

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4746532号
(P4746532)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(51) Int. Cl. F I
G 1 O L 19/00 (2006.01) G 1 O L 19/00 2 2 O F
G 1 O L 19/14 (2006.01) G 1 O L 19/14 4 O O Z

請求項の数 20 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-343319 (P2006-343319)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成18年12月20日(2006.12.20)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2008-157998 (P2008-157998A)		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7月10日(2008.7.10)	(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】 線形予測係数算出方法、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のフレームに分割するフレーム分割部の出力信号を入力とし、上記フレーム毎の時系列信号から全極型の線形予測係数を生成する線形予測係数算出装置において、

上記フレーム毎に線形予測係数を求めて暫定予測係数を生成し、上記暫定予測係数に基づく予測誤差信号を求めて暫定予測誤差信号として出力する暫定予測係数生成部と、

上記フレーム毎の離散的時系列デジタル信号と上記暫定予測誤差信号とを入力とし、上記暫定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の各次の線形予測係数の偏微分が、全て0となる線形予測係数を生成する予測係数算出部とを、

具備する線形予測係数算出手段を備えることを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の線形予測係数算出装置において、

上記予測係数算出部は、重み係数行列を生成する重み係数行列生成部を具備し、

上記予測係数算出部は、各次の線形予測係数を求める正規方程式に対角成分の上記重み係数行列を掛けて上記線形予測係数を生成するものであることを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項3】

請求項2に記載の線形予測係数算出装置において、

上記予測係数算出部は、上記暫定予測誤差信号から重み係数を算出する重み係数算出部

を具備し、上記重み係数行列生成部は、上記重み係数算出部が算出した重み係数を上記重み係数行列の対角成分に割り付けるものであることを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の線形予測係数算出装置において、

上記予測係数算出部は、上記暫定予測誤差信号の絶対値平均値を計算する絶対値平均部と、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、

上記予測係数算出部は、上記可変長符号化開始ビット設定部が設定した可変長符号化開始ビット数以上の、上記暫定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の各次の線形予測係数の偏微分が、全て 0 となる線形予測係数を生成するものであることを特徴とする線形予測係数算出装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の線形予測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暫定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ことを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の線形予測係数算出装置において、

上記暫定予測誤差生成部は、上記フレーム分割部が出力する少なくとも 1 フレーム分の上記離散的時系列デジタル信号を記憶し、上記複数フレーム中の指定されたフレームの上記離散的時系列デジタル信号を順次出力するバッファ部を具備し、

20

上記予測係数算出部は、更に上記フレーム毎に線形予測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、終了時に上記繰り返し部へ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線形予測係数算出装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の線形予測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線形予測係数算出装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の線形予測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線形予測係数の絶対値和と今回の線形予測係数の絶対値和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線形予測係数算出装置。

30

【請求項 9】

請求項 6 に記載の線形予測係数算出装置において、

上記終了判定部は、上記繰り返し部が線形予測係数を求める動作を繰り返すたびにフレーム内の符号量を算出する符号量算出部と、上記算出された符号量をそれまで算出された符号量と比較し、符号量が最小になった時に終了信号を出力する符号量判定部を具備するものであることを特徴とする線形予測係数算出装置。

40

【請求項 10】

離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎のフレームに分割するフレーム分割部の出力信号を入力とし、上記フレーム毎の時系列信号から全極型の予測係数を生成する線形予測係数算出方法において、

暫定予測計数生成部が、上記フレーム毎に線形予測係数を求めて暫定予測係数を生成して上記暫定予測係数に基づく予測誤差信号を求めて暫定予測誤差信号として出力する過程を備え、

予測係数算出部が、上記フレーム毎の離散的時系列デジタル信号と上記暫定予測誤差信号を入力とし、上記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の各次の線形予測係数の偏微分が、全て 0 となる線形予測係数を生成する過程を備えたことを特

50

徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の線形予測係数算出方法において、

上記線形予測係数を生成する過程は、上記各次の線形予測係数を求める正規方程式に対角成分のみの重み係数行列を掛ける過程を含むことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の線形予測係数算出方法において、

上記線形予測係数を生成する過程は、上記暫定予測誤差信号から重み係数を算出する重み係数算出過程を含むことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 0 乃至 1 2 の何れかに記載の線形予測係数算出方法において、

上記暫定予測誤差生成部が、上記フレーム分割部が出力する複数フレームに渡って上記離散的時系列デジタル信号を記憶し、上記複数のフレーム中の指定されたフレームの上記離散的時系列デジタル信号を順次出力する過程を有し、

上記線形予測係数を生成する過程は、上記フレーム毎に線形予測係数を求める動作を終了判定部が終了信号を出力するまで、繰り返す過程を含むことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の線形予測係数算出方法において、

上記終了信号を出力する過程は、上記繰り返す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過程であることを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 に記載の線形予測係数算出方法において、

上記終了信号を出力する過程は、上記繰り返し求められた前回と今回の線形予測係数の絶対値和を計算する過程を含み、前回と今回の上記絶対値和の差が所定値以下になると終了信号を出力する過程であることを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 3 に記載の線形予測係数算出方法において、

上記終了信号を出力する過程は、上記フレーム内の予測誤差信号の符号量を計算する過程を含み、上記繰り返し求められた前回と今回の線形予測係数に基づく上記符号量が最小になった時に終了信号を出力する過程であることを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 3 乃至 1 6 の何れかに記載の線形予測係数算出方法において、

上記線形予測係数を生成する過程は、上記暫定予測誤差信号から可変長符号化開始ビット数を決定する過程を含み、

上記可変長符号化開始ビット数を決定する過程で決められた可変長符号化開始ビットと、上記暫定予測誤差信号とから符号長を算出する過程を含むことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の線形予測係数算出方法において、

上記符号長を算出する過程は、上記可変長符号化開始ビット数以下の符号に重みを掛ける過程を含み、上記重みは、可変長符号化開始ビットに掛けられる重み以下であることを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 乃至 9 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

【請求項 2 0】

請求項 1 9 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】

10

20

30

40

50

【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、線形予測係数算出方法及び、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】

