

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5057334号
(P5057334)

(45) 発行日 平成24年10月24日(2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月10日(2012.8.10)

(51) Int.Cl.		F I		
G 1 0 L	11/00	(2006.01)	G 1 0 L	11/00 1 0 1 C
G 1 0 L	19/00	(2006.01)	G 1 0 L	19/00 2 2 O F
G 1 0 L	19/06	(2006.01)	G 1 0 L	19/06 B

請求項の数 22 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2008-51149 (P2008-51149)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成20年2月29日 (2008.2.29)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2009-210644 (P2009-210644A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成21年9月17日 (2009.9.17)	(73) 特許権者	504137912
審査請求日	平成23年1月31日 (2011.1.31)		国立大学法人 東京大学
			東京都文京区本郷七丁目3番1号
		(74) 代理人	100121706
			弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(74) 代理人	100147773
			弁理士 義村 宗洋
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 線形予測係数算出装置、線形予測係数算出方法、線形予測係数算出プログラム、および記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

元の信号の振幅を圧縮した時系列信号に対して、元の信号と線形な関係に近づける処理または元の信号と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号を生成する線形対応部と、あらかじめ定めた評価基準で、前記時系列信号と前記時系列信号を線形予測した時系列予測信号との差を最小化するように予測係数を求める予測係数分析部を備え、

前記評価基準は、評価の対象となる線形対応信号の振幅の絶対値または当該線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、前記差の重みを小さくするものである

ことを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項2】

請求項1記載の線形予測係数算出装置であって、

前記評価基準は、あらかじめ定めた数の前記時系列信号と前記時系列信号を線形予測した時系列予測信号との差の信号のエネルギーの和に対するものであり、

予測係数分析部は、前記エネルギーの和を、前記線形対応信号と予測係数によって示す関数の前記予測係数ごとの偏微分を用いて、予測係数を生成する

ことを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項3】

元の信号の振幅をあらかじめ定めた関数に基づいて圧縮した時系列信号に対して、元の

信号と線形な関係に近づける処理または元の信号と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号を生成する線形対応部と、

あらかじめ定めた評価基準で、前記時系列信号と前記時系列信号を線形予測した時系列予測信号との差を最小化するように予測係数を求める予測係数分析部

を備え、

前記評価基準は、前記関数の前記線形対応信号の振幅での微分の値が大きいほど、前記差に大きな重みを付ける

ことを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項 4】

元の信号 s_n (ただし、 n は信号の番号を示す整数) の振幅を圧縮した時系列信号 z_n から線形予測係数を生成する線形予測係数算出装置であって、

前記時系列信号 z_n を元の信号と線形な関係に近づける処理または元の信号と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号 x_n を生成する線形対応部と、

$$U^T W U = U^T W X$$

ただし、 T は転置を意味し、

$$U^T = (u_1, u_2, \dots, u_N)$$

$$X^T = (x_1, x_2, \dots, x_N)$$

【数 1】

$$U = \begin{pmatrix} x_{-1} & x_{-2} & \cdots & x_{-P} \\ x_0 & x_{-1} & \cdots & x_{-P+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N-3} & x_{-1} & \cdots & x_{-P+N-2} \\ x_{N-2} & x_{-1} & \cdots & x_{-P+N-1} \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} \gamma_0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \gamma_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \gamma_{N-1} \end{pmatrix}$$

が成り立つ予測係数を求める予測係数分析部を備え、

γ_i は、線形対応信号 x_n の振幅の絶対値または線形対応信号 x_n の近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、小さな値を取る

ことを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の線形予測係数算出装置であって、

前記時系列信号 z_n は、元の信号の振幅 s_n を

【数 2】

$$\text{関数 } f(s_n) = s_{\max} \cdot \text{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |s_n / s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)}$$

ただし、 s_{\max} は s_n が取り得る最大値、 $\text{sgn}(\)$ は正負を示す関数、 μ はあらかじめ定めた定数、

若しくは前記関数 $f(s_n)$ を近似する関数、または μ 則若しくは A 則の対数近似圧伸 PCM によって圧縮した信号であり、

前記線形対応信号 x_n は、元の信号 s_n と線形な関係であり、

10

20

30

40

【数 3】

$$\gamma_i = \frac{\mu^2}{(x_{\max} + \mu|x_i|)^2}$$

ただし、 i は 0 から $N - 1$ の整数、 x_{\max} は x_n の取り得る最大値、
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 4 記載の線形予測係数算出装置であって、
前記時系列信号 z_n は、元の信号の振幅 s_n を

10

【数 4】

$$\text{関数 } f(s_n) = s_{\max} \cdot \text{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu|s_n/s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)}$$

ただし、 s_{\max} は s_n が取り得る最大値、 $\text{sgn}()$ は正負を示す関数、 μ はあらかじめ定めた定数、

若しくは前記関数 $f(s_n)$ を近似する関数、または μ 則若しくは A 則の対数近似圧伸
PCM によって圧縮した信号であり、

前記線形対応信号 x_n は、

$$x_n = z_n + s_n$$

によって元の信号 s_n と線形な関係に近づけた信号であり、

20

【数 5】

$$\gamma_i = \left(\frac{\mu}{(x_{\max} + \mu|x_i|)} + \delta \left(\frac{\log(1 + \mu)}{x_{\max}} \right) \right)^2$$

ただし、 i は 0 から $N - 1$ の整数、 x_{\max} は x_n の取り得る最大値、
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 4 記載の線形予測係数算出装置であって、
前記時系列信号 z_n は、元の信号の振幅 s_n を

30

【数 6】

$$\text{関数 } f(s_n) = s_{\max} \cdot \text{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu|s_n/s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)}$$

ただし、 s_{\max} は s_n が取り得る最大値、 $\text{sgn}()$ は正負を示す関数、 μ はあらかじめ定めた定数、

若しくは前記関数 $f(s_n)$ を近似する関数、または μ 則若しくは A 則の対数近似圧伸
PCM によって圧縮した信号であり、

40

【数 7】

$$\gamma_i = \frac{\mu^2}{(x_{\max} + \mu|x_i|^{1/2})^2}$$

ただし、 i は 0 から $N - 1$ の整数、 x_{\max} は x_n の取り得る最大値、
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 1 から 7 のいずれかに記載された線形予測係数算出装置であって、

50

前記線形対応信号は、あらかじめ定めた方法で平滑化された信号であることを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項 9】

