

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4691050号
(P4691050)

(45) 発行日 平成23年6月1日(2011.6.1)

(24) 登録日 平成23年2月25日(2011.2.25)

(51) Int. Cl. F I
G 1 O L 11/00 (2006.01) G 1 O L 11/00 I O I C
G 1 O L 19/06 (2006.01) G 1 O L 19/06 B

請求項の数 28 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2007-17921 (P2007-17921)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成19年1月29日 (2007.1.29)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2008-185701 (P2008-185701A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成20年8月14日 (2008.8.14)	(74) 代理人	100121706
審査請求日	平成21年1月5日 (2009.1.5)		弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(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
		(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】 PARCOR係数算出方法、及びその装置とそのプログラムと、その記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎にフレーム分割するフレーム化部の出力信号を入力とし、逐次次数を増やしてPARCOR係数を求めるPARCOR係数算出装置において、

上記フレーム化部の出力信号を入力として、初期値としての前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルと1次のPARCOR係数を設定する初期値設定部と、

上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として、前向き予測誤差サンプルを更新する前向き予測誤差更新部と、

上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として、後向き予測誤差サンプルを更新する後向き予測誤差更新部と、

上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルを入力として、前向き予測誤差符号長と後向き予測誤差符号長の絶対値を微分可能な連続関数を利用して近似する符号長近似部と、

上記前向き予測誤差符号長と上記後向き予測誤差符号長を累計した符号量を各次のPARCOR係数で偏微分した値が0となるPARCOR係数を数値解析手段により求めるPARCOR係数算出部とを、

具備することを特徴とするPARCOR係数算出装置。

【請求項2】

離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎にフレーム分割するフレーム化部の出

10

20

力信号を入力とし、逐次次数を増やしてPARCOR係数を求めるPARCOR係数算出装置において、

上記フレーム化部の出力信号を入力として、初期値としての前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルと1次のPARCOR係数を設定する初期値設定部と、

上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として、前向き予測誤差サンプルを更新する前向き予測誤差更新部と、

上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として、後向き予測誤差サンプルを更新する後向き予測誤差更新部と、

上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルの振幅が大きいほど抑圧する重み係数を生成する重み係数生成部と、

上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルとの内積値を演算し、上記内積値に上記重み係数を乗算する内積演算部と、

上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルの、それぞれのエネルギー値を演算し、上記それぞれのエネルギー値に上記重み係数を乗算するエネルギー演算部と

、
上記重み係数が乗算された内積値を、上記重み係数が乗算されたエネルギー値の平均で除し、上記PARCOR係数を算出する除算部を備えることを特徴とするPARCOR係数算出装置。

【請求項3】

請求項2に記載のPARCOR係数算出装置において、

上記重み係数生成部は、上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルの振幅を評価し、振幅に対応した重み係数を重み係数テーブルから読み出して上記重み係数とするものであることを特徴とするPARCOR係数算出装置。

【請求項4】

離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎にフレーム分割するフレーム化部の出力信号を入力とし、逐次次数を増やしてPARCOR係数を求めるPARCOR係数算出装置において、

上記フレーム化部の出力信号を入力として、初期値としての前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルと1次のPARCOR係数を設定する初期値設定部と、

上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として、前向き予測誤差サンプルを更新する前向き予測誤差更新部と、

上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として、後向き予測誤差サンプルを更新する後向き予測誤差更新部と、

上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差からPARCOR係数を算出するPARCOR係数算出部とを、具備し、

上記PARCOR係数算出部は、上記前向き予測誤差のエネルギーと上記後向き予測誤差のエネルギーとの和を上記PARCOR係数と無関係な、それぞれの予測誤差のエネルギーとして近似する誤差近似部と、

上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差との内積値に乗ずる重み係数と、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差のエネルギー値のそれぞれに乗ずる重み係数とを生成する重み係数生成部と、

上記重み係数が乗算された内積値を、上記重み係数が乗算されたエネルギー値の平均で除し、上記PARCOR係数を算出する除算部を備えることを特徴とするPARCOR係数算出装置。

【請求項5】

請求項4に記載のPARCOR係数算出装置において、

上記誤差近似部は、PARCOR係数の次数 m 毎に定数 a_m と定数 b_m とを、PARCOR係数の次数 m が所定の値よりも小さい時は1以下の値に定め、上記次数 m が所定の値より大きい時は1に定め、

上記前向き予測誤差の二乗値と上記後向き予測誤差の二乗値との和に、上記定数 a_m を乗

10

20

30

40

50

算した値を上記前向き予測誤差のエネルギー、上記 m を乗算した値を上記後向き予測誤差のエネルギーとする近似を行うことを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の P A R C O R 係数算出装置において、

上記定数 m と定数 m が、 $m = m$ であることを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の P A R C O R 係数算出装置において、

上記 P A R C O R 係数算出部は、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差との内積値と、上記前向き予測誤差のエネルギー値と上記後向き予測誤差のエネルギー値との和、それぞれに同じ重み係数を乗じた値を用いて P A R C O R 係数を算出するものであることを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

10

【請求項 8】

請求項 7 に記載の P A R C O R 係数算出装置において、

上記 P A R C O R 係数算出部は、上記フレーム内の上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差の絶対値の平均値を算出する絶対値平均算出部と、

上記絶対値平均値と上記サンプルの予測誤差とを比較する比較部と、

を具備し、上記サンプルの予測誤差が上記絶対値平均値より小の場合は、重みを考慮せず、上記サンプルの予測誤差が上記絶対値平均値より大の場合は、サンプルの予測誤差に上記各サンプルの予測誤差の平方根の逆数が重み係数として乗算された上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差とから P A R C O R 係数を算出するものであることを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

20

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の P A R C O R 係数算出装置において、

上記 P A R C O R 係数算出部は、P A R C O R 係数を求める動作を繰り返す繰り返し部と、

上記繰り返し部の繰り返し動作を終了させるか否かを判定し上記繰り返し部に終了信号を出力する終了判定部とを、具備するものであることを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の P A R C O R 係数算出装置において、

上記終了判定部は、上記繰り返し部の繰り返し回数が所定回数に達すると、終了信号を出力する回数判定部を具備するものであることを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

30

【請求項 11】

請求項 9 に記載の P A R C O R 係数算出装置において、

上記終了判定部は、上記繰り返し求められた前回の P A R C O R 係数と今回の P A R C O R 係数の差が所定値以下になると、終了信号を出力する収束判定部を具備するものであることを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 の何れかに記載した P A R C O R 係数算出装置において、

上記符号長近似部は、上記フレーム内の上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差の絶対値の平均値を算出する絶対値平均算出部と、上記可変長符号化開始ビット数を決定する可変長符号化開始ビット計算部とからなる可変長符号化開始ビット設定部を具備し、

40

上記 P A R C O R 係数算出部は、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差との内積値に乗ずる重み係数と、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差のエネルギー値のそれぞれに乗ずる重み係数とを生成する重み係数生成部を具備し、

上記可変長符号化開始ビット数以上の上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差とに乗ずる上記重み係数と、上記可変長符号化開始ビット数未満に乗ずる上記重み係数とが異なることを特徴とする P A R C O R 係数算出装置。

【請求項 13】

50

請求項 1 2 に記載した P A R C O R 係数算出装置において、
 上記可変長符号化開始ビット数未満の上記それぞれの予測誤差信号に掛けられる重みは、
 上記可変長符号化開始ビット以上に掛けられる重み以下であることを特徴とする P A R
 C O R 係数算出装置。

【請求項 1 4】

離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎にフレーム分割するフレーム化部の出力信号を入力とし、逐次次数を増やして P A R C O R 係数を求める P A R C O R 係数算出方法において、

初期値設定部が、上記フレーム化部の出力信号を入力として、初期値としての前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルと 1 次の P A R C O R 係数を設定する初期値設定過程と、

10

前向き予測誤差サンプル生成部が、上記初期値及び 1 サンプル前の P A R C O R 係数を入力として前向き予測誤差サンプルを更新する前向き予測誤差サンプル生成過程と、

後向き予測誤差サンプル生成部が、上記初期値及び 1 サンプル前の P A R C O R 係数を入力として後向き予測誤差サンプルを更新する後向き予測誤差サンプル生成過程と、

符号長近似部が、上記前向き予測誤差更新値と上記後向き予測誤差更新値の、それぞれの振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似して、前向き予測誤差符号長と後向き予測誤差符号長を算出する符号長近似過程と、

P A R C O R 係数算出部の数値解析手段が、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差を累計した符号量を各次の P A R C O R 係数で偏微分した値が 0 となる P A R C O R 係数を算出する P A R C O R 係数算出過程とを、有することを特徴とする P A R C O R 係数算出方法。

20

【請求項 1 5】

離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎にフレーム分割するフレーム化部の出力信号を入力とし、逐次次数を増やして P A R C O R 係数を求める P A R C O R 係数算出方法において、

初期値設定部が、上記フレーム化部の出力信号を入力として、初期値としての前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルと 1 次の P A R C O R 係数を設定する初期値設定過程と、

前向き予測誤差サンプル生成部が、上記初期値及び 1 サンプル前の P A R C O R 係数を入力として前向き予測誤差サンプルを更新する前向き予測誤差サンプル生成過程と、

30

後向き予測誤差サンプル生成部が、上記初期値及び 1 サンプル前の P A R C O R 係数を入力として後向き予測誤差サンプルを更新する後向き予測誤差サンプル生成過程と、

重み係数生成部が、上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルの振幅が大きいほど抑圧する重み係数を生成する重み係数生成過程と、

内積演算部が、上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルとの内積値を演算し、上記内積値に上記重み係数を乗算する内積演算過程と、

エネルギー演算部が、上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルの、それぞれのエネルギー値を演算し、上記それぞれのエネルギー値に上記重み係数を乗算するエネルギー演算過程と、

40

除算部が、上記重み係数が乗算された内積値を、上記重み係数が乗算されたエネルギー値の平均で除し、上記 P A R C O R 係数を算出する P A R C O R 係数算出過程とを、有することを特徴とする P A R C O R 係数算出方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載された P A R C O R 係数算出方法において、

上記重み係数生成過程は、上記前向き予測誤差サンプルと上記後向き予測誤差サンプルの振幅を評価し、振幅に対応した重み係数を重み係数テーブルから読み出して上記重み係数とする過程であることを特徴とする P A R C O R 係数算出方法。

【請求項 1 7】

離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎にフレーム分割するフレーム化部の出

50

力信号を入力とし、逐次次数を増やしてPARCOR係数を求めるPARCOR係数算出方法において、

初期値設定部が、上記フレーム化部の出力信号を入力として、初期値としての前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルと1次のPARCOR係数を設定する初期値設定過程と、

前向き予測誤差サンプル生成部が、上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として前向き予測誤差サンプルを更新する前向き予測誤差サンプル生成過程と、

後向き予測誤差サンプル生成部が、上記初期値及び1サンプル前のPARCOR係数を入力として後向き予測誤差サンプルを更新する後向き予測誤差サンプル生成過程と、

PARCOR係数算出部が、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差からPARCOR係数を算出するPARCOR係数算出過程とを、具備し、

10

上記PARCOR係数算出過程は、上記前向き予測誤差のエネルギーと上記後向き予測誤差のエネルギーとの和を上記PARCOR係数と無関係な、それぞれの予測誤差のエネルギーとして近似する誤差近似ステップと、

上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差との内積値に乗ずる重み係数と、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差のエネルギー値のそれぞれに乗ずる重み係数とを生成する重み係数生成ステップと、

上記重み係数が乗算された内積値を、上記重み係数が乗算されたエネルギー値の平均で除し、上記PARCOR係数を算出するPARCOR係数算出過程とを、有することを特徴とするPARCOR係数算出方法。