【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、音声予測符号化装置130を図14に示し、その動作を説明する。

10

音声予測符号化装置130は、入力端子132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分割部134と、各フレーム毎にデジタル信号 x_i の線形予測分析を行い p 個の線形予測係数 α_j 、($j = 0, \dots, p$)を計算して線形予測誤差信号 d_i を出力する線形予測分析部136と、線形予測分析部136が出力する線形予測誤差信号 d_i を符号化する誤差符号化部138と、線形予測分析部136が出力する線形予測係数 α_j を符号化する係数符号化部140とから構成される。

【0003】

線形予測分析部136は、全極型(自己回帰型前方予測)であり、線形予測誤差信号 d_i を最小にする p 個の線形予測係数 α_j を計算する線形予測係数算出部136aと、線形予測係数算出部136aで計算された線形予測係数 α_j と、デジタル信号 x_i とから予測値を計算する線形予測部136bと、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 d_i を生成する減算部136cとで構成される。

20

線形予測分析部136は、デジタル信号 x_i に対し、 p 個の線形予測係数 α_j により式(1)に示すようにして線形予測誤差信号 d_i を求める。

【数1】

$$d_i = x_i - \sum_{j=1}^p \alpha_j x_{i-j}, (j=1, \dots, p) \quad \text{式(1)}$$

30

線形予測誤差信号系列 d_i を行列で書くと式(2)のようになる。

$$D = X - Y A \quad \text{式(2)}$$

【0004】

ただし、 D は線形予測誤差信号系列の N 行1列のベクトル(式(3))、 A は線形予測係数列の N 行1列のベクトル(式(4))、 X はデジタル信号列の N 行1列のベクトル(式(5))である。それぞれを転置行列で示す。 Y は N 行 P 列の行列である(式(6))。

$$D^T = (d_0, \dots, d_{N-1}) \quad \text{式(3)}$$

$$A^T = (\alpha_1, \dots, \alpha_p) \quad \text{式(4)}$$

$$X^T = (x_0, \dots, x_{N-1}) \quad \text{式(5)}$$

40

【0005】

【数2】

$$Y = \begin{pmatrix} x_{-1} & x_{-2} & \dots & x_{-p} \\ x_0 & x_{-1} & \dots & x_{-p+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N-3} & x_{N-4} & \dots & x_{N-p-2} \\ x_{N-2} & x_{N-3} & \dots & x_{N-p-1} \end{pmatrix} \quad \text{式(6)}$$

線形予測係数算出部136aは、式(7)に示す線形予測誤差信号 d_i の二乗和 J を最小にする線形予測係数 α_j を計算する。

50

【数3】

$$J = \sum_{i=1}^{N-1} d_i^2, (i=1, \dots, N-1) \quad \text{式(7)}$$

線形予測誤差信号 d_i を最小にするためには、 J について α_j ($j = 1, 2, \dots, p$) に関する偏微分を 0 とおいて解けばよい(式(8))。つまり p 個の連立方程式を解く。

【数4】

$$\frac{dJ}{d\alpha_j} = \sum_{i=0}^{N-1} 2d_i \frac{dd_i}{d\alpha_j} = \sum_{i=0}^{N-1} 2d_i(x_{i-j}) = 0 \quad \text{式(8)}$$

10

その p 個の連立方程式の解は、式(6)に示す N 行 P 列の行列 Y の転置行列 Y^T を使った線形予測係数列 A の未知ベクトルを推定する正規方程式(式(9))で与えられる。

【0006】

$$Y^T X = Y^T Y A \quad \text{式(9)}$$

正規方程式(式(9))より得られる最小二乗解である線形予測係数列 A ($\alpha_j : j = 1, \dots, p$) は式(10)で求めることができる。

$$A = (Y^T Y)^{-1} Y^T X \quad \text{式(10)}$$

線形予測部 136b は、このようにして求められた線形予測係数 α_j と、デジタル信号 x_i とで式(11)に示す畳み込み演算で予測値 \hat{x}_i を計算する。

20

【0007】

【数5】

$$\hat{x}_i = \sum_{j=1}^p \alpha_j x_{i-j}, (j=1, \dots, p) \quad \text{式(11)}$$

減算部 136c は、デジタル信号 x_i から整数に四捨五入された予測値 \hat{x}_i を引き算して線形予測誤差信号 d_i を生成する。

【0008】

減算部 136c で生成された線形予測誤差信号 d_i は、誤差符号化部 138 において、例えばライス符号化やハフマン符号化などでエントロピー符号化され、線形予測誤差符号として出力される。

30

線形予測係数算出部 136a で計算された線形予測係数 α_j も、係数符号化部 140 で符号化されて出力される。

符号化された線形予測誤差符号と線形予測係数符号は、図示しない復号器に伝送され、復号器において式(12)に示す計算((11)式と同じ整数への四捨五入を含む。今後、特に整数化についてはことわらない)が行われデジタル信号 x_i が再生される。

【0009】

【数6】

$$x_i = d_i + \sum_{j=1}^p \alpha_j x_{i-j}, (j=1, \dots, p) \quad \text{式(12)}$$

40

以上説明した音声予測符号化装置 130 と復号器の動作を模式的に図 15 に示す。デジタル信号 x_i は、音声アナログ信号をデジタル信号 x_i に変換する際のサンプリング周期の時間間隔を空けた離散的時系列情報として音声予測符号化装置 130 に入力される。線形予測係数算出部 136a は、過去のフレーム内の N 個(作図の都合により図 15 では p 個のみ表記)のデジタル信号 x_i から、次のフレームのデジタル信号 x_i を予測する p 個の線形予測係数 α_j を計算する。線形予測部 136b は、その p 個の線形予測係数 α_j と順次入力されるデジタル信号 x_i とを畳み込み演算して予測値 \hat{x}_i を生成する。減算部 136c は、デジタル信号 x_i から予測値 \hat{x}_i を引き算して線形予測誤差信号 d_i を出力する。