請求項 4 から 7 のいずれかに記載された線形予測係数算出装置であって、前記の i の代わりに、 i をあらかじめ定めた方法で平滑化した値を行列 W の対角成分とすることを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項 10】

請求項 4 から 7 のいずれかに記載された線形予測係数算出装置であって、前記の i の代わりに、 i にあらかじめ定めた分布を畳み込んだ結果を行列 W の対角成分とすることを特徴とする線形予測係数算出装置。

【請求項 11】

元の信号の振幅を圧縮した時系列信号に対して、元の信号と線形な関係に近づける処理または元の信号と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号を生成する線形対応ステップと、

あらかじめ定めた評価基準で、前記時系列信号と前記時系列信号を線形予測した時系列予測信号との差を最小化するように予測係数を求める予測係数分析ステップ

を有し、

前記評価基準は、評価の対象となる線形対応信号の振幅の絶対値または当該線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、前記差の重みを小さくするものである

ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 12】

請求項 11 記載の線形予測係数算出方法であって、

前記評価基準は、あらかじめ定めた数の前記時系列信号と前記時系列信号を線形予測した時系列予測信号との差の信号のエネルギーの和に対するものであり、

予測係数分析ステップは、前記エネルギーの和を、前記線形対応信号と予測係数によって示す関数の前記予測係数ごとの偏微分を用いて、予測係数を生成する

ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 13】

元の信号の振幅をあらかじめ定めた関数に基づいて圧縮した時系列信号に対して、元の信号と線形な関係に近づける処理または元の信号と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号を生成する線形対応ステップと、

あらかじめ定めた評価基準で、前記時系列信号と前記時系列信号を線形予測した時系列予測信号との差を最小化するように予測係数を求める予測係数分析ステップ

を有し、

前記評価基準は、前記関数の前記線形対応信号の振幅での微分の値が大きいほど、前記差に大きな重みを付ける

ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 14】

元の信号 s_n (ただし、 n は信号の番号を示す整数) の振幅を圧縮した時系列信号 z_n から線形予測係数を生成する線形予測係数算出方法であって、

線形対応部が、前記時系列信号 z_n を元の信号と線形な関係に近づける処理または元の信号と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号 x_n を生成する線形対応ステップと、

予測係数分析部が、

$$U^T W U = U^T W X$$

ただし、 T は転置を意味し、

$$U^T = (u_1, u_2, \dots, u_N)$$

$$X^T = (x_1, x_2, \dots, x_N)$$

10

20

30

40

50

【数 8】

$$U = \begin{pmatrix} x_{-1} & x_{-2} & \cdots & x_{-p} \\ x_0 & x_{-1} & \cdots & x_{-p+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N-3} & x_{-1} & \cdots & x_{-p+N-2} \\ x_{N-2} & x_{-1} & \cdots & x_{-p+N-1} \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} \gamma_0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \gamma_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \gamma_{N-1} \end{pmatrix} \quad 10$$

が成り立つ予測係数 を求める予測係数分析ステップ
を有し、

i は、線形対応信号 x_n の振幅の絶対値または線形対応信号 x_n の近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、小さな値を取る
ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 15】

請求項 14 記載の線形予測係数算出方法であって、
前記時系列信号 z_n は、元の信号の振幅 s_n を

【数 9】

$$\text{関数 } f(s_n) = s_{\max} \cdot \text{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |s_n / s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)}$$

ただし、 s_{\max} は s_n が取り得る最大値、 $\text{sgn}()$ は正負を示す関数、 μ はあらかじめ定めた定数、

若しくは前記関数 $f(s_n)$ を近似する関数、または μ 則若しくは A 則の対数近似圧伸 PCM によって圧縮した信号であり、

前記線形対応信号 x_n は、元の信号 s_n と線形な関係であり、

【数 10】

$$\gamma_i = \frac{\mu^2}{(x_{\max} + \mu |x_i|)^2}$$

ただし、 i は 0 から $N - 1$ の整数、 x_{\max} は x_n の取り得る最大値、
である

ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 16】

請求項 14 記載の線形予測係数算出方法であって、
前記時系列信号 z_n は、元の信号の振幅 s_n を

【数 11】

$$\text{関数 } f(s_n) = s_{\max} \cdot \text{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |s_n / s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)}$$

ただし、 s_{\max} は s_n が取り得る最大値、 $\text{sgn}()$ は正負を示す関数、 μ はあらかじめ定めた定数、

若しくは前記関数 $f(s_n)$ を近似する関数、または μ 則若しくは A 則の対数近似圧伸 PCM によって圧縮した信号であり、

前記線形対応信号 x_n は、

$$x_n = z_n + s_n$$

によって元の信号 s_n と線形な関係に近づけた信号であり、

【数 1 2】

$$\gamma_i = \left(\frac{\mu}{(x_{\max} + \mu|x_i|)} + \delta \left(\frac{\log(1 + \mu)}{x_{\max}} \right) \right)^2$$

ただし、 i は 0 から $N - 1$ の整数、 x_{\max} は x_n の取り得る最大値、である

ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

10

【請求項 1 7】

請求項 1 4 記載の線形予測係数算出方法であって、前記時系列信号 z_n は、元の信号の振幅 s_n を

【数 1 3】

$$\text{関数 } f(s_n) = s_{\max} \cdot \text{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu|s_n/s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)}$$

ただし、 s_{\max} は s_n が取り得る最大値、 $\text{sgn}()$ は正負を示す関数、 μ はあらかじめ定めた定数、

若しくは前記関数 $f(s_n)$ を近似する関数、または μ 則若しくは A 則の対数近似圧伸 PCM によって圧縮した信号であり、

20

【数 1 4】

$$\gamma_i = \frac{\mu^2}{(x_{\max} + \mu|x_i|^{1/2})^2}$$

ただし、 i は 0 から $N - 1$ の整数、 x_{\max} は x_n の取り得る最大値、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 8】

30

請求項 1 1 から 1 7 のいずれかに記載された線形予測係数算出方法であって、前記線形対応信号は、あらかじめ定めた方法で平滑化された信号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 4 から 1 7 のいずれかに記載された線形予測係数算出方法であって、前記の γ_i の代わりに、 γ_i をあらかじめ定めた方法で平滑化した値を行列 W の対角成分とする

ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 4 から 1 7 のいずれかに記載された線形予測係数算出方法であって、前記の γ_i の代わりに、 γ_i にあらかじめ定めた分布を畳み込んだ結果を行列 W の対角成分とする