20

【請求項18】

請求項17に記載のPARCOR係数算出方法において、

上記誤差近似ステップは、上記前向き予測誤差の二乗値と上記後向き予測誤差の二乗値との和を演算するステップと、上記二乗値の和に定数 m を乗算して上記前向き予測誤差のエネルギー、上記二乗値の和に定数 m を乗算して上記後向き予測誤差のエネルギーとする近似を行うステップとを、含むことを特徴とするPARCOR係数算出方法。

【請求項19】

請求項18に記載のPARCOR係数算出方法において、

上記定数 m と m がそれぞれ乗算されるステップの上記定数 m と m が等しい値であることを特徴とするPARCOR係数算出方法。

30

【請求項20】

請求項19に記載のPARCOR係数算出方法において、

内積値に乗ずる重み係数を生成するステップと、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差のエネルギー値に乗ずる重み係数を生成するステップの、重み係数が同じ値であることを特徴とするPARCOR係数算出方法。

【請求項21】

請求項20に記載のPARCOR係数算出方法において、

上記PARCOR係数算出過程は、上記フレーム内の上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差の絶対値の平均値を算出する絶対値平均値算出ステップと、

40

上記前向き予測誤差及び上記後向き予測誤差と上記絶対値平均値とを比較する比較ステップとを備え、

上記サンプルの予測誤差が上記予測誤差の平均値より小の場合は、重みを考慮せず、上記サンプルの予測誤差が上記予測誤差の平均値より大の場合は、サンプルの予測誤差に上記各サンプルの予測誤差の平方根の逆数を重み係数として乗算するステップを含むことを特徴とするPARCOR係数算出方法。

【請求項22】

請求項14乃至21の何れかに記載のPARCOR係数算出方法において、

上記PARCOR係数算出過程は、PARCOR係数を繰り返して求める動作を終了判定部が終了信号を出力するまで、繰り返すステップを含むことを特徴とするPARCOR

50

係数算出方法。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載の P A R C O R 係数算出方法において、

上記終了信号を出力するステップは、上記繰り返し過程の繰り返し回数が、所定回数に達すると終了信号を出力するものであることを特徴とする P A R C O R 係数算出方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 に記載の P A R C O R 係数算出方法において、

上記終了信号を出力するステップは、上記繰り返し求められた前回の P A R C O R 係数と今回の P A R C O R 係数との差が所定値以下になると、終了信号を出力するものであることを特徴とする P A R C O R 係数算出方法。

10

【請求項 2 5】

請求項 1 4 乃至 2 4 の何れかに記載の P A R C O R 係数算出方法において、

符号長近似部内の絶対値平均算出部が、上記フレーム内の上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差の絶対値の平均値を算出する予測誤差平均値算出過程と、

符号長近似部内の可変長符号化開始ビット設定部が、可変長符号化開始ビット数を決定する過程と、

P A R C O R 係数算出部内の重み係数生成部が、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差との内積値に乗ずる重み係数と、上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差のエネルギー値のそれぞれに乗ずる重み係数とを生成する過程とを、備え、

上記可変長符号化開始ビット数以上の上記前向き予測誤差と上記後向き予測誤差とに乗ずる上記重み係数と、上記可変長符号化開始ビット数未満に乗ずる上記重み係数とが異なることを特徴とする P A R C O R 係数算出方法。

20

【請求項 2 6】

請求項 2 5 に記載の P A R C O R 係数算出方法において、

上記可変長符号化開始ビット数未満の上記それぞれの予測誤差信号に掛けられる重みは、上記可変長符号化開始ビットに掛けられる重み以下である過程であることを特徴とする P A R C O R 係数算出方法。

【請求項 2 7】

請求項 1 乃至 1 3 の何れかに記載した各装置としてコンピュータを機能させるための装置プログラム。

30

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載した何れかのプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば音声音響信号などの分析や符号化のための線形予測分析技術を利用する音声予測符号化装置等に用いて好適な、P A R C O R 係数算出方法及び、その装置、そのプログラムとそのプログラムを記憶する記憶媒体に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来から線形予測分析手法のひとつとして自己相関法や共分散法がよく知られている。いずれも予測誤差信号のエネルギーを最小にすることを目的としている。この線形予測分析手法を音声音響信号に利用した一例として、P A R C O R 係数算出装置を用いた音声予測符号化装置 1 2 0 を図 2 0 に示し、その動作を説明する。

【0003】

音声予測符号化装置 1 2 0 は、入力端子 1 2 2 から入力される離散的時系列デジタル信号 x_i 、(i : 整数、以降、デジタル信号 x_i と称す) を、所定サンプル数 N ごとのフレームに分割するフレーム化部 1 2 4 と、各フレーム毎に所定の次数の P A R C O R 係数を算出する P A R C O R 係数算出装置 1 2 6 と、P A R C O R 係数を符号化する P A R

50

C O R 係数量子化部 1 2 8 と、P A R C O R 係数を通常の線形予測係数に変換する係数変換部 1 3 0 と、線形予測係数とデジタル信号 x_i とから予測値を計算し、デジタル信号 x_i から予測値を減算して線形予測誤差信号を生成する線形予測分析フィルタ 1 3 2 と、線形予測誤差信号を例えばエントロピー符号化する予測誤差符号化部 1 3 4 とで構成される。

【 0 0 0 4 】

全極型の線形予測分析手法としては、いくつかあるがその一つとして P A R C O R 係数を直接求める方法が知られている。その算出方法は、非特許文献 1 に B u r g 法として説明されている。

B u r g 法の概要を説明する。B u r g 法では、モデル次数 $m - 1$ の線形予測モデルをモデル次数 m の線形予測モデルに拡張することを考える。つまり、B u r g 法では、線形予測モデルの P A R C O R 係数を、あるモデル次数 $m - 1$ における P A R C O R 係数から当該モデル次数よりも 1 大きいモデル次数 m における P A R C O R 係数を求める漸化関係から算出する。

【 0 0 0 5 】

与えられたデータを x_1, x_2, \dots, x_N とする。このとき、予測誤差フィルター（モデル次数 m の線形予測モデル）にデータ x_1, x_2, \dots, x_N を前向きに通す場合および後向きに通す場合の平均出力 P_m [式 (1) 参照。] が最小になることを条件として採用する。但し、 $\gamma_{m,k}$ ($k = 1, 2, \dots, m$) はモデル次数 m の線形予測係数である。

【 0 0 0 6 】

【数 1】

$$P_m = \frac{1}{2} \frac{1}{N-m} \sum_{i=1}^{N-m} [(x_i + \sum_{k=1}^m \gamma_{m,k} x_{i+k})^2 + (x_{i+m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{m,k} x_{i+m-k})^2] \quad (1)$$

ここで $\gamma_{m,k}$ ($k = 1, 2, \dots, m$) は、式 (2)、つまり式 (3) で表される関係がある [Levinson アルゴリズム；非特許文献 1 参照。]。

【 0 0 0 7 】

【数 2】

$$\begin{bmatrix} 1 \\ \gamma_{m,1} \\ \gamma_{m,2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \gamma_{m,m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \gamma_{m-1,1} \\ \gamma_{m-1,2} \\ \vdots \\ \gamma_{m-1,m-1} \\ 0 \end{bmatrix} + \gamma_{m,m} \begin{bmatrix} 0 \\ \gamma_{m-1,m-1} \\ \gamma_{m-1,m-2} \\ \vdots \\ \gamma_{m-1,1} \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\gamma_{m,k} = \gamma_{m-1,k} + \gamma_{m,m} \cdot \gamma_{m-1,m-k} \quad (3)$$

式 (2) あるいは式 (3) を用いて、式 (1) を書き換えると、式 (4) を得る。

【 0 0 0 8 】

【数3】

$$\begin{aligned}
 P_m &= \frac{1}{2} \frac{1}{N-m} \sum_{i=1}^{N-m} [(f_{m,i} + \gamma_{m,m} g_{m,i})^2 + (g_{m,i} + \gamma_{m,m} f_{m,i})^2] \\
 &= \frac{1}{2} \frac{1}{N-m} \sum_{i=1}^{N-m} [(f_{m+1,i})^2 + (g_{m+1,i-1})^2]
 \end{aligned} \tag{4}$$

ここで、 $f_{m,i}$ は式(5)で表される。 $f_{m,i}$ を後向き予測誤差サンプルと呼ぶことにする。

$g_{m,i}$ は式(6)で表される。 $g_{m,i}$ を前向き予測誤差サンプルと呼ぶことにする。

【0009】

【数4】

$$f_{m,i} = x_i + \gamma_{m-1,1} x_{i+1} + \gamma_{m-1,2} x_{i+2} + \dots + \gamma_{m-1,m-1} x_{i+m-1} \tag{5}$$

$$g_{m,i} = x_{i+m} + \gamma_{m-1,1} x_{i+m-1} + \gamma_{m-1,2} x_{i+m-2} + \dots + \gamma_{m-1,m-1} x_{i+1} \tag{6}$$

なお、前向き予測誤差サンプルおよび後向き予測誤差サンプルには式(7)、式(8)で表される関係がある〔非特許文献1参照。〕。

【0010】

【数5】

$$f_{m,i} = f_{m-1,i} + \gamma_{m-1,m-1} \cdot g_{m-1,i} \tag{7}$$

$$g_{m,i} = g_{m-1,i+1} + \gamma_{m-1,m-1} \cdot f_{m-1,i+1} \tag{8}$$

但し、 $f_{1,i} = x_i$, $g_{1,i} = x_{i+1}$

【0011】

このとき、平均出力 P_m を最小にするという条件から $\gamma_{m,m}$ [いわゆる PARCOR 係数である。] について式(9)を得る。

【数6】

$$\gamma_{m,m} = - \frac{\sum_{i=1}^{N-m} f_{m,i} g_{m,i}}{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-m} (f_{m,i}^2 + g_{m,i}^2)} \tag{9}$$

つまり PARCOR 係数 $\gamma_{m,m}$ は、前向き予測誤差サンプル $g_{m,i}$ ($i = 1, \dots, N-m$; 以下同様、以下サンプルは、特に必要が無いところでは省略する。) と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ の内積〔式(9)の分子に相当する。〕を、前向き予測誤差 $g_{m,i}$ および後向き予測誤差 $f_{m,i}$ の各エネルギーの平均〔以下、「平均エネルギー」という。式(9)の分母に相当する。〕で除したものと表される。

【0012】

なお、モデル次数 m (以下、単に「次数 m 」ともいう。) のときの線形予測係数 $\gamma_{m,k}$ ($k = 1, 2, \dots, m-1$) は式(3)で与えられる。線形予測係数 $\gamma_{m,k}$ ($k = m$) は PARCOR 係数として式(9)で与えられる。

【0013】

従来の PARCOR 係数算出装置 126 の機能構成例を図 21 に、その動作フローを図 22 に示して、更に動作を説明する。PARCOR 係数算出装置 126 は、初期値設定部 136 と、それら初期値と、それぞれの初期値が更新されたそれらの値を記憶するレジスタ 138 と、前向き予測誤差更新部 140 と後向き予測誤差更新部 142 と、PARCOR

10

20

30

40

50

R係数算出部144と、求めるPARCOR係数の次数Mを設定するPARCOR係数次数M設定部146とから構成される。

【0014】

PARCOR係数算出部144は、デジタル信号 x_i を読み込み、初期値として1次の($m=1$)の前向き予測誤差 $g_{1,i} = x_i$ 、後向き予測誤差 $f_{1,i} = x_{i+1}$ を設定する(ステップS10)。そして、初期値設定部156内の1次PARCOR係数生成部136aにおいて、式(9)の演算を行って1次のPARCOR係数 $c_{1,1}$ を算出する(ステップS12)。それら1次の初期値はレジスタ138に記憶される。今、例えばPARCOR係数次数M設定部146に $M=1$ が設定されていたとすると、1次のPARCOR係数 $c_{1,1}$ を求めた段階で動作を終了する(ステップS14、Yes)。