50

【 0 0 1 0 】

線形予測誤差信号 d_i と線形予測係数 a_j は、それぞれ符号化されて復号器に伝送される。復号器では、 p 個の線形予測係数 a_j と順次入力される線形予測誤差信号 d_i とから、デジタル信号出力 x_{s_i} を再生する。この動作は、フレーム単位で p 個の線形予測係数 a_j が計算されて繰り返される。

【非特許文献 1】中田和男、改定音声、1994年、コロナ社、53頁付録4.2

【非特許文献 2】守谷健弘、音声符号化、1998年、電子情報通信学会、12~13頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

10

しかしながら従来の方法では、エントロピー符号化された線形予測誤差信号 d_i の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ることで、全体の符号量を減らす方法である。通常の音声の圧縮では、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、二乗誤差を最小とする関係から得られた線形予測誤差信号 d_i を、エントロピー符号化しても符号量は最小にならない。

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、二乗誤差最小化ではなく線形予測誤差信号 d_i の振幅の絶対値の最小化の近似をおこなうことで、線形予測誤差信号 d_i 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線形予測係数算出方法、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。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

この発明による線形予測係数算出装置は、離散的時系列デジタル信号を所定サンプル数毎のフレームに分割するフレーム分割部の出力信号を入力とし、そのフレーム毎の時系列信号から全極型の線形予測係数を生成するものであり、暫定予測誤差生成部と予測係数算出部とを備える。

暫定予測誤差生成部は、フレーム毎に線形予測係数を求めて暫定予測係数を生成し、上記暫定予測係数に基づく予測誤差信号を求めて暫定予測誤差信号として出力する。

予測係数算出部は、フレーム毎の離散的時系列デジタル信号と暫定予測誤差信号とを入力とし、暫定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の各次の線形予測係数の偏微分が、全て0となる線形予測係数を生成するものである。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

この発明によれば、線形予測係数を求めるにあたって、従来の二乗誤差を最小にする基準で求めた予測誤差を暫定予測誤差信号として求め、暫定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し、その連続関数の各次の線形予測係数の偏微分が、全て0となる線形予測係数を生成するので、従来の二乗誤差を基準にした予測誤差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】

40

【 0 0 1 4 】

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】

【 0 0 1 5 】

この発明の線形予測係数算出装置 10 の実施例 1 の機能構成例を図 1 に示す。この発明の線形予測係数算出装置 10 は、従来技術の一例として図 14 に示した音声予測符号化装置 130 内の線形予測分析部 136 を構成する線形予測係数算出部 136a に相当するものである。

線形予測係数算出装置 10 は、フレーム分割部 134 と線形予測係数算出手段 50 とか

50

らなる。線形予測係数算出手段 50 は、暫定予測誤差生成部 20 と予測係数算出部 30 とから構成される。

入力端子 132 から入力されるデジタル信号 x_i , (i : 整数) は、暫定予測誤差生成部 20 に入力される。暫定予測誤差生成部 20 は、図 14 に示した線形予測分析部 136 そのものである。図 14 の線形予測係数算出部 136 a は、暫定予測係数算出部 22 である。線形予測部 136 b は暫定線形予測部 24 である。減算部 136 c は暫定減算部 26 である。つまり、実施例 1 では、暫定的に二乗誤差を最小化する方法でフレーム毎の線形予測誤差信号 d_i を求める。

暫定予測誤差生成部 20 で求められた線形予測誤差信号 d_i は、従来技術で求めた線形予測誤差信号 d_i と同じものである。

10

【0016】

暫定的に求められた暫定予測誤差信号 d_i の各サンプル (d_0 , d_2 , , d_{N-1}) の振幅の頻度分布は指数分布で近似できる。暫定予測誤差信号 d_i の振幅の頻度分布を模式的に図 2 (a) に示す (以降、振幅値も同じ参照符号 d_i で表記する) 。図 2 (a) の横軸は、暫定予測誤差信号 d_i の振幅、縦軸はその頻度である。暫定予測誤差信号 d_i の振幅の頻度分布は、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、 $e^{-a \times}$ のような指数関数で近似できる。

これを横軸を時間、縦軸を暫定予測誤差信号 d_i の \pm 振幅で時系列に模式的に表わすと、図 2 (b) のように表わせる。つまり、振幅の小さな暫定予測誤差信号が多く、振幅の大きな暫定予測誤差信号が少ない。

20

【0017】

したがって、符号量を最小化する目的で、振幅が小さい暫定予測誤差信号の符号長を小さく、振幅が大きい暫定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 2 (c) に模式的に示す。図 2 (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。符号長は暫定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。

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フレーム全体の符号量を求め、この符号量を最小化するように線形予測係数を求める。こうして求めた線形予測係数から予測誤差を求めると、フレーム全体の符号量を最小化することが出来る。

30

【0018】

例えばライス符号でエントロピー符号化した場合、暫定予測誤差信号の 1 サンプル当たりの符号長は、暫定予測誤差信号の振幅 d_i の 2 倍で近似出来る。これは、ライス符号の符号長 $E(d_i)$ が、振幅 d_i に対して式 (13) に示す関係であることによる。

$$E(d_i) = 2 |d_i + 0.25| + 0.5 \quad \text{式 (13)}$$

したがって、フレーム全体の符号量 J は式 (14) で計算出来る。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で、微分に基づく最小化基準として使えない。

【数 7】

$$J = \sum_{i=0}^{N-1} E(d_i) = \sum_{i=0}^{N-1} 2 |d_i| \quad \text{式 (14)}$$

40

そこでこの発明では、暫定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 (15) に示す関数を使うことを考える。

$$E(d_i) = 2 (|d_i|^q)^{(1/q)} \quad \text{式 (15)}$$

ここで q は定数である。特に $q = 2$ の場合が計算上簡便である (式 (16)) 。

【0019】

【数 8】

$$E(d_i) = 2\sqrt{\delta + d_i^2} \quad \text{式 (16)}$$

$E(d_i)$ を振幅 d_i で微分する (式 (17))。

【数 9】

$$\frac{dE(d_i)}{dd_i} = \frac{2d_i}{\sqrt{\delta + d_i^2}} \quad \text{式 (17)}$$

