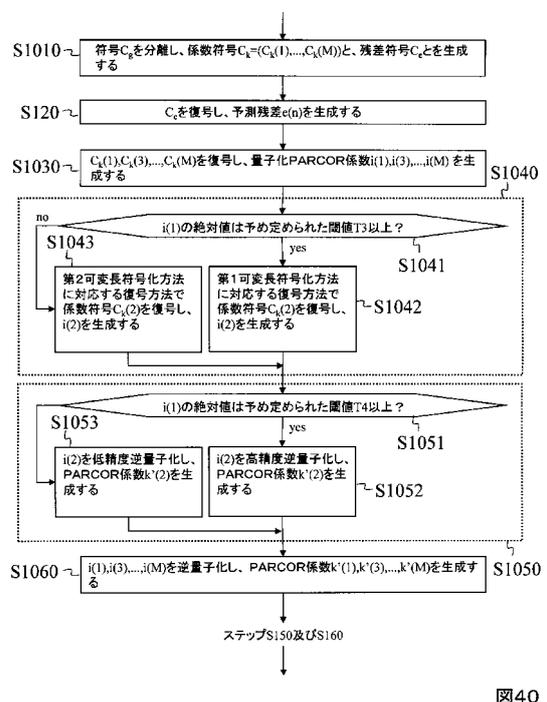


図40

フロントページの続き

(72)発明者 守谷 健弘
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 菊地 陽一

(56)参考文献 特開2008-209637(JP,A)
特開平07-074642(JP,A)
国際公開第2008/142836(WO,A1)
特開2010-066335(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G10L 19/06
G10L 19/13
G10L 19/18
H03M 7/40