10

【0015】

PARCOR係数次数M設定部146に、より大きな値が設定されていたとすると、ステップS16で次数 m が2次に更新される。次数 m が2に更新されると、前向き予測誤差更新部140は、レジスタ138から1次の前向き予測誤差 $g_{1,i}$ と後向き予測誤差 $f_{1,i}$ と1次のPARCOR係数 $c_{1,1}$ を読み込み、式(8)の演算を行って2次の前向き予測誤差 $g_{2,i}$ を算出し、その値をレジスタ138に記憶すると共にPARCOR係数算出部144に出力する(ステップS18)。なお、レジスタ138は必須の構成要素ではない。各値を各部で記憶するようにしてもよい。

【0016】

後向き予測誤差更新部142も式(7)の演算を行って、前向き予測誤差更新部160と同様に2次の後向き予測誤差 $f_{2,i}$ を算出し、その値をレジスタ138に記憶すると共にPARCOR係数算出部144に出力する(ステップS20)。

20

1個のCPUや、1個のシステムクロックを動作の基本単位にしたハードウェアで構成される装置では、各ステップは時系列的に処理されるのが普通であるが、図21の動作フロー図は、PARCOR係数を演算する式(9)をイメージし易いように、一部の動作ステップを並列に表記している。

【0017】

2次の前向き予測誤差 $g_{2,i}$ と2次の後向き予測誤差 $f_{2,i}$ が、PARCOR係数算出部144に入力され、PARCOR係数算出部144内の内積演算部144aで式(9)の分子に示す内積値 V が演算される。PARCOR係数算出部144内のエネルギー演算部144bでは、ステップS24で2次の前向き予測誤差 $g_{2,i}$ のエネルギー F を算出し、ステップS26で2次の後向き予測誤差 $f_{2,i}$ のエネルギー G を算出し、ステップS28で式(9)の分母に相当する演算を行う。

30

【0018】

そしてPARCOR係数算出部144内の除算部144cにおいて2次のPARCOR係数 $c_{2,2}$ が演算される(ステップS30)。更新されたPARCOR係数 $c_{2,2}$ は、外部に出力されると共にレジスタ138に記憶される。PARCOR係数次数M設定部146の設定値 M が2であると、2次のPARCOR係数を算出した時点で動作を終了する(ステップS14)。 M が $m=2$ より大きな値の場合は、ステップS16からの処理を $m=M$ になるまで繰り返してより高次のPARCOR係数を算出する動作を繰り返す。なお、PARCOR係数次数M設定部146で設定される M は、固定値としてPARCOR係数算出部144内に持たせてもよい。

40

【非特許文献1】日野幹雄著、“スペクトル解析”、12.4章、朝倉書店、1979

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

しかしながら従来の方法で求めたPARCOR係数を用いて、例えば音声符号化装置を構成した場合に、求めた線形予測誤差信号をエントロピー符号化しても符号量が最小にならない。良く知られているようにエントロピー符号化は、発生頻度の対数に符号長を比例させるものである。つまり、発生頻度の大きな入力に、ビット数の少ない符号を割り当て

50

ることで、全体の符号量を減らす方法である。通常の声の圧縮では、符号長が振幅に比例するライス符号が使われ、符号量を最小にするためには振幅の絶対値の和を最小化する必要があり、平均出力 P_m (式(4)) を最小とする関係から得られた PARCOR 係数から求められた線形予測誤差信号を、エントロピー符号化しても符号量は最小にならない。

【0020】

この発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、平均出力 P_m を最小とする関係からではなく前向き予測誤差と後向き予測誤差の振幅の絶対値を最小化の近似を行ってする基準で PARCOR 係数を求めることで、線形予測誤差信号をエントロピー符号化する際の符号量を小さくすることが出来る PARCOR 係数算出方法、及びその装置とそのプログラムと、その記憶媒体を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0021】

この発明による PARCOR 係数算出装置は、離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎にフレーム分割するフレーム化部の出力信号を入力とし、逐次次数を増やして PARCOR 係数を求める PARCOR 係数算出装置であり、初期値設定部と前向き予測誤差サンプル生成部と後向き予測誤差サンプル生成部と符号長近似部と PARCOR 係数算出部とを具備する。

【0022】

初期値設定部は、フレーム化部の出力信号を入力として、初期値としての前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルと1次の PARCOR 係数を設定する。

20

前向き予測誤差サンプル生成部は、フレーム化部の出力信号と初期値設定部が設定した初期値と1サンプル前の PARCOR 係数を入力として、前向き予測誤差サンプルを生成する。

後向き予測誤差サンプル生成部は、フレーム化部の出力信号と初期値設定部が設定した初期値と1サンプル前の PARCOR 係数を入力として、後向き予測誤差サンプルを生成する。

【0023】

符号長近似部は、前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルの、それぞれの振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似して、前向き予測誤差符号と後向き予測誤差符号を算出する。

30

PARCOR 係数算出部内の数値解析手段が、前向き予測誤差符号と後向き予測誤差符号を累計した符号量を各次の PARCOR 係数で偏微分した値が0となる PARCOR 係数を算出する。

【0024】

又は、この発明による PARCOR 係数算出装置は、前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルの振幅が大きいほど抑圧する重み係数を生成する重み係数生成部と、

前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルとの内積値を演算し、内積値に上記重み係数を乗算する内積演算部と、

前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルの、それぞれのエネルギー値を演算し、それぞれのエネルギー値に上記重み係数を乗算するエネルギー演算部と、

40

重み係数が乗算された内積値を、重み係数が乗算されたエネルギー値の平均値で除算する除算部とを備え、

重み係数が乗算された内積値を、重み係数が乗算されたエネルギー値の平均値で除算して PARCOR 係数を算出する。

【発明の効果】

【0025】

この発明によれば、PARCOR 係数を求めるにあたって、従来の平均出力 P_m を最小にする関係からではなく前向き予測誤差と後向き予測誤差の振幅の絶対値を最小化する基準で PARCOR 係数を求める。この発明による PARCOR 係数算出装置を例えば音声

50

符号化装置に利用すると、従来のPARCOR係数算出装置を用いて求めた線形予測誤差信号の符号量よりも符号量を減らすことが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。複数の図面中同一のものには同じ参照符号を付し、説明は繰り返さない。

【実施例1】

【0027】

この発明のPARCOR係数算出装置10の実施例1の機能構成例を図1に、動作フローを図2に示す。この発明のPARCOR係数算出装置10は、従来技術の一例として図19に示した音声予測符号化装置120内のPARCOR係数算出装置126に相当するものである。

10

【0028】

PARCOR係数算出装置10は、符号長近似部12が、前向き予測誤差更新部140及び後向き予測誤差更新部142と、PARCOR係数算出部14との間に配置されている点、及び、PARCOR係数算出部14が数値解析手段14aを備え、PARCOR係数を数値解析で導出する点が、従来技術で説明したPARCOR係数算出装置124と異なる。

この実施例1の要部は、符号長近似部12で前向き予測誤差と上記後向き予測誤差の、それぞれの振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似する部分と、PARCOR係数算出部14内に数値解析手段14aを備える部分である。

20

【0029】

従来のPARCOR係数の算出方法は、上記したように平均出力 P_m を最小にする条件から求められる。式(4)から分かるように、前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ の二乗和の最小化基準で、従来はPARCOR係数を求めていた。しかし、予測誤差をエントロピー符号化した後の符号量を最小化するためには、前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ の振幅の絶対値の和を最小化する基準でPARCOR係数を求めた方が目的に近くなる。

【0030】

予測誤差の振幅の頻度分布は指数分布で近似できる。前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ (以降、予測誤差信号とも称す)の振幅 x_i の頻度分布を模式的に図3(a)に示す。図3(a)の横軸は、予測誤差信号の振幅 x_i 、縦軸はその頻度である。予測誤差信号の振幅 x_i の頻度分布は、振幅が小さいと頻度 F が高く、振幅が大きいと頻度 F が低くなる。すなわち頻度の対数は振幅に比例する例えば、 $e^{-a \cdot x}$ のような指数関数で近似できる。

30

【0031】

これを横軸を時間、縦軸を予測誤差信号の±振幅 x_i で時系列に模式的に表わすと、図3(b)のように表わせる。つまり、振幅 x_i の小さな予測誤差信号が多く、振幅の大きな予測誤差信号が少ない。

【0032】

したがって、符号量を最小化する目的で、振幅が小さい予測誤差信号の符号長を小さく、振幅が大きい予測誤差信号の符号長を大きくする近似を行う。その関係を図3(c)に模式的に示す。図3(c)の横軸は中央を0として一方は+振幅、他方は-振幅であり、縦軸は符号長を表わす。符号長は予測誤差信号の振幅が0でも0にはならず所定の値を持つ。

40

【0033】

振幅の絶対値が大きくなればそれに比例して符号長も大きくなる。このように近似した符号長から符号量を求め、この符号量を最小化するようにPARCOR係数を求める。こうして求めたPARCOR係数から予測誤差信号を求めると、フレーム全体の符号量を最小化することが出来る。なお、PARCOR係数を順次決定するにあたり、次数毎に異な

50

る誤差基準を使ってもよい。

【0034】

例えばライス符号でエントロピー符号化した場合、予測誤差信号の1サンプル当たりの符号長は、予測誤差信号の振幅 x_i の2倍で近似出来る。これは、ライス符号の符号長 $E(x_i)$ が、振幅 x_i に対して式(10)に示す関係であることによる。

$$E(x_i) = 2 |x_i + 0.25| + 0.5 \quad (10)$$

ところが、絶対値は微分値が常に一定で、原点で微分出来ないのので、微分に基づく最小化基準として使えない。

【0035】

そこでこの発明では、予測誤差信号の振幅の絶対値を近似する微分可能な連続関数を用いる。この実施例1では、その連続関数の一つとして式(11)に示す関数を使うことを考える。

$$E(x_i) = 2 (\delta + x_i^q)^{1/q} \quad (11)$$

【0036】

ここで δ は定数である。特に $q = 2$ の場合が計算上簡便である(式(12))。

【数7】

$$E(x_i) = 2 \sqrt{\delta + x_i^2} \quad (12)$$

$E(x_i)$ を振幅 x_i で微分する(式(13))。

【数8】

$$\frac{dE(x_i)}{dx_i} = \frac{2x_i}{\sqrt{\delta + x_i^2}} \quad (13)$$

式(13)をPARCOR係数 $\gamma_{m,m}$ で微分する(式14)。

【数9】

$$\frac{dE(x_i)}{d\gamma_{m,m}} = \frac{dE(x_i)}{dx_i} \frac{dx_i}{d\gamma_{m,m}} = \frac{2x_i}{\sqrt{\delta + x_i^2}} \frac{dx_i}{d\gamma_{m,m}} \quad (14)$$

【0037】

式(14)から x_i がより十分大きいときは、 $2x_i$ で近似出来る。 x_i がより小さい時は、式(13)から x_i の微分が一次関数 $2x_i$ で近似できるから x_i は二次関数で近似できる。

【0038】

式(12)の $\delta = 0.5$ とした符号長の特性を図4に示す。横軸は予測誤差信号 x_i の振幅、縦軸は符号長 $E(x_i)$ である。振幅 = 0 の時の符号長は1.414、振幅 = ± 1 の符号長は2.44、振幅 = ± 2 の符号長は4.24、振幅 ± 7 以上の振幅は、 $2x_i$ の一次関数である。つまり、予測誤差信号 x_i の振幅の絶対値に比例した符号長を得ることが出来る。

このように近似した絶対値近似誤差による全体の推定符号量 J_{total} は、式(16)で計算出来る。

【数10】

$$J_{total} = \sum_{i=1}^{N-m} (E(\xi_i) + E(\eta_i)) \quad (16)$$

【0039】

但し、 $E(x_i)$ と $E(-x_i)$ は、式(17)と(18)に示すように後向き予測誤差更新部142及び前向き予測誤差更新部140において更新された予測誤差更新値を式(12)で近似した値である。つまり、符号長近似部12は、それぞれの予測誤差更新値の