40

ことを特徴とする線形予測係数算出方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載の線形予測係数算出装置としてコンピュータを動作させる線形予測係数算出プログラム。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 記載の線形予測係数算出プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば音声信号や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装置等に好適な、線形予測係数算出装置、線形予測係数算出方法、線形予測係数算出プログラム、および線形予測係数算出プログラムを記憶する記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

音声、画像などの情報を圧縮する方法として歪の無い可逆の符号化が知られている。また、波形をそのまま線形PCM信号として記録した場合には各種の圧縮符号化が考案されている（非特許文献1）。

10

【0003】

一方、電話の長距離伝送やVoIP用の音声伝送には、振幅をそのままの数値とする線形PCMではなく、振幅を対数に近似させた対数近似圧伸PCM（非特許文献2）などが使われている。また、代表的な対数近似圧伸PCMであるG.711（非特許文献3）の符号を、線形な数値（unsigned 8bit value）にマッピングして符号化する技術もある（非特許文献4）。そして、非特許文献4のような符号化技術には、線形予測係数を求める処理を含むものがある。

【0004】

一般的に線形予測係数を求める処理は、以下のような処理である。n番目の時刻の入力信号を $x(n)$ とする。P次の線形予測では、 $x(n)$ をP個の予測係数 α_p （ただし、 p は1以上P以下の整数）と $x(n-1), \dots, x(n-P)$ で予測する。具体的には、n番目の時刻の入力信号の予測値 $\hat{x}(n)$ と予測値の誤差（予測誤差） $d(n)$ は、次式のように求められる。

20

【0005】

【数15】

$$\begin{cases} \hat{x}(n) = \sum_{p=1}^P \alpha_p x(n-p) \\ d(n) = x(n) - \sum_{p=1}^P \alpha_p x(n-p) \end{cases} \quad (1)$$

30

そして、符号化装置から復号化装置に、予測係数 α_p と予測誤差 $d(n)$ の情報（予測係数 α_p と予測誤差 $d(n)$ を符号化した符号）を送る。復号化装置では、次式のように信号 $x(n)$ を再生する。

【0006】

【数16】

$$x(n) = d(n) + \sum_{p=1}^P \alpha_p x(n-p) \quad (2)$$

このように、入力信号 $x(n)$ を直接符号化するのではなく、線形予測した上で予測誤差 $d(n)$ を符号化する方が、符号化の対象となる信号の振幅を小さくできるので符号量を少なくできる。また、予測係数 α_p は、予測誤差のエネルギーを最小にように求めている。

40

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

【非特許文献2】守谷健弘, "音声符号化", 社団法人電子情報通信学会編, 平成10年10月, pp.73-74.

【非特許文献3】ITU-T Recommendation G.711, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies".

【非特許文献4】Florin Ghido, and Ioan Tabus, "ACCOUNTING FOR COMPANDING NONLIN

50

EARITIES IN LOSSLESS AUDIO COMPRESSION”, in ICASSP 2007 Proceedings, pp.1-261-1-264 IEEE, 2007.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一般の電話に代わってV o I Pシステムが普及してくると、V o I P用の音声伝送のために求められる伝送容量は増大する。たとえば、非特許文献3のITU-T G.711の場合であれば、1回線に対して64kbit/s×2の伝送容量が必要だが、回線数が増えれば求められる伝送容量も増大する。したがって、対数近似圧伸PCMなどの圧縮された信号列を圧縮符号化する技術(符号量を低減できる技術)が求められる。

10

【0008】

圧縮とは、元の信号を、元の信号の大小関係(大きさ)を示す番号系列中の元の信号の大きさに対応する番号で示すことを意味している。元の信号の大小関係(大きさ)を示す番号系列とは、元の信号の大小関係を維持したままの、あるいは大小関係を反転した、均等間隔の番号の系列である。例えば、1, 2, 3, ...でもよいし、2, 4, 6, ...のようにしてもよい。また、元の信号の大小関係(大きさ)を示す番号系列には、1つの元の信号の大きさ(例えば“0”)に対応する番号として複数の異なる番号が含まれている場合もある。この場合は、圧縮の際には、元の信号の大きさに対応する番号のいずれか1つの番号が付与される。なお、本発明における上記番号系列は、大小関係が元の信号の大小関係と完全に線形な番号系列ではないものとする。すなわち、元の信号が線形PCMである場合は除かれる。

20

【0009】

図1は、圧縮された信号の振幅の例を示す図である。横軸は線形PCMの場合の値であり、縦軸は対数近似圧伸PCMの場合の対応する値である。図2は、8ビットのμ則の具体的な形式を示す図である。正負を示す1ビット(極性)、指数(傾き)を示す3ビット(指数部)、線形符号での増分を示す4ビット(線形部)から構成されている。この形式の対数近似圧伸PCMの場合、-127から127までの数値を表現できる。これは、線形PCMの-8158から8158までに相当する(図1)。なお、本明細書内で用いる「信号」とは、例えば図2に示されたような「ビット列」を意味しており、「信号列」とはこのような信号が複数個並んだ系列(例えば、160個の信号が並んだ系列)を指す。

30

【0010】

従来の線形予測分析では、元の信号(音声などの信号)と線形な関係の信号が入力されることを前提に、予測誤差のエネルギーを最小にするように求めている。このように予測係数を求めることで、好適な予測係数が求められる。しかし、圧縮された信号は、元の信号と線形な関係ではない。したがって、上述の線形予測を用いれば、G.711などの圧縮された信号列も可逆圧縮できる。しかし、予測誤差のエネルギーを最小にするように予測係数を求めているので、好適な予測係数ではなく、圧縮効率が十分高いとは言えない。

【0011】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、圧縮された信号列に対する好適な予測係数を求める線形予測係数算出装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の線形予測係数算出装置は、元の信号の振幅を圧縮した時系列信号から線形予測係数を生成する装置であり、線形対応部と予測係数分析部とを備える。線形対応部は、元の信号の振幅を圧縮した時系列信号に対して、元の信号と線形な関係に近づける処理または元の信号と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号を生成する。予測係数分析部は、あらかじめ定めた評価基準で、時系列信号と時系列信号を線形予測した時系列予測信号との差を最小化するように予測係数を求める。評価基準とは、評価基準は、評価の対象となる線形対応信号の振幅の絶対値または当該線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、前記差を軽視するものである。例えば、あらかじめ定めた数の差の信号