式 (16) を線形予測係数 α_j で微分する (式 (18))。

【数 10】

$$\frac{dE(d_i)}{d\alpha_j} = \frac{dE(d_i)}{dd_i} \frac{dd_i}{d\alpha_j} = \frac{2d_i}{\sqrt{\delta + d_i^2}} \frac{dd_i}{d\alpha_j} \quad \text{式 (18)}$$

式 (16) から d_i が より十分大きいときは、 $2d_i$ で近似出来る。 d_i が より小さい時は、式 (17) から d_i の微分が一次関数 $2d_i$ で近似できるから d_i は二次関数で近似できる。

式 (16) の $\delta = 0.5$ とした符号長の特性を図 3 に示す。横軸は暫定予測誤差信号 d_i の振幅、縦軸は符号長 $E(d_i)$ 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、 $2 \times d_i$ の一次関数である。つまり、暫定予測誤差信号 d_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。

【0020】

このように近似した絶対値近似誤差によるフレーム全体の符号量 J は、式 (19) で計算出来る。

【数 11】

$$J = \sum_{i=0}^{N-1} 2\sqrt{\delta + d_i^2} \quad \text{式 (19)}$$

絶対値近似誤差を最小にするためには、 J について $\frac{dJ}{d\alpha_j} = 0$ ($j = 1, 2, \dots, p$) に関する偏微分を 0 とおいて解けばよい (式 (20))。

【数 12】

$$\frac{dJ}{d\alpha_j} = \sum_{i=0}^{N-1} \frac{2d_i}{\sqrt{\delta + d_i^2}} \frac{dd_i}{d\alpha_j} = \sum_{i=0}^{N-1} \frac{2d_i}{\sqrt{\delta + d_i^2}} x_{i-j} = 0 \quad \text{式 (20)}$$

暫定予測誤差信号 d_i は、式 (1) に示したように α_j の関数である。

【0021】

つまり、 $dJ/d\alpha_j = 0$ となる $J = 1$ から $j = p$ までの α_j について p 個の連立方程式を解けばよい。この考え方は、従来技術で説明済みの二乗誤差を最小にする場合と同じであり、式 (9) に示した正規方程式を解くことで p 個の線形予測係数を求めることが出来る。

このようにして求めた線形予測係数は、絶対値近似誤差の振幅を最小にするものである。その線形予測係数に基づいて求めた予測誤差信号の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。

この発明の線形予測係数算出装置は、実施例 1 に示したように二乗誤差を最小にする考えで得た暫定予測誤差信号 d_i を、暫定予測誤差信号 d_i の振幅の絶対値の和で近似し、振幅の絶対値の和を、最小化する線形予測係数を求めるものである。なお、振幅の絶対値の和をサンプル数 N で除算した絶対値平均値を最小化する線形予測係数を求めてもよい。つまり、平均値を求める $1/N$ は定数であり、 $1/N$ を掛けても符号長が振幅の絶対値に比例する関係が変わらないからである。

【実施例 2】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

暫定予測誤差信号の振幅の絶対値近似誤差によるフレーム全体の符号量 J を、線形予測係数 γ_j で偏微分した式 (1 9) の係数 $2 d_i / (1 + d_i^2)$ の分母は、 γ_j の関数であるので、式 (9) の正規方程式が手間のかかる数値解析を用いないと解けない。

そこで正規方程式を、暫定予測誤差信号 d_i の振幅が大きなサンプル (d_1, d_2, \dots, d_i) を軽視する対角成分のみの重み係数行列 W (式 (2 1)) を掛ける形に拡張した形式に近似する (式 (2 0))。重みは、各サンプルが線形予測係数の推定にどのくらい影響を与えるのかを決める値である。

【 0 0 2 3 】

【 数 1 3 】

$$W = \begin{pmatrix} \gamma_0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \gamma_1 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & \gamma_{N-1} \end{pmatrix} \quad \text{式 (2 1)}$$

重みを考慮した線形予測係数列 A は式 (2 2) で求められる。

$$A = (Y^T W Y)^{-1} Y^T W X \quad \text{式 (2 2)}$$

式 (2 2) の形は、従来からの重み付き線形予測の式と同じである。

この重み係数行列 W は、図 1 の予測係数算出部 3 0 の中に破線で示す重み係数行列生成部 3 2 で生成される。重み係数行列 W は、式 (2 1) に示す様に対角成分のみの対角行列である。各対角要素は、振幅大のサンプルの影響度を小さくする目的から、例えば、暫定予測誤差信号 d_i の振幅の逆数 ($1 / d_i$) 又は、振幅の平方根の逆数 ($1 / \sqrt{d_i}$) が使用できる。

重み係数行列生成部 3 2 は、予測係数算出部 3 0 内の図示しないレジスタに記憶された暫定予測誤差信号 d_i を、読み出して暫定予測誤差信号 d_i の逆数若しくは、平方根の逆数を、重み係数行列 W の対角要素に割り付ける動作を行う。

【 0 0 2 4 】

しかし、暫定予測誤差信号 d_i の振幅が大きなサンプルを軽視する重み係数行列 W を用いても、適切な線形予測係数が求まらない場合がある。

そこで、実施例 2 として図 4 に示す線形予測係数算出手段 5 0 を構成する予測係数算出部 3 0 は、フレーム毎に線形予測係数を求める動作を繰り返して行う繰り返し部 3 4 を備える。予測係数算出部 3 0 は、繰り返し部 3 4 内の終了判定部 3 6 が繰り返し動作を終了させる終了信号を出力するまでの間、線形予測係数を求める動作を繰り返して行う。また、予測係数算出部 3 0 が繰り返して線形予測係数を計算するので、フレーム分割部 1 3 4 が出力する少なくとも 1 フレームのデジタル信号を記憶するバッファ部 2 8 を、暫定予測誤差生成部 2 0 内に設ける構成とした。バッファ部 2 8 は、繰り返し部 3 4 が指定するフレームのデジタル信号を順次、暫定予測係数算出部 2 2 と暫定線形予測部 2 4 と暫定減算部 2 6 とに出力する。