10

20

30

40

50

振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似（図2のステップS32、S34）して、PARCOR係数算出部14に出力する。

【数11】

$$E(\xi_i) = 2\sqrt{\delta + (f_{m+1, i})^2} \quad (17)$$

$$E(\eta_i) = 2\sqrt{\delta + (g_{m+1, i-1})^2} \quad (18)$$

この実施例のPARCOR係数算出部14内で使われる予測誤差更新値は、式(17)及び(18)の近似が行われた値である。

【0040】

J_{total} をPARCOR係数 $\gamma_{m, m}$ で最小化する目的で式(16)を、PARCOR係数 $\gamma_{m, m}$ で微分して0と置いた式を解く。

【数12】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m, m}} = \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{dE(\xi_i)}{d\xi_i} \frac{d\xi_i}{d\gamma_{m, m}} + \frac{dE(\eta_i)}{d\eta_i} \frac{d\eta_i}{d\gamma_{m, m}} \right) = 0 \quad (17-1)$$

参考までに $E(x_i) = x_i^2$ の場合は、

【数13】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m, m}} = \sum_{i=1}^{N-m} (f_{m, i} + \gamma_{m, m} \cdot g_{m, i})g_{m, i} + \sum_{i=1}^{N-m} (g_{m, i} + \gamma_{m, m} \cdot f_{m, i})f_{m, i} = 0 \quad (18-1) \quad 20$$

式(18-1)からPARCOR係数 $\gamma_{m, m}$ を求めると式(9)になる。

【0041】

この実施例では、上記した式(12)を用いて予測誤差信号の振幅の絶対値を近似しているので、式(19)を満たすPARCOR係数 $\gamma_{m, m}$ をPARCOR係数算出部14内の数値解析手段14aで数値解析により導出される（ステップS36）。

【数14】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m, m}} = \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{(f_{m, i} + \gamma_{m, m} \cdot g_{m, i})g_{m, i}}{\sqrt{\delta + (f_{m, i} + \gamma_{m, m} \cdot g_{m, i})^2}} \right) + \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{(g_{m, i} + \gamma_{m, m} \cdot f_{m, i})f_{m, i}}{\sqrt{\delta + (g_{m, i} + \gamma_{m, m} \cdot f_{m, i})^2}} \right) = 0 \quad (19) \quad 30$$

このようにして求めたPARCOR係数は、絶対値近似誤差の振幅を最小にするものであるので、そのPARCOR係数に基づいて求めた線形予測誤差をエントロピー符号化した際の符号量を最小にすることが出来る。

【0042】

なお、全体の推定符号量 J_{total} を、前向き予測誤差符号長と後向き予測誤差符号長とを累計した符号量を最小にする関係からPARCOR係数 $\gamma_{m, m}$ を求める方法で説明を行ったが、式(20)、(21)に示すように前向き予測誤差符号長若しくは後向き予測誤差符号長の一方の推定符号量を微分して0と置いた式を解くことでPARCOR係数 $\gamma_{m, m}$ を求めることも可能である。

【数15】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m, m}} = \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{dE(\xi_i)}{d\xi_i} \frac{d\xi_i}{d\gamma_{m, m}} \right) = 0 \quad (20)$$

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m, m}} = \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{dE(\eta_i)}{d\eta_i} \frac{d\eta_i}{d\gamma_{m, m}} \right) = 0 \quad (21)$$

【実施例2】

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

予測誤差信号の振幅の絶対値近似誤差による符号量 J を、PARCOR 係数 $\gamma_{m,m}$ で偏微分した式 (19) の分母である $u_{m,i} = (f_{m,i} + \gamma_{m,m} \cdot g_{m,i})^2$ と $v_{m,i} = (g_{m,i} + \gamma_{m,m} \cdot f_{m,i})^2$ は、本来 PARCOR 係数 $\gamma_{m,m}$ の関数であるので、式 (19) は、手間のかかる数値解析を用いないと解けない。

【 0 0 4 4 】

そこで、実施例 2 では、前向き予測誤差のエネルギー $u_{m,i}$ と後向き予測誤差のエネルギー $v_{m,i}$ を、PARCOR 係数 $\gamma_{m,m}$ とは無関係なエネルギーの推定値とする近似を導入する。つまり、式 (22)、(23) のように近似する。

【 数 1 6 】

$$u_{m,i} \approx \phi_m (f_{m,i}^2 + g_{m,i}^2) \quad (22)$$

$$v_{m,i} \approx \varphi_m (f_{m,i}^2 + g_{m,i}^2) \quad (23)$$

【 0 0 4 5 】

ここで ϕ_m と φ_m は、個々の予測誤差信号に依存しない 1 以下の定数である。低次すなわち m が小さい時には、一般に $\gamma_{m,m}$ が大きく、近似する前の式 (19) の分母の $(f_{m,i} + \gamma_{m,m} \cdot g_{m,i})^2$ や $(g_{m,i} + \gamma_{m,m} \cdot f_{m,i})^2$ は、次の次数の予測誤差信号のエネルギーの和そのものの値 $(f_{m,i}^2 + g_{m,i}^2)$ よりも小さい場合が多い。そこで、m が小さい時には ϕ_m と φ_m を 1 より小さい値に設定し、m が大きい

場合、例えば m が 10 以上の範囲では 1 に設定するとよい。

例えば、 ϕ_m と φ_m は、 $\phi_m = \gamma_{m-1,m-1} (1 - \gamma_{m-1,m-1}^2)$ 、 $\varphi_m = \gamma_{m-1,m-1} (1 - \gamma_{m-1,m-1}^2)$ で近似することも可能である。

【 0 0 4 6 】

この ϕ_m と φ_m とは無関係な近似を導入した結果、式 (19) は式 (24) に書き換えられる。これを PARCOR 係数 $\gamma_{m,m}$ について解くと式 (25) になる。

【 数 1 7 】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m,m}} = \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{(f_{m,i} + \gamma_{m,m} \cdot g_{m,i}) g_{m,i}}{\sqrt{\delta + v_{m,i}^2}} \right) + \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{(g_{m,i} + \gamma_{m,m} \cdot f_{m,i}) f_{m,i}}{\sqrt{\delta + u_{m,i}^2}} \right) = 0 \quad (24)$$

【 数 1 8 】

$$\gamma_{m,m} = -2 \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{f_{m,i} g_{m,i}}{\sqrt{\delta + u_{m,i}}} + \frac{f_{m,i} g_{m,i}}{\sqrt{\delta + v_{m,i}}} \right) \div \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{f_{m,i}^2}{\sqrt{\delta + u_{m,i}}} + \frac{g_{m,i}^2}{\sqrt{\delta + v_{m,i}}} \right) \quad (25)$$

【 0 0 4 7 】

式 (25) から、内積の各要素に $1 / (\delta + u_{m,i}) + 1 / (\delta + v_{m,i})$ を乗算し、前向き予測誤差の更新値のエネルギー値 F と後向き予測誤差のエネルギー値 G の各要素に $1 / (\delta + u_{m,i})$ と $1 / (\delta + v_{m,i})$ を乗算すれば、式 (25) は従来の PARCOR 係数を算出する式 (9) と同じ形になることが分かる。

【 0 0 4 8 】

したがって、式 (25) の各要素に重み付けすることで、従来と同じ方法で PARCOR 係数を求めることが可能になる。実施例 2 の PARCOR 係数算出装置 40 の機能構成例を図 5 に、その動作フローを図 6 に示す。実施例 2 は、図 1 の実施例 1 に対して PARCOR 係数算出部 146 内に従来の PARCOR 係数算出部 144 と同じように、内積演算部 144a とエネルギー演算部 144b と除算部 144c を備える。これら内積演算部 144a とエネルギー演算部 144b は、予測誤差更新値の振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似する演算も同時に行うものである。更にそれらに加えて誤差近似部 46a と重

10

20

30

40

50

み係数生成部 4 6 b が設けられている点とが異なる。

【 0 0 4 9 】

更新された前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ とを入力として、エネルギー演算部 1 4 4 b が前向き予測誤差エネルギー F (ステップ S 3 6) と、後向き予測誤差エネルギー G (ステップ S 3 8) を算出する。内積演算部 1 4 4 a が、微分可能な連続関数に近似された前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ との内積を演算する (ステップ S 4 0)。

【 0 0 5 0 】

誤差近似部 4 6 a は、前向き予測誤差エネルギー F と、後向き予測誤差エネルギー G を入力として式 (2 0) と (2 1) の演算を行い PARCOR 係数 $\gamma_{m,m}$ と無関係なエネルギーの推定値 $u_{m,i}$ と $v_{m,i}$ とを算出する (ステップ S 4 2)。 $u_{m,i}$ と $v_{m,i}$ とは、PARCOR 係数算出部内 4 6 の重み係数生成部 4 6 b に入力される。重み係数生成部 4 6 b は、内積値 V に乗算する重み係数 $1 / (\sqrt{\delta + u_{m,i}}) + 1 / (\sqrt{\delta + v_{m,i}})$ と、前向き予測誤差の更新値のエネルギー値 F と後向き予測誤差のエネルギー値 G に乗算する重み係数 $1 / (\sqrt{\delta + u_{m,i}})$ と $1 / (\sqrt{\delta + v_{m,i}})$ を生成 (ステップ S 4 4) し、それらを重み付け部 4 6 c に入力する。重み付け部 4 6 c は、重み係数 $1 / (\sqrt{\delta + u_{m,i}}) + 1 / (\sqrt{\delta + v_{m,i}})$ を内積値に乘算する (ステップ S 4 6)。更に、前向き予測誤差の更新値のエネルギー値 F に重み係数 $1 / (\sqrt{\delta + u_{m,i}})$ を、後向き予測誤差のエネルギー値 G に重み係数 $1 / (\sqrt{\delta + v_{m,i}})$ を乗算する (ステップ S 4 8 とステップ S 5 0)。

【 0 0 5 1 】

重み付けされた前向き予測誤差の更新値のエネルギー値 F と後向き予測誤差のエネルギー値 G は、再びエネルギー演算部 1 4 4 b に入力され、平均エネルギー U が算出される (ステップ S 5 2)。

【 0 0 5 2 】

重み付けされた内積値 V と平均エネルギー U は、除算部 1 4 4 c に入力され、内積値を平均エネルギー値で除算することで m 次の PARCOR 係数が算出される (ステップ S 5 4)。なお、内積演算部 1 4 4 a とエネルギー演算部 1 4 4 b は、予測誤差更新値の振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似する演算も同時に行う例で説明を行ったが、実施例 1 と同じように、PARCOR 係数算出部 4 6 に予測誤差更新値が入力される前に符号長近似部 4 2 で近似演算を行ってもよい。

【 実施例 3 】

【 0 0 5 3 】

次に前向き予測誤差のエネルギー $u_{m,i}$ と後向き予測誤差のエネルギー $v_{m,i}$ の近似を更に粗くした実施例 3 を説明する。実施例 2 の $u_{m,i}$ と $v_{m,i}$ を一つの値で近似して、前向き、後向き予測誤差エネルギーの推定値として式 (2 6) のように定義し、実施例 2 で説明した $u_{m,i}$ と $v_{m,i}$ に共通に $w_{m,i}$ を使うことを考える。この結果、上記した式 (2 5) は、式 (2 7) で書ける。

【 数 1 9 】

$$w_{m,i} = \sigma_m (f_{m,i}^2 + g_{m,i}^2) / 2 \approx u_{m,i} \approx v_{m,i} \quad (2 6)$$

【 数 2 0 】

$$\gamma_{m,m} = -2 \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{f_{m,i} g_{m,i}}{\sqrt{\delta + w_{m,i}}} \right) \div \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{f_{m,i}^2 + g_{m,i}^2}{\sqrt{\delta + w_{m,i}}} \right) \quad (2 7)$$

【 0 0 5 4 】

式 (2 7) から前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ を、1 個の重み係数を乗算した形で、次のように近似出来る。