50

のエネルギーの和または絶対値の和を、線形対応信号と予測係数で表現することであり、評価の対象となる線形対応信号の振幅の絶対値または当該線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、軽視するように重みを付ける。そして、評価結果（差の信号のエネルギーの和または絶対値の和）が小さくなるように、予測係数を生成すればよい。軽視するようには、影響を受けにくいようにという意味であり、例えば、重み付き加算（減算）の重みを小さくすることである。あらかじめ定めた数とは、線形予測を行う単位であり、例えば、音響信号列の1フレーム分の信号の数（例えば、160サンプル）である。

【0013】

なお、評価結果が小さくなる予測係数を求めるために、例えば、予測係数分析部は、差の信号のエネルギーの和を、線形対応信号と予測係数によって示す関数の予測係数ごとの偏微分を用いてもよい。

10

【0014】

また、予測係数分析部の評価を、圧縮関数（元の信号の振幅を時系列信号の振幅に圧縮した関数）の線形対応信号の振幅での微分の値が大きいほど、大きな重みを付けるようにしてもよい。

【発明の効果】

【0015】

本発明の線形予測係数算出装置によれば、圧縮された時系列信号の残差信号のエネルギーの最小化を、元の信号と線形な関係に近づけた信号または線形な関係にした信号で評価するために、圧縮によって生じる残差信号のエネルギーの重みを考慮して予測係数を求める。したがって、適切な線形予測が可能となり、圧縮効率も向上できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下では、説明の重複を避けるため同じ機能を有する構成部や同じ処理を行う処理ステップには同一の番号を付与し、説明を省略する。

【0017】

[第1実施形態]

図3に、本発明の線形予測係数算出装置の機能構成例を示す。また、図4に、本発明の線形予測係数算出装置の処理フローを示す。線形予測係数算出装置400は、線形対応部410と予測係数分析部420を備える。線形対応部410は、時系列信号 z_n （ただし、 n は信号の番号を示す整数）を元の信号 s_n と線形な関係に近づける処理または元の信号 s_n と線形な関係にする処理を行い、線形対応信号 x_n を生成する。

30

【0018】

予測係数分析部420は、 N 個の時系列信号 z_n と時系列信号を線形予測した時系列予測信号 y_n との差を、線形対応信号 x_n と予測係数 p （ただし、 p は1から P の整数、 P は線形予測の次数）によって評価し、予測係数を生成する。評価とは、差の信号のエネルギーの和または絶対値の和を、線形対応信号 x_n と予測係数 p で表現することであり、評価の対象となる線形対応信号 x_n の振幅の絶対値または線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、軽視するように重みを付ける。そして、評価結果（差の信号のエネルギーの和または絶対値の和）が小さくなるように、予測係数を生成する。線形対応信号近傍の線形対応信号とは、線形対応信号 x_n の前後のあらかじめ定めた時間幅の線形対応信号である。近傍の線形対応信号も用いれば、特異な振幅値を持つ線形対応信号があった場合でも、平滑化できる。平滑化については、後述の変形例で説明する。

40

【0019】

評価結果が小さくなる予測係数を求めるために、例えば、予測係数分析部は、差の信号のエネルギーの和を、線形対応信号と予測係数によって示す関数の予測係数ごとの偏微分を用いればよい。例えば、 N 個の時系列信号 z_n と時系列信号を線形予測した時系列予測信号 y_n との差の信号（残差信号 e_n ）のエネルギーの和 E を、線形対応信号 x_n と予測係数 p （ただし、 p は1から P の整数、 P は線形予測の次数）によって示す関数の予測

50

係数ごとの偏微分が、全て0となる予測係数 p_1, \dots, p_p を生成する。

【0020】

本実施形態の原理を、具体的な圧縮方法の例として非特許文献2の対数近似圧伸PCMを取り上げ、線形対応部410が、時系列信号を元の信号と線形な関係にする処理を行う場合を説明する。非特許文献2の対数近似圧伸PCMの場合、元の信号 s_n と圧縮された信号 z_n は、

【0021】

【数17】

$$z_n = f(s_n) = s_{\max} \cdot \operatorname{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |s_n / s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)} \quad (3) \quad 10$$

の関係である。ただし、 s_{\max} は s_n が取り得る最大値、 $\operatorname{sgn}()$ は正負を示す関数、 μ はあらかじめ定めた定数である。

【0022】

線形対応部410が、時系列信号を元の信号と線形な関係にする処理を行う場合、

$$s_n = d \cdot x_n \quad \text{ただし、} d \text{ は定数} \quad (4)$$

である。つまり、

$$z_n = f(d \cdot x_n) \quad (5)$$

である。また、時系列予測信号 y_n は、線形対応信号 x_n の予測値 \hat{x}_n (線形対応予測値) を用いて、

$$y_n = f(d \cdot \hat{x}_n) \quad (6)$$

と表現できる。ここで、

【0023】

【数18】

$$\hat{x}_n = \sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p} \quad (7)$$

である。そして、残差信号 e_n は、

$$e_n = z_n - y_n \quad (8)$$

なので、残差信号 e_n を、線形対応信号 x_n を用いて表すと、

【0024】

【数19】

$$\begin{aligned} e_n &= f(d \cdot x_n) - f(d \cdot \hat{x}_n) \\ &= d \cdot x_{\max} \cdot \operatorname{sgn}(d \cdot x_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |x_n / x_{\max}|)}{\log(1 + \mu)} \\ &\quad - d \cdot x_{\max} \cdot \operatorname{sgn}(d \cdot \hat{x}_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |\hat{x}_n / x_{\max}|)}{\log(1 + \mu)} \end{aligned} \quad (9)$$

となる。ただし、 x_{\max} は x_n が取り得る最大値 ($s_{\max} = d \cdot x_{\max}$) である。

【0025】

ここで、線形対応予測値 \hat{x}_n は線形対応信号 x_n の予測値であるから、極性が同じとなる確率が非常に高い。したがって、仮に極性が逆の場合も発生するとしてもフレーム内の全ての信号の誤差の和を最小化する観点からは無視しうる。さらに、定数部分を省略して以降の計算を簡単にするために、 h_n を

【0026】

10

20

30

40

【数20】

$$e_n = -\operatorname{sgn}(d \cdot x_n) \cdot \frac{d \cdot x_{\max}}{\log(1 + \mu)} \cdot h_n \quad (10)$$