【 0 0 2 5 】

実施例 2 の主要な処理の流れを図 5 に示す。フレーム分割部 1 3 4 で所定サンプル数毎のフレームに分割されたデジタル信号は、フレーム単位でバッファ部 2 8 に記憶される (図 5 のステップ S 1 0)。バッファ部 2 8 は少なくとも 1 フレームのデジタル信号を記憶して出力するものである。

新しいフレーム L が得られる (ステップ S 1 2) と、回数カウンタ値 K が 0 に初期化 (ステップ S 1 4) され、回数カウンタ値 K が + 1 計数される (ステップ S 1 6)。そして、通常は、バッファ部 2 8 の最新のフレーム L のデジタル信号 x_{L_i} が順次読み出され、暫定予測誤差生成部 2 0 を構成する暫定予測係数算出部 2 2 と暫定線形予測部 2 4 と暫定減算部 2 6 に入力される (ステップ S 1 8)。

暫定予測誤差生成部 2 0 は上記した式 (8) ~ 式 (1 0) に示す計算を行って、暫定予測誤差信号 d_i を生成する (ステップ S 2 0)。暫定予測誤差信号 d_i が入力される予測

10

20

30

40

50

係数算出部 30 は、上記した式 (19) ~ 式 (22) に示す計算を行って、予測誤差信号の符号量を最小化する線形予測係数を算出する (ステップ S22)。

【0026】

以上述べたステップ S16 ~ ステップ S22 までの処理を、終了判定部 36 が終了と判断するまで、ステップ 22 で求めた予測係数に基づいて暫定予測誤差生成部 20 が暫定予測誤差を求め直す動作を繰り返すことで (ステップ S24)、適切な線形予測係数を求めることができる。終了判定部 36 の終了の判断は、回数カウント値 K が所定回数 N に等しくなったか否かを終了判定部 36 内の回数判定部 36a で行なってもよい。又は、ステップ S22 で求めた予測係数の絶対値和をステップ S26 で計算し、前回と今回の予測係数の総和の差がレジスタ 38 に記憶された所定値 Th よりも小、若しくは変化しなくなったかを収束判定部 36b で判断した結果で行なってもよい。又は、ステップ S22 で求めた線形予測係数とデジタル信号とからフレーム内の予測誤差信号の符号量をステップ S28 で計算し、終了判定部 36 内の符号量判定部 36c で前回と今回の予測誤差信号を演算してその符号量を比較して符号量が最小になった時点としてもよい。

10

【0027】

以上述べたように予測係数算出部 30 内に繰り返し部 34 を設け、繰り返して予測係数を求めることで適切な線形予測係数を得ることが可能になる。但し、この発明において、この繰り返し部 34 は必須の構成要素ではない。実施例 1 で説明したように、予測誤差信号の符号量が最小になる予測係数を手間のかかる数値解析を用いて 1 度だけ算出し、その線形予測係数を用いてもよい。その場合は、フレーム毎に暫定予測係数を生成して、その暫定予測係数に基づく予測誤差信号を求めて暫定予測誤差信号を出力するステップ S20 に示す過程と、暫定予測誤差信号を入力として、予測誤差の振幅の絶対値を近似する微分可能な連続関数の各次の線形予測係数の偏微分が、全て 0 となる線形予測係数を生成するステップ S22 に示す過程、の 2 つが行なわれるだけである。

20

【実施例 3】

【0028】

実施例 2 で、線形予測係数を求める正規方程式 (式 (9)) を容易に解くことを目的に、対角成分のみの重み係数行列 W (式 (22)) を掛ける考えを導入した。その重み係数の各要素は、暫定予測誤差信号の振幅の大きなサンプルについて軽視する目的で、例えば暫定予測誤差信号の振幅の逆数などの比較的簡単な例を示した。

30

この重み係数の各要素を重み係数算出部 31 で計算して求める他の例を実施例 3 として説明する。重み係数算出部 31 を、図 4 の予測係数算出部 30 内に破線で示す。

実施例 3 は、実施例 2 に対してこの重み係数算出部 31 が設けられている点のみが異なる。他の構成は同じである。重み係数算出部 31 内には、図示しない定数を記憶するレジスタが設けられており、実施例 2 よりも複雑な重み係数を計算出来る点に特徴がある。

【0029】

従来 of 予測誤差が最小になる線形予測係数を求める式 (8) と、この発明の暫定予測誤差信号の振幅の絶対値を最小にする線形予測係数を求める式 (20) とを比較すると、 $1 / (\delta + d_i^2)$ が乗算されている点のみが異なる。したがって、この係数 $1 / (\delta + d_i^2)$ を重み係数として考慮することで、従来 of 予測誤差が最小になる最小二乗法で求めた線形予測係数と同じように、振幅の絶対値を最小にする線形予測係数が求められると考えられる。

40

【0030】

そこで、重み係数算出部 31 で式 (23) に示す計算で各重み係数を求め、計算された各重み係数を、重み係数行列生成部 32 で対角要素に割り付ける。

【数 14】

$$\gamma_i = \frac{1}{\sqrt{\delta + d_i^2}} \quad \text{式 (23)}$$

生成された重み係数行列 W を正規方程式に掛けて、最小二乗解を式 (22) で求めるこ

50

とで、不適当な重み係数になることがなく常に好ましい線形予測係数を求めることが出来る。

【実施例 4】

【0031】

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(13)で求められ、暫定予測誤差信号の振幅 d_i に対して例えば図6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。

暫定予測誤差信号の振幅は例えば1万(1×10,000)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、符号量が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4の機能構成例を図7に示す。

10

【0032】

実施例4は実施例3に対して予測係数算出部30内に可変長符号化開始ビット設定部70を備えたことを特徴とする。他の構成は実施例2と同じである。

可変長符号化開始ビット設定部70は、絶対値平均部72と可変長符号化開始ビット計算部74とで構成される。絶対値平均部72は、暫定予測誤差信号 d_i から暫定予測誤差系列の絶対値平均値を計算する(式(24))。絶対値平均値は、可変長符号ビット計算部74に入力され、例えば式(25)に基づいて可変長符号化開始ビットである τ が計算される。