10

20

30

40

【数 2 1】

$$\tilde{f}_{m,i} = f_{m,i} (\delta + w_{m,i})^{-1/4} \quad (28)$$

$$\tilde{g}_{m,i} = g_{m,i} (\delta + w_{m,i})^{-1/4} \quad (29)$$

【0055】

この1個の重み係数 $(\delta + w_{m,i})^{-1/4}$ を用いることで、PARCOR係数 $\gamma_{m,m}$ を算出する式(27)は次の式(30)で表わせる。

【数 2 2】

$$\gamma_{m,m} = - \frac{\sum_{i=0}^{N-m} \tilde{f}_{m,i} \tilde{g}_{m,i}}{\sum_{i=0}^{N-m} (\tilde{f}_{m,i}^2 + \tilde{g}_{m,i}^2)} \quad (30)$$

10

式(30)は従来のPARCOR係数を算出する式(9)と同じである。すなわち、誤差の大きい予測誤差信号の振幅を小さくする重みを各予測誤差信号に乗算した系列を求め、その系列を予測誤差信号系列とみなして、従来のPARCOR係数を算出する手順と同じ手順で算出することが出来る。つまり $w_{m,i}$ の大きなサンプルは抑圧される。

20

【0056】

実施例3の場合の動作フローを図7に示す。前向き、後向き予測誤差エネルギーの推定値を一つにしているために、実施例2の動作フロー(図6)と一部が異なる。前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ のそれぞれについての重みは式(28)、(29)に示すように $(\delta + w_{m,i})^{-1/4}$ であるが、PARCOR係数 $\gamma_{m,m}$ を算出する式(30)の分母及び分子は、それぞれが重み係数が二乗された形なので、ステップS58で生成する重みは $(\delta + w_{m,i})^{-1/2}$ である。そして、後向き予測誤差エネルギー G と前向き予測誤差エネルギー F と内積値 V のそれぞれ、同一の重み係数 $(\delta + w_{m,i})^{-1/2}$ が乗算される(ステップS60、S62、S64)。その他の動作ステップは、実施例2と同じである。

30

【0057】

またこのとき、重み係数 $(\delta + w_{m,i})^{-1/4}$ の性質から、実施例3'として下記のような近似も可能である。フレーム内の前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ の絶対値平均値 τ を式(31)とした場合に、 $w_{m,i}$ の予測誤差信号又は $(\tau - f_{m,i})$ あるいは $(\tau - g_{m,i})$ の、より小さいと推定される予測誤差信号には、重み係数を乗算せず単に式(32)(33)としてもよい。絶対値平均値 τ は、フレーム内の前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ を一度全て走査して求められる値である。

【数 2 3】

$$\tau = 1/2N \sum_{i=1}^{N-m} (|f_{m,i}| + |g_{m,i}|) \quad (31)$$

40

【数 2 4】

$$\tilde{f}_{m,i} = f_{m,i} \quad (32)$$

$$\tilde{g}_{m,i} = g_{m,i} \quad (33)$$

一方、 $w_{m,i}$ の場合は予測誤差信号が大きいので、上記した式(28)(29)を使用する。

50

【 0 0 5 8 】

また、 $f_{m,i}$ や $g_{m,i}$ に対しては無視することも可能であり、結果的に式(34)(35)として式(30)を解くこともできる。

【数 2 5】

$$\tilde{f}_{m,i} = f_{m,i} / \sqrt{|f_{m,i}|} \quad (34)$$

$$\tilde{g}_{m,i} = g_{m,i} / \sqrt{|g_{m,i}|} \quad (35)$$

この実施例3'の式(31)を演算する絶対値平均算出部50と、絶対値平均と各予測誤差信号との大きさを比較する比較部52を、図5の機能構成例のPARCOR係数算出部46内に破線で示す。実施例3'の動作フローを図8に示す。

【 0 0 5 9 】

絶対値平均算出部50が式(29)の演算を行ってそれぞれの予測誤差信号の絶対値平均を算出する(ステップS80)。比較部52が、各予測誤差信号のエネルギーの近似値と、絶対値平均の二乗値 2 を比較(ステップS82とS84)して、 2 よりも小さいエネルギーの近似値 $w_{m,i}$ になる各予測誤差信号については、重み係数が乗算されない点の実施例3と異なる。他の動作ステップは実施例3と同じである。

【 0 0 6 0 】

実施例3'によれば、予測誤差信号が大きい場合にのみ重み係数が乗算されるので演算量を減らすことができる。

【実施例 4】

【 0 0 6 1 】

実施例4として繰り返しPARCOR係数を修正する方法を示す。この繰り返しPARCOR係数を修正して求める方法は、上記した各実施例について適用可能である。構成及び動作フローが最も単純な実施例1に繰り返しPARCOR係数を修正する方法を適用した実施例4の動作フローを図9に示して動作を説明する。機能構成としては、PARCOR係数算出部14に、繰り返し部90と終了判定部92が追加される。この構成を図1のPARCOR係数算出部14内に破線で示す。

【 0 0 6 2 】

実施例4では、繰り返し部90が終了判定部92に設定された終了条件を満足するまで、PARCOR係数を求める動作を繰り返す。ステップS36で一度求めたPARCOR係数 m,m を使って前向き予測誤差及び、後向き予測誤差を再計算するのでPARCOR係数算出装置として性能を高めることができる。

【 0 0 6 3 】

繰り返す回数は、終了判定部92内の回数判定部92aが、所定回数を数えると出力する終了信号が出力されるまでとしてもよい。または、終了判定部92内の収束判定部92bが、前回と今回のPARCOR係数が収束した時点、すなわち変化量が決められた値より小さくなった時点としてもよい。

【実施例 5】

【 0 0 6 4 】

予測誤差信号をエントロピー符号化するのにライス符号を使うと、その符号長は、上記した式(10)で求められ、予測誤差信号の振幅 x_i に対して例えば図10に示すようになる。振幅1に対して符号長3、振幅-1に対して符号長2、振幅2に対して符号長5、振幅-2に対して符号長4となる。-振幅の符号長は、+振幅の符号長より符号長が1つ少ない。

【 0 0 6 5 】

予測誤差信号の振幅は例えば1万と言った数が想定されるので、その1万の振幅を全てライス符号化すると、符号長が2万ビットと極めて大きな値になってしまう。そこで、振

10

20

30

40

50

幅が大きい場合には、下位のビットを固定長符号化し、所定のビット以上をエントロピー符号化（可変長符号化）する方法が考えられる。その固定長符号化と可変長符号化を組み合わせた実施例 5 の機能構成例を図 1 1 に示す。

実施例 5 は実施例 3 に対して符号長近似部 8 2 内に可変長符号化開始ビット設定部 1 1 1 を備えたことを特徴とする。他の構成は実施例 3 と同じである。

【 0 0 6 6 】

可変長符号化開始ビット設定部 1 1 1 は、絶対値平均算出部 5 0 と可変長符号化開始ビット計算部 1 1 1 b とで構成される。絶対値平均算出部 5 0 は、実施例 3 で説明したフレーム内の前向き予測誤差 $g_{m, i}$ と後向き予測誤差 $f_{m, i}$ の絶対値平均値を式 (3 1) で計算するものと同じものである。絶対値平均値は、可変長符号ビット計算部 1 1 1 b に入力され、例えば式 (3 6) に基づいて可変長符号化開始ビットである β が計算される。

10

【数 2 6】

$$\beta = \{\log_2(1.386\tau) + 0.5\} \quad (36)$$

ただし、 $\{ \}$ は小数点以下の切捨てを表わす。

この可変長符号化開始ビット β を求める方法は、ISO規格 (ISO / IEC 14496-5 2001/AMD 10 Reference Software) に例示されている。

20

【 0 0 6 7 】

こうして求めた可変長符号化開始ビット β を用いて、 β ビット以上のビットを例えばライス符号化した予測誤差信号の符号長は、式 (3 7) で計算出来る。

$$E(x_i) = 2 \lfloor (x_i / 2^\beta) + 0.25 \rfloor + \beta + 0.5 \quad (37)$$

符号長 $E(x_i)$ は式 (3 8) で近似出来る。ここで x_i は、前向き予測誤差 $g_{m, i}$ と後向き予測誤差 $f_{m, i}$ の振幅である。

【数 2 7】

$$E(x_i) = 2\sqrt{\delta + (x_i / 2^\beta + 0.25)^2} + \beta + 0.5 \quad (38)$$

30

【 0 0 6 8 】

符号長 $E(x_i)$ の近似式である式 (3 8) で符号長を計算した例を図 1 2 に示す。図 1 2 の横軸と縦軸の交点は、 2^β 未満の振幅を意味し、交点を中心に振幅の絶対値が 2^β 以上の範囲を \pm で表わす。縦軸は符号長である。図 1 2 は、ライス符号の例を示した図 1 0 と対比することで容易に理解出来る。 2^β 未満の振幅は、 $\beta + 1$ ビットであり縦軸上の $\beta + 1$ で表わされる。 2^β の振幅は $\beta + 3$ ビットとなる。図 1 0 から明らかなように、ライス符号では、 $-$ 側の振幅の符号長が 1 ビット少ないので、 2^β 未満の振幅に対して符号長は左右対称ではない。振幅が -2^β の時の符号長は、 $\beta + 2$ ビットとなる。振幅がその倍 ($-2^\beta \times 2$) の時の符号長は $\beta + 4$ ビットとなる。

【 0 0 6 9 】

このように近似した $E(x_i)$ を振幅 x_i で微分する (式 (3 9))。

40

【数 2 8】

$$\frac{dE(x_i)}{dx_i} = \frac{2(x_i / 2^\beta + 0.25)}{2^\beta \sqrt{\delta + (x_i / 2^\beta + 0.25)^2}} \quad (39)$$

式 (3 9) を PARCOR 係数 $m_{m, m}$ で微分する (式 (4 0))。

【数 2 9】

$$\frac{dE(x_i)}{d\gamma_{m,m}} = \frac{dE(x_i)}{dx_i} \frac{dx_i}{d\gamma_{m,m}} = \frac{2(x_i/2^\beta + 0.25)}{2^\beta \sqrt{\delta + (x_i/2^\beta + 0.25)^2}} \frac{dx_i}{d\gamma_{m,m}} \quad (40)$$

【0070】

【数 3 0】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m,m}} = 0 \quad (41)$$

10

式(41)から以下が導かれる。

【数 3 1】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m,m}} = \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{((f_{m,i}\gamma_{m,m} + g_{m,i})/2^\beta + 0.25)f_{m,i}/2^\beta}{2^\beta \sqrt{\delta + ((f_{m,i}\gamma_{m,m} + g_{m,i})/2^\beta + 0.25)^2}} \right) + \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{((f_{m,i} + \gamma_{m,m}g_{m,i})/2^\beta + 0.25)g_{m,i}/2^\beta}{2^\beta \sqrt{\delta + ((f_{m,i} + g_{m,i}\gamma_{m,m})/2^\beta + 0.25)^2}} \right) = 0 \quad (42)$$

20

【0071】

式(42)の $0.25 f_{m,i} / 2^\beta$ の項である式(43)と(44)は、音声信号と仮定すると、交流波形なので平均値は0と近似出来る。したがって、式(19)との違いは、分母の定数だけの違いとなり次の式(45)を使えばよい。

【数 3 2】

$$\sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{0.25 f_{m,i} / 2^\beta}{2^\beta \sqrt{\delta + ((f_{m,i}\gamma_{m,m} + g_{m,i})/2^\beta + 0.25)^2}} \right) \quad (43)$$

30

$$\sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{0.25 g_{m,i} / 2^\beta}{2^\beta \sqrt{\delta + ((f_{m,i}\gamma_{m,m} + g_{m,i})/2^\beta + 0.25)^2}} \right) \quad (44)$$