を満たす変数とすると、

【0027】

【数21】

$$\begin{aligned} h_n &= -\log(1 + \mu|x_n/x_{\max}|) + \log(1 + \mu|\hat{x}_n/x_{\max}|) \\ &= -\log(1 + \mu|x_n/x_{\max}|) + \log\left(1 + \mu\left|\frac{\sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p}}{x_{\max}}\right|\right) \\ &= -\log(1 + \mu|x_n/x_{\max}|) \\ &\quad + \log\left(1 + \mu|x_n/x_{\max}| + 1 + \mu\left|\frac{\sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p}}{x_{\max}}\right| - (1 + \mu|x_n/x_{\max}|)\right) \\ &= \log\left(1 + \frac{\mu\left|\frac{\sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p}}{x_{\max}}\right| - \mu|x_n/x_{\max}|}{1 + \mu|x_n/x_{\max}|}\right) \\ &= \log\left(1 + \frac{\mu\left|\frac{\sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p}}{x_{\max}}\right| - |x_n|}{x_{\max} + \mu|x_n|}\right) \end{aligned} \quad (11)$$

と変形できる。また、この式の分数に着目すると、分子は、線形対応予測値 \hat{x}_n と線形対応信号 x_n との誤差の μ 倍だから、分母の $x_{\max} + \mu|x_n|$ に比べると十分小さい。したがって、分数の項が1より十分小さいことを利用して、次のように近似できる。

【0028】

【数22】

$$h_n \approx \frac{\mu\left|\frac{\sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p}}{x_{\max}}\right| - |x_n|}{x_{\max} + \mu|x_n|} \quad (12)$$

上述の結果から、N個の信号から構成される1つのフレームの残差信号 e_n のエネルギー E の和は、次式が最小のときに最小となる。

【0029】

【数23】

$$\sum_{n=0}^{N-1} \frac{\mu^2 \left(\left| \frac{\sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p}}{x_{\max}} \right| - |x_n| \right)^2}{(x_{\max} + \mu|x_n|)^2} \quad (13)$$

つまり、この式を各予測係数 α_p で偏微分して0とおいたP個の方程式を満足する予測係数 $\alpha_0, \dots, \alpha_P$ が、1つのフレームの残差信号 e_n のエネルギー E の和を最小にする予

測係数である。

【 0 0 3 0 】

ここでは、本発明の原理を、具体的な圧縮方法の例として非特許文献 2 の対数近似圧伸 P C M を取り上げ、線形対応部 4 1 0 が、時系列信号を元の信号と線形な関係にする処理を行う場合を説明した。この原理は、非特許文献 2 の対数近似圧伸 P C M に限定して成り立つものではない。他の圧縮方法であっても、あらかじめ定めた数（例えば、1 フレームの信号数）の時系列信号 z_n と時系列信号を線形予測した時系列予測信号 y_n との差の信号（残差信号 e_n ）のエネルギーの和 E を、線形対応信号 x_n と予測係数 ρ_p によって示す関数の予測係数ごとの偏微分が、全て 0 となる予測係数 ρ_1, \dots, ρ_p を生成すればよい。また、この原理は、時系列信号を元の信号と完全に線形な関係にまで変換しなくても、線形に近づける処理でも成り立つ。

10

【 0 0 3 1 】

本発明の線形予測係数算出装置によれば、線形対応信号の振幅の絶対値または当該線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、軽視するように重みを付けて、残差信号のエネルギーを小さくする予測係数を求める。したがって、適切な線形予測が可能となり、圧縮効率も向上できる。

【 0 0 3 2 】

[変形例 1]

変形例 1 では、第 1 実施形態を具体化した線形予測係数算出装置について説明する。各予測係数 ρ_p で偏微分して、0 とおいた P 個の方程式を具体的に作ると、次式のような正規方程式が得られる。

20

【 0 0 3 3 】

$$U^T W U = U^T W X \tag{14}$$

ただし、T は転置を意味し、

$$U^T = (x_{-1}, x_{-2}, \dots, x_{-N})$$

$$X^T = (x_1, x_2, \dots, x_N)$$

【 0 0 3 4 】

【 数 2 4 】

$$U = \begin{pmatrix} x_{-1} & x_{-2} & \dots & x_{-P} \\ x_0 & x_{-1} & \dots & x_{-P+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N-3} & x_{-1} & \dots & x_{-P+N-2} \\ x_{N-2} & x_{-1} & \dots & x_{-P+N-1} \end{pmatrix}$$

30

$$W = \begin{pmatrix} \gamma_0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \gamma_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \gamma_{N-1} \end{pmatrix}$$

40

$$\gamma_i = \frac{\mu^2}{(x_{\max} + \mu|x_i|)^2}$$

上述の原理に従うために、線形対応部 4 1 0 は、時系列信号 z_n を元の信号 s_n と線形な関係にする処理 $f^{-1}()$ を行い、線形対応信号 x_n を生成する (S 4 1 0)。予測係数分析部 4 2 0 は、式 (14) を満足する予測係数 ρ_1, \dots, ρ_p を生成する (S 4 2 0)。また、予測係数分析部 4 2 0 の処理 (S 4 2 0) は、重み係数行列生成手段 4 2 1 が対角成分のみを有する重み係数行列 W を生成する処理 (S 4 2 1) と、その重み係数行列 W を掛けた正規方程式を用いて予測係数 ρ_1, \dots, ρ_p を生成する処理 (S 4 2 5) に分

50

けることができる。

【 0 0 3 5 】

本変形例の線形予測係数算出装置によれば、線形対応信号の振幅の絶対値または当該線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、軽視するように重みを付けて、残差信号のエネルギーを小さくする予測係数を求める。したがって、適切な線形予測が可能となり、圧縮効率も向上できる。

【 0 0 3 6 】

[変形例 2]

本変形例では、具体的な圧縮方法の例として非特許文献 2 の対数近似圧伸 P C M を取り上げ、線形対応部 4 1 0 が、時系列信号を元の信号と線形な関係に近づける処理を行う場合を説明する。非特許文献 2 の対数近似圧伸 P C M の場合、元の信号 s_n と圧縮された信号 z_n は、

【 0 0 3 7 】

【 数 2 5 】

$$z_n = f(s_n) = s_{\max} \cdot \operatorname{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |s_n / s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)} \quad (15)$$