20

【数15】

$$\tau = (1/N) \sum_{i=0}^{N-1} |d_i| \quad \text{式(24)}$$

【数16】

$$\beta = \{\log_2(1.386\tau) + 0.5\} \quad \text{式(25)}$$

ただし、{ } は切捨てを表わす。

30

この可変長符号化開始ビット τ 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。

【0033】

こうして求めた可変長符号化開始ビット τ を用いて、 τ ビット以上のビットを例えばライス符号化した暫定予測誤差信号の符号長は、式(26)で計算出来る。

$$E(d_i) = 2 \lfloor (|d_i| / 2^\beta) + 0.25 \rfloor + \beta + 0.5 \quad \text{式(26)}$$

符号長 $E(d_i)$ は式(27)で近似出来る。

【数17】

$$E(d_i) = 2\sqrt{\delta + (d_i / 2^\beta + 0.25)^2} + \beta + 0.5 \quad \text{式(27)}$$

40

符号長 $E(d_i)$ の近似式である式(27)で符号長を計算した例を図8に示す。図8の横軸と縦軸の交点は、2未満の振幅を意味し、交点を中心に振幅の絶対値が2以上の範囲を \pm で表わす。縦軸は符号長である。図8は、ライス符号の例を示した図6と対比することで容易に理解出来る。2未満の振幅は、+1ビットであり縦軸上の τ で表わされる。2の振幅は $\tau + 3$ ビットとなる。図6からも明らかのように、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の時の符号長は、 $\tau + 2$ ビットとなる。振幅がその倍(-2×2)の時の符号長は $\tau + 4$ ビットとなる。

【0034】

50

このように近似した E (d_i) を振幅 d_i で微分する (式 (2 8)) 。

【数 1 8】

$$\frac{dE(d_i)}{dd_i} = \frac{2(d_i/2^\beta + 0.25)}{2^\beta \sqrt{\delta + (d_i/2^\beta + 0.25)^2}} \quad \text{式 (2 8)}$$

式 (2 7) を線形予測係数 α_j で微分する (式 (2 9)) 。

【数 1 9】

$$\frac{dE(d_i)}{d\alpha_j} = \frac{dE(d_i)}{dd_i} \frac{dd_i}{d\alpha_j} = \frac{2(d_i/2^\beta + 0.25)}{2^\beta \sqrt{\delta + (d_i/2^\beta + 0.25)^2}} \frac{dd_i}{d\alpha_j} \quad \text{式 (2 9)}$$

10

絶対値近似誤差を最小にするためには、J について α_j (j = 1 , 2 , … , p) に関する偏微分を 0 とおいて解けばよい (式 (3 0)) 。

【数 2 0】

$$\frac{dJ}{d\alpha_j} = \sum_{i=0}^{N-1} \frac{dE(d_i)}{dd_i} \frac{dd_i}{d\alpha_j} = \sum_{i=0}^{N-1} \frac{2(d_i/2^\beta + 0.25)}{2^\beta \sqrt{\delta + (d_i/2^\beta + 0.25)^2}} \frac{dd_i}{d\alpha_j} = 0 \quad \text{式 (3 0)}$$

ここでも分母の 2^β (δ + (d_i / 2^β + 0 . 2 5)²) (式 (3 1)) は、定数とみなし、d d_i / d α_j は各 i と α_j に対して x_{i - j} となるので、分子第一項の d_i に対しては、実施例 1 と同じになる。

【 0 0 3 5 】

20

【数 2 1】

$$2^\beta \sqrt{\delta + (d_i/2^\beta + 0.25)^2} \quad \text{式 (3 1)}$$

更に定数 0 . 2 5 に対する d d_i / d α_j の成分 u は各 α_j 毎に式 (3 2) で表わされる。

【数 2 2】

$$u_j = \sum_{i=0}^{N-1} x_{i-j} \quad \text{式 (3 2)}$$

u_j を音声信号と仮定すると、交流波形なのでフレーム内の平均値は 0 と近似出来る。したがって、式 (3 0) は、実施例 1 に対して重み係数行列 W が異なるだけである。

30

重み係数行列 W は、重み係数算出部 3 1 でフレームの各サンプル毎に式 (3 3) で重みを計算し、その重みを重み係数行列生成部 3 2 で対角要素に割り付けることで得られる。

【数 2 3】

$$\gamma_i = \frac{1}{\sqrt{\delta + (d_i/2^\beta + 0.25)^2}} \quad \text{式 (3 3)}$$

この重みは、可変長符号化開始ビット 以上 の 暫定予測誤差信号 d_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。

40

【 0 0 3 6 】

ただし暫定的な振幅が 2^β に近い暫定予測誤差信号は予測係数が更新される時に、振幅が 2^β より大きくなる場合も考えられるので、図 9 に示すような重み係数 γ_i を使えばよい。図 9 の横軸は、暫定予測誤差信号の振幅であり、縦軸は重み γ_i である。可変長符号化開始ビット 以上 の 暫定予測誤差信号には、式 (3 3) で計算される重み係数を掛ける。つまり、振幅の大きな暫定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 暫定予測誤差サンプルは、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 暫定予測誤差には、図 1 0 中に破線で示すように符号長 2 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。

また、式 (3 3) のように各サンプル毎に重みを計算するのではなく、図 1 0 に示すよ

50

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、重み係数算出部31で重みを計算する手間が省ける。

実施例4の主要な処理の流れを図11に示す。実施例4では、実施例2の主要な処理の流れを示した図5の、暫定予測誤差信号を生成するステップS20と予測係数を算出するステップS22との間に、暫定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(24)を計算するものであり、ステップS82は、上記した式(25)を計算するものである。したがって説明は省略する。

【0037】

〔シミュレーション結果〕

例えば、MPEG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。

従来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。

【0038】

そこで、極端な入力系列の一例を示し、この発明の効果を確認する。例えば、入力系列としてフレーム内のサンプル数を1024個とし、図12に示すように先頭のサンプル $x_0 = 10$ 、2個目のサンプル $x_1 = -1000$ 、以降のサンプルは10又は-10の振幅が交互に並ぶ系列を考える。