【数 3 3】

$$\frac{dJ_{total}}{d\gamma_{m,m}} = \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{(f_{m,i}\gamma_{m,m} + g_{m,i})f_{m,i}}{\sqrt{\delta + ((f_{m,i}\gamma_{m,m} + g_{m,i})/2^\beta + 0.25)^2}} \right) + \sum_{i=1}^{N-m} \left(\frac{(f_{m,i} + \gamma_{m,m}g_{m,i})g_{m,i}}{\sqrt{\delta + ((f_{m,i} + g_{m,i}\gamma_{m,m})/2^\beta + 0.25)^2}} \right) = 0 \quad (45)$$

【0072】

40

この場合、図13に示すように予測誤差信号の振幅が2より大きい場合には、式(46)に示す重みを使う。

【数 3 4】

$$\kappa_m = \frac{1}{\sqrt{\delta + ((f_{m,i} + g_{m,i}\gamma_{m,m})/2^\beta + 0.25)^2}} \quad (46)$$

この重みは、可変長符号化開始ビット 以上の予測誤差信号 x_i に適用される。可変長符号化開始ビット 未満の符号化ビット数は、振幅の大小とは無関係なので、重みを小さくして軽視すればよい。

【0073】

50

ただし振幅が 2^{-1} に近い予測誤差信号は予測係数が更新される時に、振幅が 2^{-1} より大きくなる場合も考えられるので、図 13 に示すような重み係数 w_m を使えばよい。図 13 の横軸は、予測誤差信号 x_i の振幅であり、縦軸は重み w_m である。可変長符号化開始ビット 以上 の予測誤差信号には、式 (46) で計算される重み係数を掛ける。つまり、振幅の大きな予測誤差信号は軽視するように小さな重み係数を掛ける。可変長符号化開始ビット 未満 の予測誤差信号は、つまり重さ 1 を乗算する。又は、可変長符号化開始ビット 未満 の予測誤差信号には、図 10 中に破線で示すように符号長 2^{-1} に対する重み係数よりも小さな重み係数を掛けてもよい。

【0074】

また、式 (44) のように各サンプル毎に重みを計算するのではなく、図 14 に示すような符号長の範囲毎に所定の重みを決めておく離散的な重み係数を用いてもよい。符号長の所定の範囲毎に重みを決めておくことで、重み係数生成部 46b で重みを計算する手間が省ける。

【0075】

実施例 5 の主要な処理の流れを図 15 に示す。実施例 5 では、実施例 3 の主要な処理の流れを示した図 6 の、前向き予測誤差 $g_{m,i}$ と後向き予測誤差 $f_{m,i}$ の更新値を算出するステップ S18 と S20 と、更新された値を入力として各エネルギー値と内積値を算出するステップとの間に、予測誤差信号の絶対値平均値 を算出するステップ S80 と、絶対値平均値 から可変長符号化開始ビット を算出するステップ S82 とが設けられている点のみが異なる。ステップ S80 の処理は、上記した式 (31) を計算するものであり、ステップ S82 は、上記した式 (36) を計算するものである。したがって説明は省略する。

【実施例 6】

【0076】

実施例 3 までに前向き予測誤差及び後向き予測誤差のエネルギーを PARCOR 係数と無関係な値に近似し、更に重み係数を用いることで、従来と同じ計算方法で PARCOR 係数を演算する方法を述べた。その近似を更に粗くして行くと、更新された予測誤差信号の振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似するまでも無く、絶対値を最小にする PARCOR 係数に近い PARCOR 係数を選べば、この発明の技術思想を利用でき、符号量を小さくする効果が得られることに気が付く。

【0077】

つまり、振幅の大きな予測誤差信号ほど抑圧する重み係数（大きい振幅の場合の重み係数は、小さい振幅の場合の重み係数以下である）を乗算することで、線形予測誤差信号をエントロピー符号化する際の符号量を小さくすることが出来る PARCOR 係数算出装置が実現できる。

その前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルの振幅が大きいほど小さい重み係数を乗算するこの発明の PARCOR 係数算出装置 60 を示す機能構成例を図 16 に、その動作フローを図 17 に示す。

【0078】

実施例 6 の PARCOR 係数算出装置 60 は、符号長近似部 42 が無い点で実施例 2 又は 3 と異なる。他の部分の機能構成は、基本的に同じである。動作フローも前向き予測誤差及び後向き予測誤差の更新値を算出するステップ S18 と S20 まで、上記した各実施例と同じである。

【0079】

前向き予測誤差更新部 140 と後向き予測誤差更新部 142 で更新された各予測誤差サンプル $g_{m,i}$ 、 $f_{m,i}$ は、PARCOR 係数算出部 96 に入力される。PARCOR 係数算出部 96 内の重み係数生成部 98 は、各予測誤差サンプル $g_{m,i}$ 、 $f_{m,i}$ の振幅が大きいほど小さな重み係数を生成する（ステップ S90）。重み係数は、例えば、式 (34) や (35) のような、各予測誤差信号の振幅の絶対値の平方根の逆数としてもよい。また、図 13 に示すような重み係数としてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

重み係数生成部 9 8 が生成した重み係数は、内積演算部 9 1 とエネルギー演算部 9 3 に入力される。内積演算部 9 1 は、前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルの内積 V を演算し、その内積値に重み係数を乗算して内積値 V とする。

エネルギー演算部 9 3 は、前向き予測誤差サンプルと後向き予測誤差サンプルの各エネルギー G と F を演算し、その各エネルギー値に重み係数をそれぞれ乗算して各エネルギー値 G と F とする。

以降の、各エネルギー値 G と F の平均エネルギー U を求める処理 (ステップ S 5 2) 及び、内積値 V をエネルギーの平均値 U で除算して P A R C O R 係数を求める処理 (ステップ S 5 4) は、実施例 2 や 3 と同じである。

10

【 0 0 8 1 】

また、実験等で予測誤差信号の振幅に反比例する重み係数を求めておき、重み係数生成部 9 8 内の重み係数テーブル 9 8 a に重み係数を記憶させておいてもよい。この場合の動作フローを図 1 8 に示す。重み係数生成部 9 8 は、前向き予測誤差の振幅を評価 (ステップ S 9 0 1) して、その振幅に見合った重み係数を重み係数テーブル 9 8 a から読み出して、前向き予測誤差用の重み係数とする (ステップ S 9 0 3)。同様に、重み係数生成部 9 8 が、後向き予測誤差の振幅を評価 (ステップ S 9 0 2) して、その振幅に見合った重み係数を重み係数テーブル 9 8 a から読み出して、後向き予測誤差用の重み係数とする (ステップ S 9 0 4)。

このように予め重み係数を固定値として P A R C O R 係数算出部 9 6 内に持たせておいてもよい。

20

【 0 0 8 2 】

エネルギーを最小にする従来の P A R C O R 係数よりも、絶対値を最小にする P A R C O R 係数に近い P A R C O R 係数を選べば、この発明の技術思想を利用でき、符号量を小さくする効果が得られる。従って、実施例 2 や 3 のように、予測誤差更新値の振幅の絶対値を微分可能な連続関数に近似しなくとも、線形予測誤差信号をエントロピー符号化する際の符号量を小さくする点で、一定の効果が期待出来る。

【 0 0 8 3 】

なお、実施例 4 で述べた繰り返し P A R C O R 係数を修正して求める方法や、実施例 5 で述べた固定長符号化と可変長符号化を組み合わせることで全体の符号長を短くする方法は、この実施例 6 にも適用可能である。その繰り返し P A R C O R 係数を修正して求めるための比較部 5 2 と繰り返し部 9 0 を、P A R C O R 係数算出部 9 6 内に破線で示す。また、可変長符号化するための可変符号化開始ビット設定部 1 1 1 を、前向き予測誤差更新部 1 4 0 又は後向き予測誤差更新部 1 4 2 と、P A R C O R 係数算出部 9 6 との愛間に破線で示す。これらの動作は、説明済みであるので省略する。

30

【 0 0 8 4 】

〔シミュレーション結果〕

例えば、M P E G 標準ではライス符号を使用することが決められている。そこで、ライス符号を使用する前提でシミュレーションを行う。ライス符号を使うと、フレーム内の予測誤差信号毎の符号長の総和の符号量は、各予測誤差信号の振幅の絶対値の大きさに比例する。フレーム内の符号量の総和を最小にすることは、各予測誤差信号の振幅の絶対値の総和を最小化することで近似出来る。

40

【 0 0 8 5 】

従来の線形予測では二乗誤差を最小化する基準で予測係数を求め、その予測係数から予測誤差信号を求めていたので、予測誤差信号の符号量の総和は必ずしも最小化されない。二乗誤差の総和を最小にする従来法と、絶対値の総和を最小にするこの発明による符号量の比較を、予測次数を変えて行なった結果を図 1 8 に示す。図 1 8 の横軸は予測次数を示し、縦軸は圧縮率を % で示す。圧縮率は、分母を通常の P C M 符号の場合の符号量とした値である。

【 0 0 8 6 】

50

シミュレーション条件：予測次数を8次、16次、32次、64次として、サンプリングレートを48kHz、16bitと、48kHz、24bitと、96kHz、24bitと、192kHz、24bitとした各30秒のファイルの51個分の符号量の比較を行なった。

【0087】

図18は、51個分のファイルの符号量の平均値を比較したものである。予測次数8次では、従来法の圧縮率 49.34%に対してこの発明の圧縮率 49.32%であり、約0.02%符号量が削減されている。予測次数16次では、従来法の圧縮率 47.69%に対してこの発明の圧縮率 47.67%であり、約0.02%符号量が削減されている。予測次数32次では、従来法の圧縮率 47.48%に対してこの発明の圧縮率 47.46%であり、約0.02%符号量が削減されている。予測次数64次では、従来法の圧縮率 47.43%に対してこの発明の圧縮率 47.42%であり、約0.01%符号量が削減されている。

10

【0088】

このようにどの次数でも符号量が削減できていることが分かる。なお、従来法に対する符号量の削減率が少ないような印象を受けるが、一般的に音声予測符号化装置等において符号量を1%減らすことは難しいことである。したがって、この発明による0.01~0.02%の符号量の削減は、実用上大きな効果である。

【0089】

以上の各実施例の他、この発明である各装置及び方法は上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。また、上記装置及び方法において説明した処理は、記載の順に従って時系列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るとしてもよい。

20

【0090】

また、上記各装置における処理機能をコンピュータによって実現する場合、PARCOR係数算出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PARCOR係数算出装置における処理機能がコンピュータ上で実現される。

【0091】

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憶媒体に記憶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憶媒体としては、例えば、磁気記憶装置、光ディスク、光磁気記憶媒体、半導体メモリ等のようなものでもよい。具体的には、例えば、磁気記憶装置として、ハードディスク装置、フレキシブルディスク、磁気テープ等を、光ディスクとして、DVD (Digital Versatile Disc)、DVD-RAM (Random Access Memory)、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、CD-R (Recordable) / RW (ReWritable) 等を、光磁気記憶媒体として、MO (Magneto Optical disc) 等を、半導体メモリとしてEEP-ROM (Electrically Erasable and Programmable-Read Only Memory) 等を用いることができる。

30

【0092】

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憶したDVD、CD-ROM等の可搬型記憶媒体を販売、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。

40

【0093】

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、可搬型記憶媒体に記憶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、自己の記憶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憶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、

50

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、この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。

【0094】

また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、各装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】この発明の P A R C O R 係数算出装置 10 の実施例 1 の機能構成例を示す図。

【図2】実施例 1 の動作フロー図。

【図3】予測誤差信号 x_i を示す図、図 3 (a) は振幅と頻度との関係を示す図、図 3 (b) は時系列的に発生する予測誤差信号 x_i を示す図、図 3 (c) は振幅と符号長との関係を示す図である。