の関係である。例えば、元の信号と線形な関係に近づける処理 $F'(\)$ を、

$$x_n = F'(z_n) = z_n + s_n \quad (16)$$

とする。この場合には、例えば重み γ_i を、

【 0 0 3 8 】

【 数 2 6 】

$$\gamma_i = \left(\frac{\mu}{(x_{\max} + \mu |x_i|)} + \delta \left(\frac{\log(1 + \mu)}{x_{\max}} \right) \right)^2 \quad (17)$$

とすればよい。この場合、 x_n が大きくなると傾きが小さくなるという影響（非線形性）は δ によって緩められることになる。

【 0 0 3 9 】

本変形例の線形予測係数算出装置によれば、線形対応信号の振幅の絶対値または当該線形対応信号近傍の線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、軽視するように重みを付けて、残差信号のエネルギーを小さくする予測係数を求める。したがって、適切な線形予測が可能となり、圧縮効率も向上できる。

【 0 0 4 0 】

[変形例 3]

非特許文献 2 の対数近似圧伸 P C M では、元の信号の振幅 s_n と圧縮された信号の振幅 z_n は次式の関係である。

【 0 0 4 1 】

【 数 2 7 】

$$z_n = f(s_n) = s_{\max} \cdot \operatorname{sgn}(s_n) \cdot \frac{\log(1 + \mu |s_n / s_{\max}|)}{\log(1 + \mu)} \quad (18)$$

この関数を、 s_n を横軸、 z_n を縦軸として現せば、理論上は、元の信号の振幅 s_n と圧縮された信号の振幅 z_n の関係は曲線となる。しかし、実際の圧縮方法である非特許文献 3 の規格（ μ 則）では、図 5 に示すように、式（18）を近似した折れ線（直線の組合せ）で、元の信号の振幅 s_n と圧縮された信号の振幅 z_n の関係が規定されている。式（18）を前提に、残差信号 e_n と線形対応信号 x_n （ s_n と線形な関係の場合）との関係を求めると、第 1 実施形態の原理の説明より、

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

【数 2 8】

$$e_n = \frac{d \cdot x_{\max}}{\log(1 + \mu)} \cdot \frac{\mu \left(\left(\sum_{p=1}^P \alpha_j x_{n-p} \right) - x_n \right)}{x_{\max} + \mu |x_n|} \quad (19)$$

となる。d = 1 として、残差信号 e_n の傾き を求めると

【0043】

【数 2 9】

$$\Gamma = \frac{x_{\max}}{\log(1 + \mu)} \cdot \frac{\mu}{x_{\max} + \mu |x_n|} \quad (20)$$

10

となる。

【0044】

次に、理論上の傾き と、非特許文献 3 の規格上の傾きの違いを比較してみる。非特許文献 3 の規格は、式 (20) において $x_{\max} = 4079.5$ 、 $\mu = 255$ とした傾きを折れ線で近似したものである。したがって、例えば、 $x_n = 2040$ では、理論上は

【0045】

【数 3 0】

$$\Gamma = \frac{x_{\max}}{\log(1 + \mu)} \cdot \frac{\mu}{x_{\max} + \mu |x_n|} = \frac{255}{\log(256) \cdot (1 + 127.5)} \quad (21)$$

20

である。一方、 $x_n = 4079$ では、理論上は

【0046】

【数 3 1】

$$\Gamma = \frac{x_{\max}}{\log(1 + \mu)} \cdot \frac{\mu}{x_{\max} + \mu |x_n|} = \frac{255}{\log(256) \cdot (1 + 255)} \quad (22)$$

であり、 $x_n = 2040$ の傾きの方が約 2 倍大きい。しかし、非特許文献 3 の規格では、 $2040 \leq x_n \leq 4079$ の範囲で同じ傾きを用いている。また、 $x_n < 2040$ では異なる傾き (大きな傾き) になる。

30

【0047】

非特許文献 3 の規格では、例えば $x_n = 2040$ の場合に、予測値が 2040 より大きくなった場合の傾きと小さくなった場合の傾きは階段状に変化する。予測値が 2040 より小さいときは傾きが急に大きくなるので、誤差は大きくなる。図 5 中の A のような誤差があるときに、予測値の最小値での傾きと、予測値の最大値での傾きが異なる。この傾向は、予測値が大きく外れた場合には、さらに顕著となる。図 5 中の B のような誤差があるときに、予測値の最小値での傾きはさらに大きくなり、予測値の最小値での傾きと予測値の最大値での傾きとの違いはさらに大きくなる。つまり、実際の非特許文献 3 の規格では、理論上の傾きよりも、大きくなる。したがって、理論上の計算で求めた重み γ_i

40

【0048】

【数 3 2】

$$\gamma_i = \frac{\mu^2}{(x_{\max} + \mu |x_i|)^2} \quad (23)$$

では、 x_n が大きくなったときの重みが過小評価される。これを補正するために、重み γ_i を、例えば、

【0049】

【数 3 3】

$$\gamma_i = \frac{\mu^2}{(x_{\max} + \mu|x_i|^{1/2})^2} \quad (24)$$

とすればよい。

【0050】

本変形例によれば、実際の規格に合わせて重みを調整しているのので、さらに圧縮効率を高めることができる。

【0051】

[変形例 4]

重みの過小評価を軽減する別の変形例としては、重みの計算に用いる定数 μ を、規格が近似している関数における μ とは異なる値とする方法もある。例えば、非特許文献 3 の規格が近似している関数においては $\mu = 255$ であるが、重み γ_i の計算では $\mu = 10$ を用いる。このように重みの計算に用いる定数 μ を定めれば、傾きの最大値と最小値の違いを約 10 倍程度に抑えることができる。なお、 $\mu = 255$ をそのまま使用した場合の違いは、256 倍である。

【0052】

本変形例によれば、重みの過小評価を軽減できるので、圧縮効率が高まることを期待できる。

【0053】

[変形例 5]

上述の実施形態や変形例では、同じ時間の信号から線形対応信号 x_n を求めた。本変形例では、求めた線形対応信号 x_n を、前後の線形対応信号 $x_{n-q}, \dots, x_{n-1}, x_{n+1}, \dots, x_{n+q}$ (ただし、 q はあらかじめ定めた値) を用いて平滑化し、平滑化後の信号を線形対応部 410 から出力される線形対応信号 x_n とする。

【0054】

上述したように、重みの過小評価は誤差が大きいときに顕著である。このように平滑化することで、局所的に大きい誤差の影響を小さくできるので、圧縮効率が高まることを期待できる。