$d_i = x_i - x_{i-1}$ を使って具体例を示す。通常一次の線形予測係数は、一次の相関係数/エネルギー(二乗和)であるから $= (-10000 - 10000 + (-100) \times 1021) / (1000 \times 1000 + 10 \times 10 \times 1023) = -122100/1102300 = -0.1108$ となる。

この予測係数を用いて予測誤差を求めると、つまり上記した式(1)を計算し、整数化すると、 $d_0 = 10$ 、 $d_1 = -1000 + 10 \times 0.1108 = -999$ 、 $d_2 = 10 - (-1000) \times (-0.1108) = -101$ 、 $d_3 = -9$ 、 $d_4 = 9$ 、 $d_{1023} = -9$ 、 d_i を四捨五入して整数化した二乗和は1091003となる。

【0039】

この発明の振幅の絶対値の総和を最小化する近似を用いて予測誤差を求める。重み係数Wを例えば0.1として線形予測係数を求めると、 $= (-10000 \times W - 10000 \times W + (-100) \times 1021) / (1000 \times 1000 \times W + 10 \times 10 \times 1023) = -0.51458$ となる。 $= -0.5$ として予測誤差を求める。 $d_0 = 10$ 、 $d_1 = -1000 + 10 \times 0.5 = -995$ 、 $d_2 = 10 - (-1000) \times (-0.5) = 490$ 、 $d_3 = -5$ 、 $d_4 = 5$ 、 $d_{1023} = -5$ 、 d_i の二乗和は1255750となる。

二乗誤差の総和を最小にする方法で求めた予測誤差の二乗和と、絶対値の総和を最小にする方法で求めた予測誤差の二乗和とを比較すると、1091003に対して1255750であり、この発明の絶対値の総和を最小にする方法の方が大きい。

しかし、予測誤差 d_i の絶対値の和を四捨五入した値で比較すると、二乗誤差の総和を最小にする方法では10299であり、絶対値の総和を最小にする方法では6600である。このようにこの発明の暫定予測誤差(予測誤差)の振幅の絶対値の総和を最小にする方法で求めた符号量の方が少ない。したがって、ライス符号化した符号量もこの発明の方が少なくなる。

【0040】

次に、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13に示す。図13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PCM符号の場合の符号

10

20

30

40

50

量とした値である。

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。

図13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49.32%に対してこの発明の圧縮率49.29%であり、約0.03%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47.68%に対してこの発明の圧縮率47.64%であり、約0.04%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47.5%に対してこの発明の圧縮率47.45%であり、約0.05%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47.5%に対してこの発明の圧縮率47.41%であり、約0.09%符号量が削減されている。

10

【0041】

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0.03~0.09%の符号量の削減は、実用上大きな効果である。また、一次の具体例で示したように少数のサンプルが非常に大きな値をとるような場合の効果は非常に大きい。

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

【0042】

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、線形予測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、上記線形予測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。

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EEPROM (Electrically Erasable and Programmable-Read Only Memory) 等を用いることができる。

30

【0043】

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

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、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

50

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。

【0044】

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】

【0045】

【図1】この発明の線形予測係数算出装置10の実施例1の機能構成例を示す図。

【図2】予測誤差信号 d_i を示す図、図2(a)は振幅と頻度との関係を示す図、図2(b)は時系列的に発生する予測誤差信号 d_i を示す図、図2(c)は振幅と符号長との関係を示す図である。

【図3】暫定予測誤差信号の振幅に対する符号長の変化を示す図。

【図4】この発明の線形予測係数算出装置10の実施例2の機能構成例を示す図。

【図5】実施例2の動作フロー図。

【図6】ライス符号の例を示す図。

【図7】この発明の線形予測係数算出装置10の実施例4の機能構成例を示す図。

【図8】式(27)で計算した符号長の一例を示す図。

【図9】実施例4に用いる重み係数の一例を示す図。

【図10】離散的な重み係数の例を示す図。

【図11】実施例4の動作フロー図。

【図12】この発明と従来法との符号量の比較を示す図。

【図13】離散的時系列デジタル信号の一例を示す図。

【図14】従来の音声予測符号化装置130の構成を示す図。

【図15】従来の音声予測符号化装置130と復号器の動作を模式的に示す図。

10

20

【 図 5 】

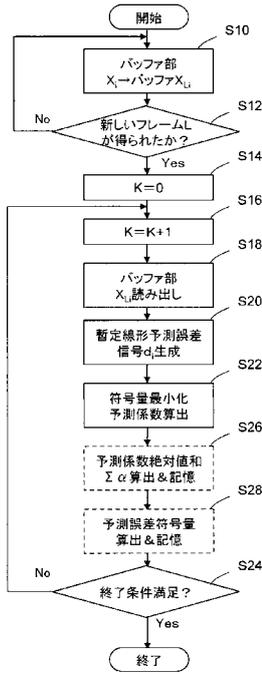


図5

【 図 6 】

振幅	2値符号	振幅	2値符号
-4	11111110	4	11111110
-3	111110	3	111110
-2	1110	2	1110
-1	10	1	110
0	0		