【図4】予測誤差信号 x_i の振幅に対する符号長の変化を示す図。

【図5】この発明の P A R C O R 係数算出装置 40 の実施例 2 の機能構成例を示す図。

【図6】実施例 2 の動作フロー図。

【図7】実施例 3 の動作フロー図。

【図8】実施例 3 ' の動作フロー図。

【図9】実施例 4 の動作フロー図。

【図10】ライク符号の例を示す図。

【図11】この発明の P A R C O R 係数算出装置 80 の実施例 5 の機能構成例を示す図。

【図12】式 (3 7) で計算した符号長の一例を示す図。

【図13】実施例 5 に用いる重み係数の一例を示す図。

【図14】離散的時系列デジタル信号の一例を示す図。

【図15】実施例 5 の動作フロー図。

【図16】この発明の P A R C O R 係数算出装置 60 の実施例 6 の機能構成例を示す図。

【図17】実施例 6 の動作フロー図。

【図18】重み係数をテーブルで持つ場合の実施例 6 の動作フロー図。

【図19】この発明と従来法との符号量の比較を示す図。

【図20】従来の P A R C O R 係数算出装置を用いた音声予測符号化装置 120 を示す図。

【図21】従来の P A R C O R 係数算出装置 126 の機能構成例を示す図。

【図22】従来の P A R C O R 係数算出装置 126 の動作フロー図。

10

20

30

【図1】

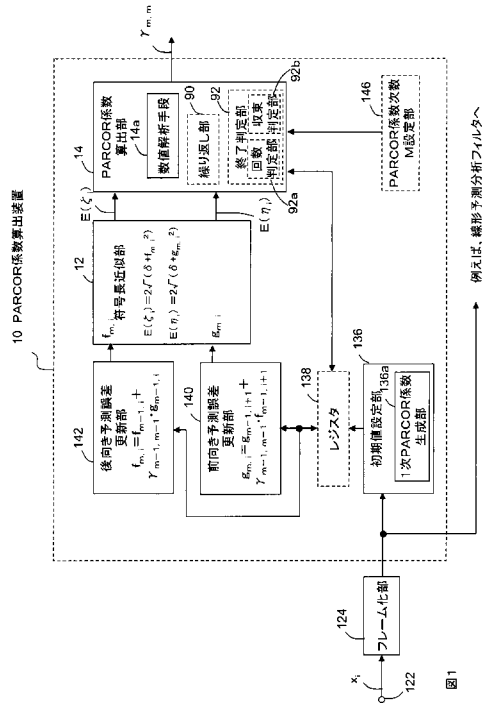


図1

【図2】

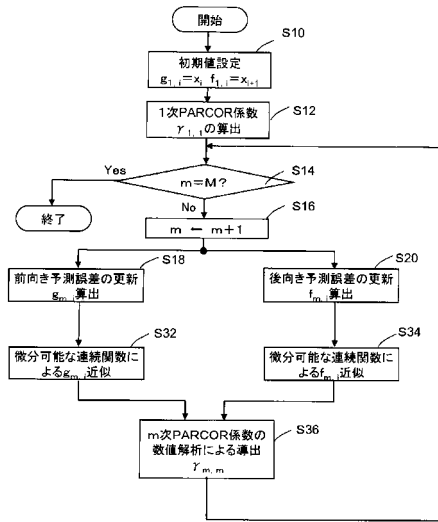


図2

【図3】

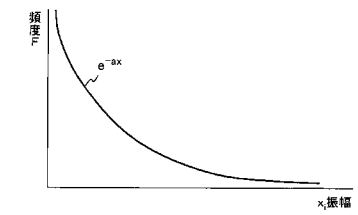


図3(a)

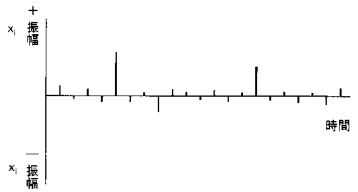


図3(b)

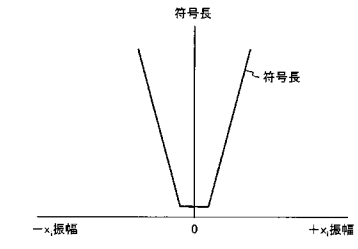


図3(c)

【図4】

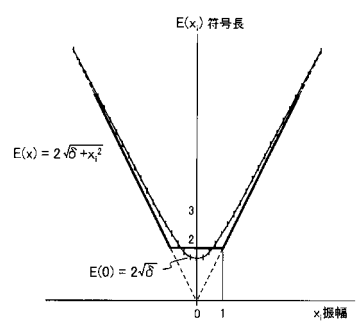
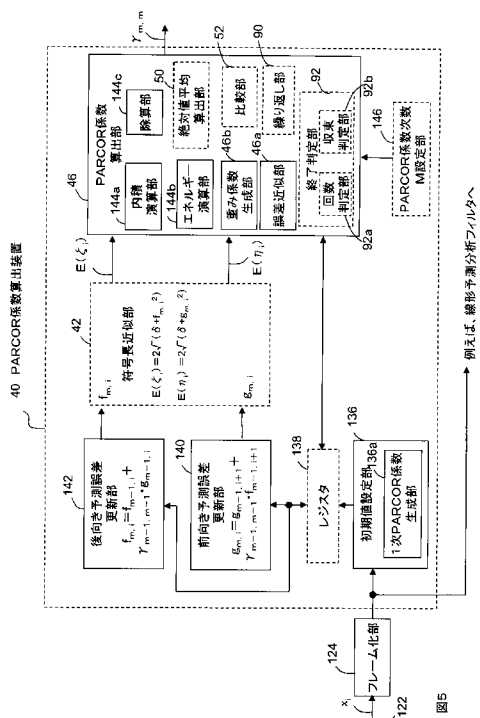
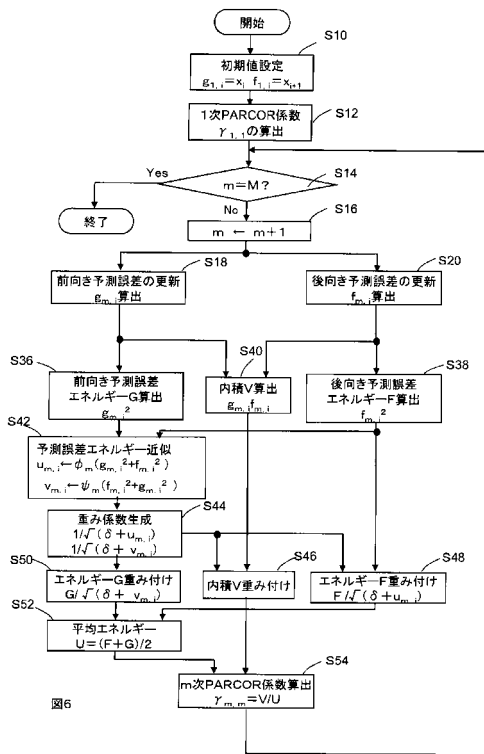


図4

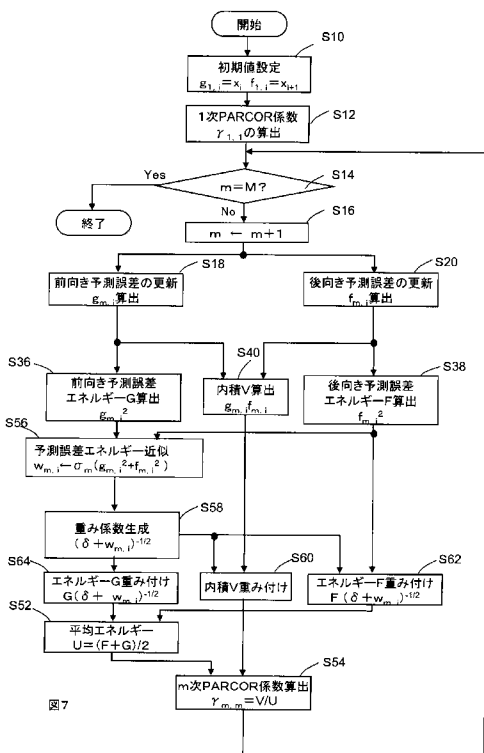
【図5】



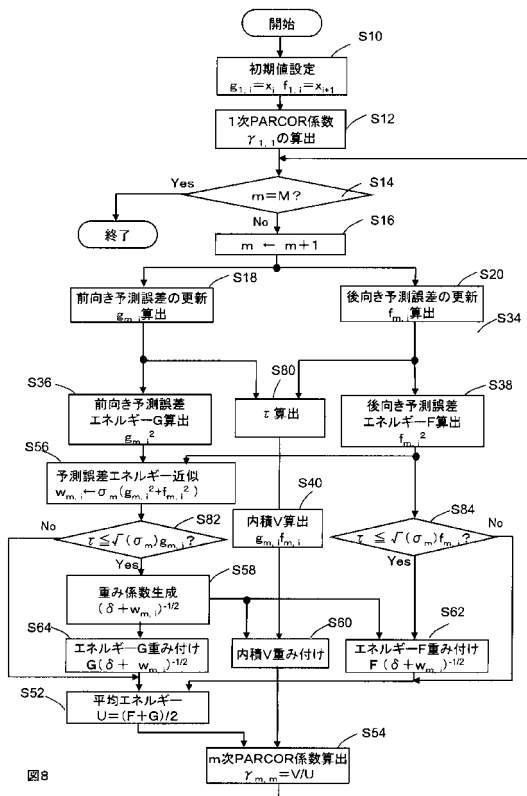
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

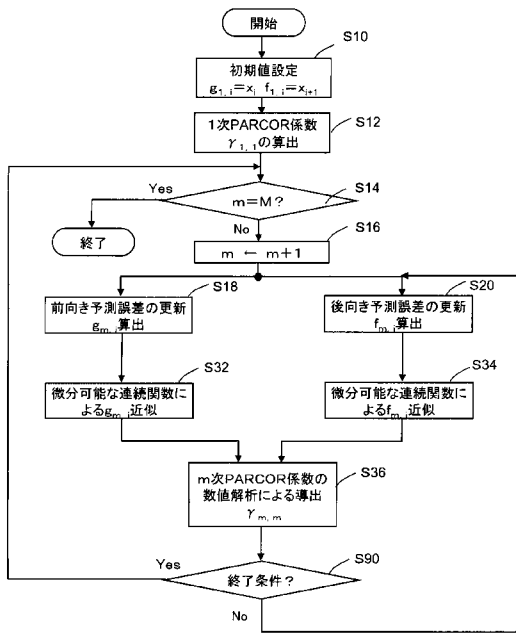


図9

【図10】

振幅	2値符号	振幅	2値符号
-4	11111110	4	11111110
-3	1111110	3	11111110
-2	1110	2	11110
-1	10	1	110
0	0		