【0055】

[変形例 6]

変形例 5 では、線形対応信号 x_n を平滑化したが、重み γ_i を求めた上で、重み γ_i を平滑化してもよい。この場合は、予測係数分析部 420 が、重み γ_i を平滑化する。このように平滑化することで、局所的に大きい誤差の影響を小さくできるので、圧縮効率が高まることを期待できる。

【0056】

[変形例 7]

変形例 3 で、図 5 を用いて説明したように、誤差が大きくなるにつれて、近似の精度が悪くなる。そこで、本変形例では、誤差の影響を小さくするために誤差の分布に仮定をおき、重み γ_i に誤差の影響を小さくするための分布を畳み込む(積分する)。誤差の影響を小さくするための分布を $(x; m, \sigma^2)$ とする。例えば、 $(x; m, \sigma^2)$ は、ガウス確率密度関数であり、 x は線形対応信号の振幅値、 m は平均、 σ^2 は分散である。重み γ_i は、例えば、変形例 1 ~ 4 に示したような線形対応信号の振幅値の関数である。そこで、次式の計算を行い、新しい重み γ_i' を求める。

【0057】

【数 3 4】

$$\gamma_i' = \int_{-\infty}^{\infty} \Omega(x; m, \sigma) \gamma_i dx \quad (25)$$

そして、重み γ_i の代わりに重み γ_i' を重み係数行列 W の要素とする。このように上述

10

20

30

40

50

の変形例の重みに誤差の影響を小さくするための分布を畳み込むことで、圧縮効率を高めることができる。

【0058】

[変形例8]

第1実施形態およびこれまでの変形例では、具体的な圧縮方法の例として、式(3)に示した非特許文献2の対数近似圧伸PCMおよびその折れ線近似である非特許文献3の規格を取り上げた。しかし、本発明の線形予測係数算出装置は、この圧縮方法に限らず適用できる。そこで、本変形例では、元の信号 s_n を信号 z_n に圧縮する関係 $f(\cdot)$ を限定しないで説明する。元の信号 s_n と圧縮された信号 z_n は、

$$z_n = f(s_n) \quad (26)$$

10

の関係である。式(4)から式(8)は一般的な説明なので、圧縮する関数を限定しない場合にも、残差信号 e_n を線形対応信号 x_n を用いて表すと、

$$e_n = f(d \cdot x_n) - f(d \cdot \hat{x}_n) \quad (27)$$

となる。そして、線形対応予測値 \hat{x}_n と線形対応信号 x_n との誤差が $f(d \cdot x_n)$ に比べて十分小さいと仮定すれば、次式のように変換できる。

【0059】

【数35】

$$\begin{aligned} e_n &= f(d \cdot x_n) - f(d \cdot \hat{x}_n) \\ &= \frac{f(d \cdot x_n) - f(d \cdot \hat{x}_n)}{x_n - \hat{x}_n} \cdot (x_n - \hat{x}_n) \\ &= \tilde{f}(d \cdot x_n) \cdot (x_n - \hat{x}_n) \end{aligned} \quad (28)$$

20

ただし、関数 $\tilde{f}(\cdot)$ は、関数 $f(\cdot)$ の一階の微分である。

【0060】

つまり、圧縮された信号を予測した時の残差信号 e_n を線形対応信号で評価した場合、圧縮する関数の微分に比例する重みを付けて予測値を求めればよいことが分かる。なお、実際の線形予測では、他の変形例で示したような誤差などもあるため、正確に比例する必要はない(正確に比例させることは不可能である)。したがって、圧縮された信号を予測した時の残差信号 e_n を線形対応信号で評価した場合、線形対応信号の振幅での微分関数の値が大きいほど、大きい重みを付けて予測値を求めればよく、比例関係からどの程度ずれることを許容するか、あるいは比例関係から故意にずらすかは、適宜設計すればよい。

30

【0061】

この考え方を、非特許文献2および3の対数近似圧伸PCMの圧縮方法に適用すると、線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、軽視するように重みを付けることと等価となる。なぜならば、非特許文献2および3の対数近似圧伸PCMの圧縮方法では、線形対応信号の振幅の絶対値が大きいほど、傾き(圧縮関数の微分の値)が小さくなっているからである。

【0062】

本変形例によれば、圧縮された時系列信号の残差信号のエネルギーの最小化を、元の信号と線形な関係に近づけた信号または線形な関係にした信号で評価するために、圧縮によって生じる残差信号のエネルギーの重みを考慮して予測係数を求める。したがって、適切な線形予測が可能となり、圧縮効率も向上できる。

40

【0063】

なお、上述の実施形態や変形例では、対数近似圧伸PCMやその折れ線近似であるG.711の μ 則について説明したが、A則についても同様に本発明を適用できる。

【0064】

[適用例]

本発明の線形予測係数算出装置を好適に使用した例として、符号化装置の例を説明する。図6に、圧伸された信号列(時系列信号列)を符号化する符号化装置の機能構成例を示

50

す。また、図 7 に、この符号化装置の処理フロー例を示す。符号化装置 100 は、線形予測部 210、量子化部 820、予測値算出部 830、減算部 840、係数符号化部 850、残差符号化部 860 を備える。線形予測部 210 が、本発明の線形予測係数算出装置 400 に相当する。符号化装置 800 へは、圧縮された時系列信号列 Z が入力される。なお、符号化装置 800 への入力信号列がフレーム単位に分割されていない場合は、符号化装置 800 は、フレーム分割部 870 も備えている。フレーム分割部 870 は、入力信号列をフレーム単位に分割した時系列信号列 $Z = \{ z(1), z(2), \dots, z(N) \}$ を出力する。なお、 N は 1 フレームのサンプル数である。

【0065】

線形予測部 210 は、分析用線形対応手段 211 と分析係数手段 212 とを有する。分析用線形対応手段 211 が線形対応部 410 に相当し、分析係数手段 212 が予測係数分析部 420 に相当する。分析用線形対応手段 211 は、時系列信号列 Z を、元の信号列と線形な関係にする処理または元の信号列と線形な関係に近づける処理 $F'(\cdot)$ によって線形対応信号列 $X = F'(Z) = \{ x(1), x(2), \dots, x(N) \}$ に変換する (S211)。分析係数手段 212 は、線形対応信号列 X を線形予測分析して線形予測係数 $K = \{ k(1), k(2), \dots, k(P) \}$ を求める (S212)。なお、 P は予測次数である。