図6

【 図 7 】

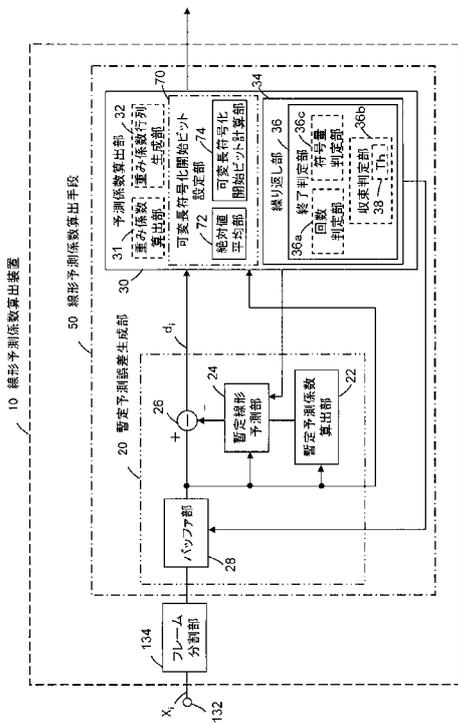


図7

【 図 8 】

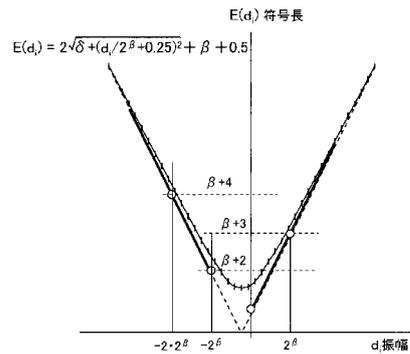


図8

【 図 9 】

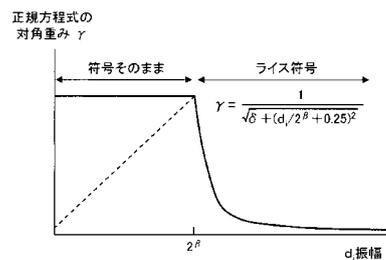


図9

【図10】

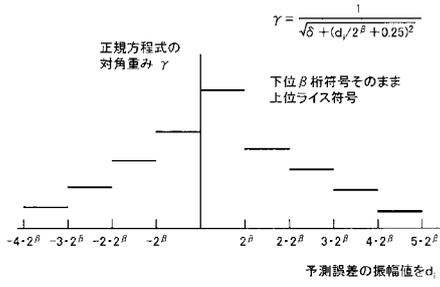


図10

【図11】

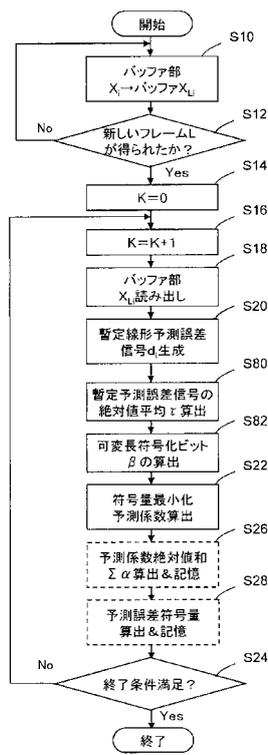


図11

【図12】

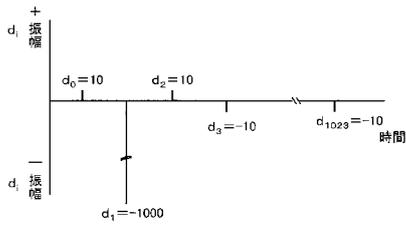


図12

【図13】

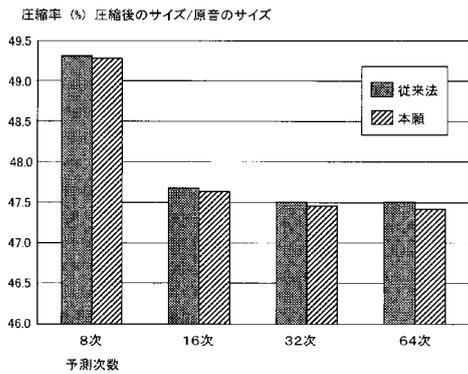


図13

【図14】

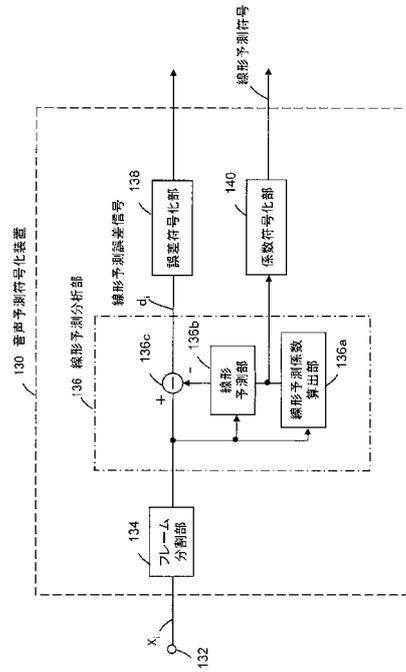


図14

【 図 15 】

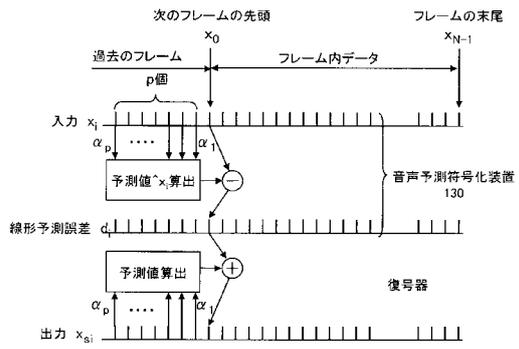


図15

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8 - 63192 (JP, A)

特公昭49 - 18007 (JP, B1)

特開昭57 - 158897 (JP, A)

守谷 健弘 TAKEHIRO MORIYA, MPEG - 4 ALS - 歪みを許さない「ロスレス・オーディオ符号化」の国際標準, NTT技術ジャーナル 第18巻 第6号, 社団法人電気通信協会, 2006年 6月 1日, p.42-45

亀岡 弘和 Hirokazu KAMEOKA, 予測誤差のGolomb - Rice符号量を最小化する線形予測分析 A Linear Predictive Coding Algorithm Minimizing the Golomb-Rice Code Length of the Residual Signal, 電子情報通信学会論文誌 (J91 - A) 第11号 THE IEICE TRANSACTIONS ON FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS, COMMUNICATIONS AND COMPUTER SCIENCES (JAPANESE), 日本, 社団法人電子情報通信学会 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 2008年11月 1日, p.1017-1025

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, 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 Processing of Speech and Images, 株式会社コロナ社 CORONA PUBLISHING CO., LTD., 1996年 9月30日, p.17-23

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00 - 19/14

H03M 7/00 - 7/50