図10

【図11】

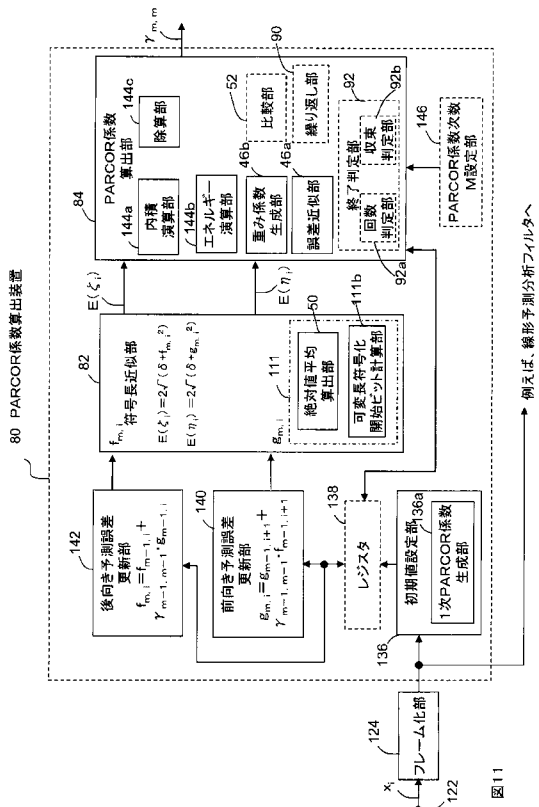


図11

【図12】

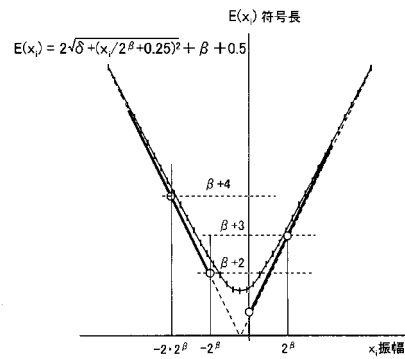


図12

【図13】

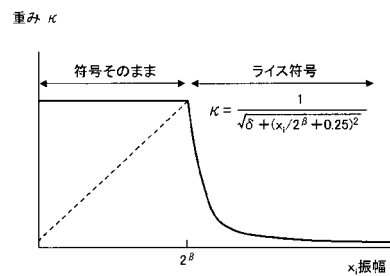


図13

【図14】

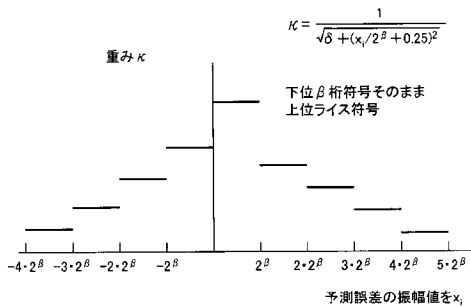


図14

【図15】

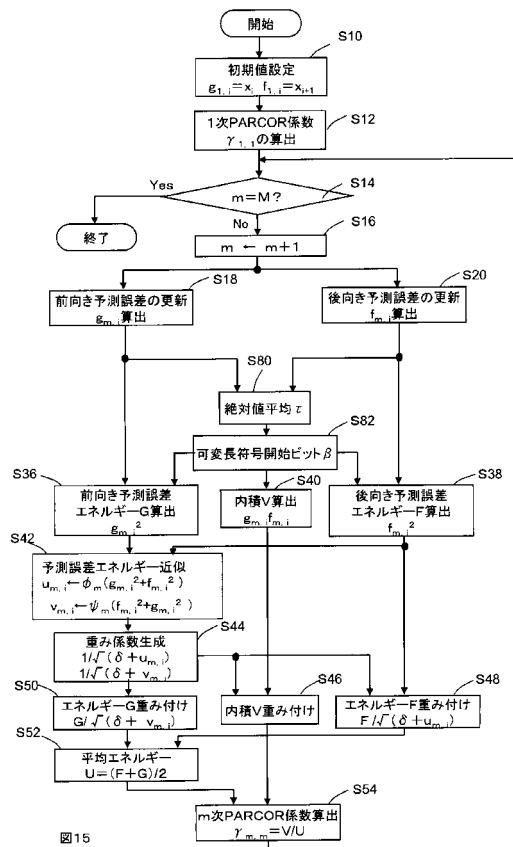


図15

【図16】

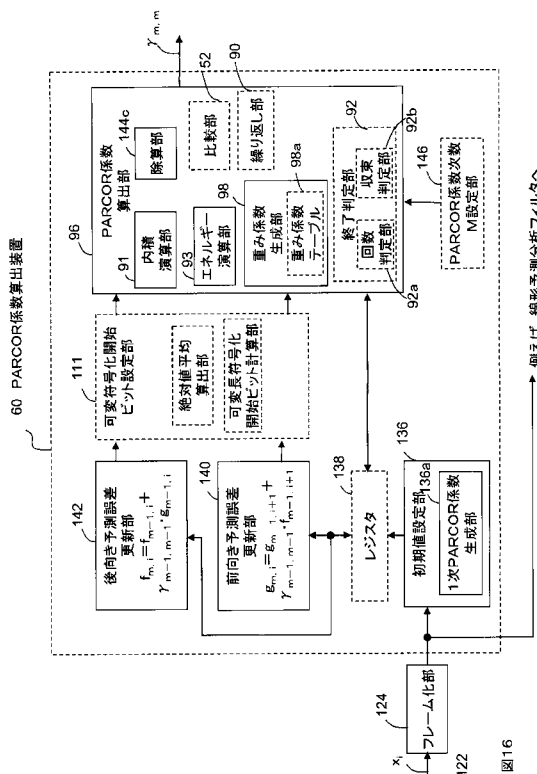


図16

【図17】

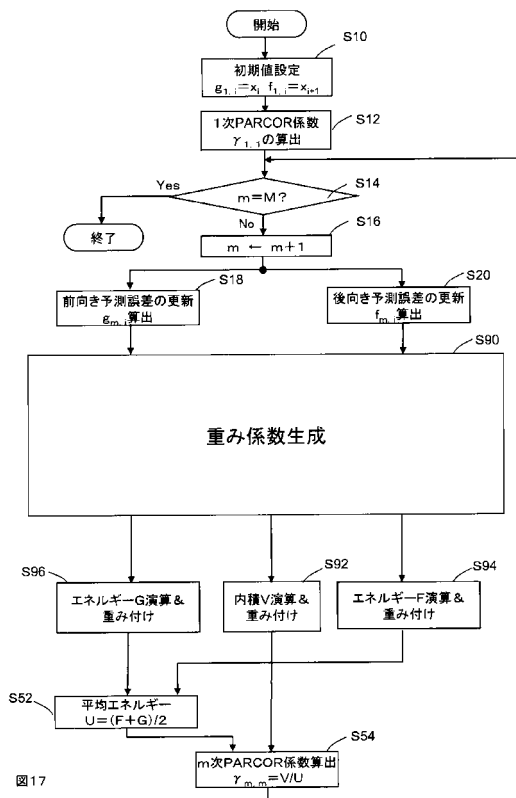


図17

【図18】

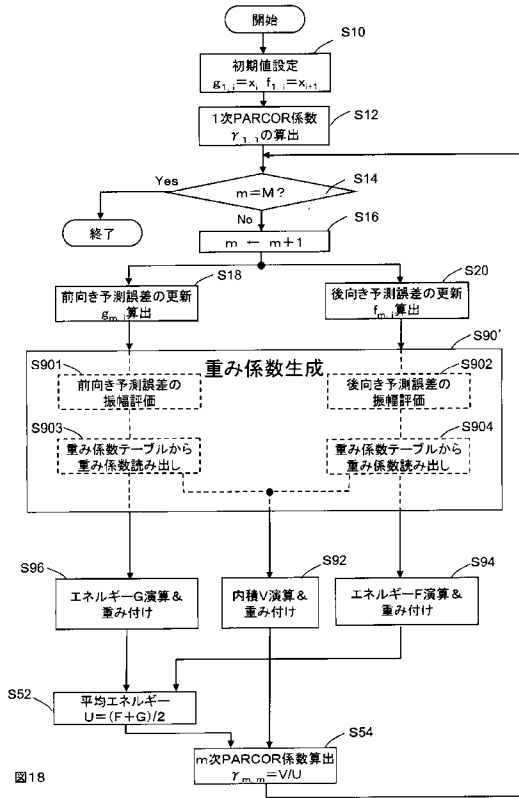


図18

【図19】

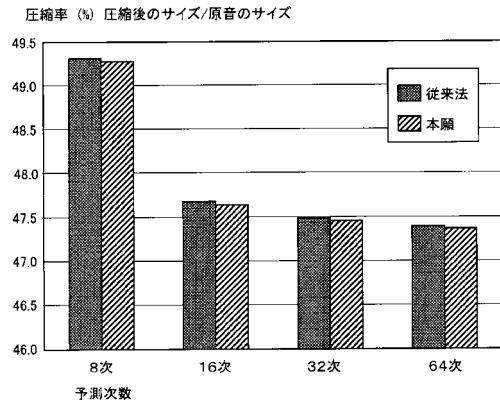


図19

【図20】

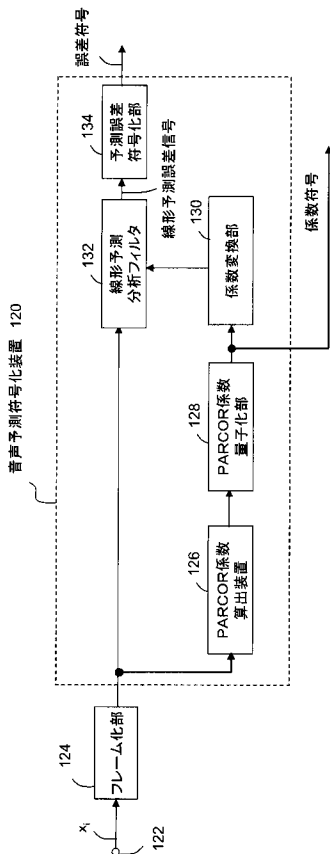


図20

【図21】

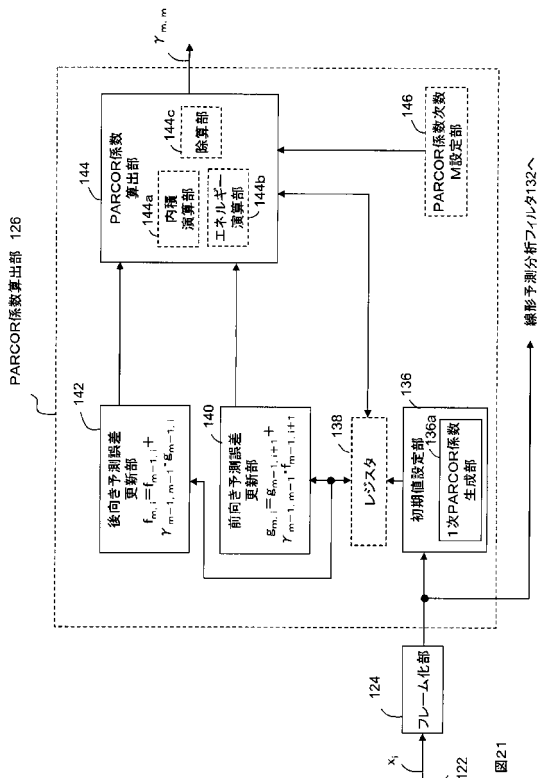


図21

【 図 2 2 】

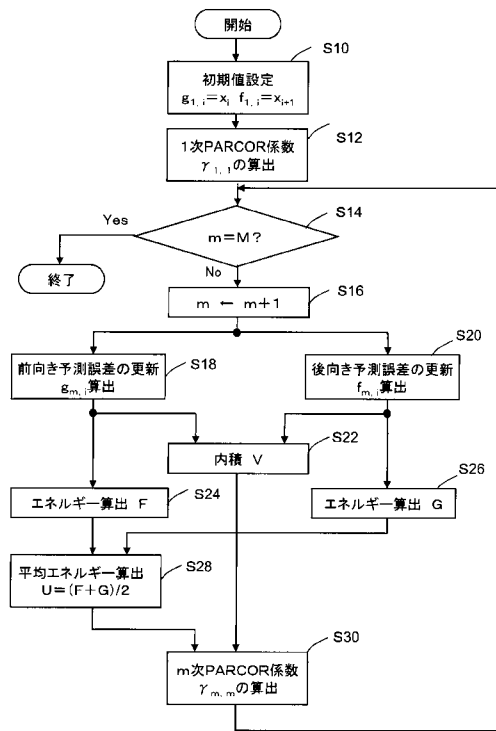


図22

フロントページの続き

(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

審査官 毛利 太郎

(56)参考文献 特開平08-063192(JP,A)

特公昭49-018007(JP,B1)

特開昭57-158897(JP,A)

赤松 茂, デジタル信号処理ハンドブック Digital Signal Processing Handbook, 株式会社
オーム社, 1993年 1月31日, 第1版, p.160-161

谷萩 隆嗣 Takashi Yahagi, 音声と画像のデジタル信号処理 初版 Digital Signal Proc
essing of Speech and Images, 株式会社コロナ社 CORONA PUBLISHING CO.,LTD., 1996年
9月30日, 第1版, p.17-23

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 11/00 - 11/06

G10L 19/00 - 19/14