【0066】

量子化部 820 は、線形予測係数 K を量子化して量子化線形予測係数 $K' = \{ k'(1), k'(2), \dots, k'(P) \}$ を求める (S820)。予測値算出部 830 は、時系列信号列 Z と量子化線形予測係数 K' を用いて、時系列予測値列 $Y = \{ y(1), y(2), \dots, y(N) \}$ を求める (S830)。減算部 840 は、時系列信号列 Z と時系列予測値列 Y との差 (予測残差列) $E = \{ e(1), e(2), \dots, e(N) \}$ を求める (S840)。係数符号化部 850 は、量子化線形予測係数 K' を符号化し、予測係数符号 C_k を出力する (S850)。残差符号化部 860 は、予測残差列 E を符号化し、予測残差符号 C_e を出力する (S860)。

【0067】

この符号化装置によれば、本発明の線形予測係数算出装置を用いているので、圧縮された時系列信号列であっても、効率よく信号列を圧縮できる。

【0068】

図 8 に、コンピュータの機能構成例を示す。本発明の線形予測係数算出装置 (線形予測係数算出方法) は、コンピュータ 2000 の記録部 2020 に、本発明の各構成部としてコンピュータ 2000 を動作させる (本発明の各ステップをコンピュータ 2000 に実行させる) プログラムを読み込ませ、制御部 2010、入力部 2030、出力部 2040 などを動作させることで、コンピュータによって実現すること (コンピュータに実行させること) ができる。また、コンピュータに読み込ませる方法としては、プログラムをコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶しておき、記憶媒体からコンピュータに読み込ませる方法、サーバ等に記憶されたプログラムを、電気通信回線等を通じてコンピュータに読み込ませる方法などがある。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図 1】 圧伸された信号の振幅の例を示す図。

【図 2】 8 ビットの μ 則の具体的な形式を示す図。

【図 3】 本発明の線形予測係数算出装置の機能構成例を示す図。

【図 4】 本発明の線形予測係数算出装置の処理フローを示す図。

【図 5】 非特許文献 3 の規格に従って圧縮された信号と元の信号との関係を示す図。

【図 6】 本発明の線形予測係数算出装置を用いた符号化装置の機能構成例を示す図。

【図 7】 本発明の線形予測係数算出装置を用いた符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図 8】 コンピュータの機能構成例を示す図。

【符号の説明】

10

20

30

40

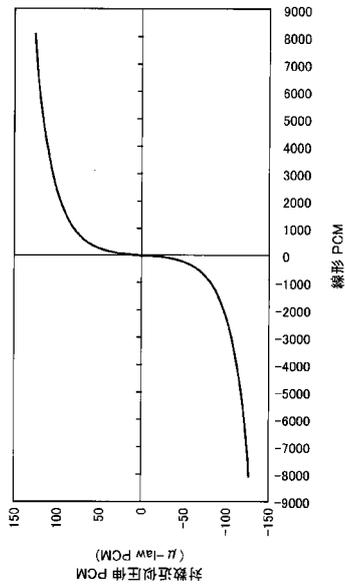
50

【 0 0 7 0 】

4 0 0 線形予測係数算出装置
 4 2 0 予測係数分析部

4 1 0 線形対応部
 4 2 1 重み係数行列生成手段

【 図 1 】



【 図 2 】

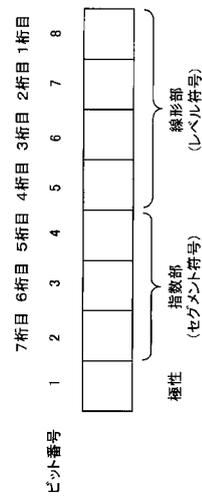


図1

図2

【 図 3 】

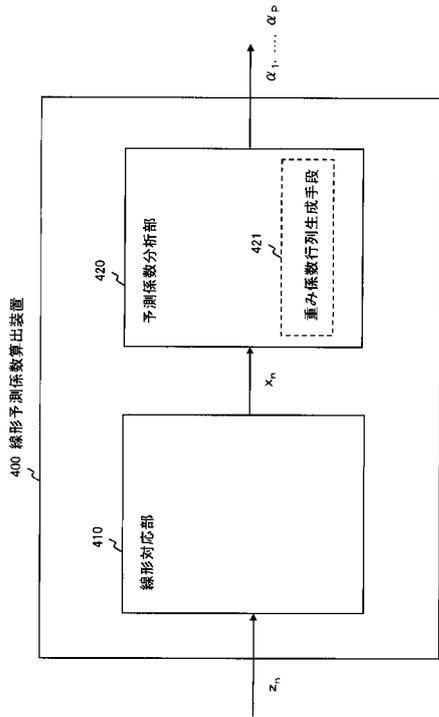


図3

【 図 4 】

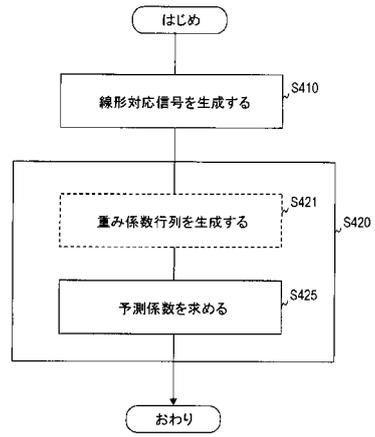


図4

【 図 5 】

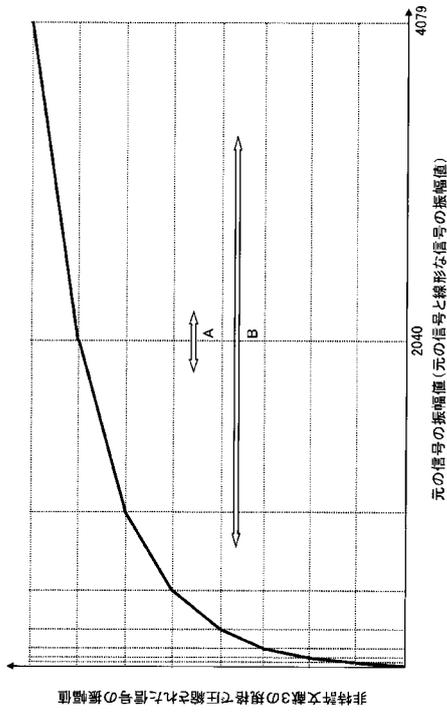


図5

【 図 6 】

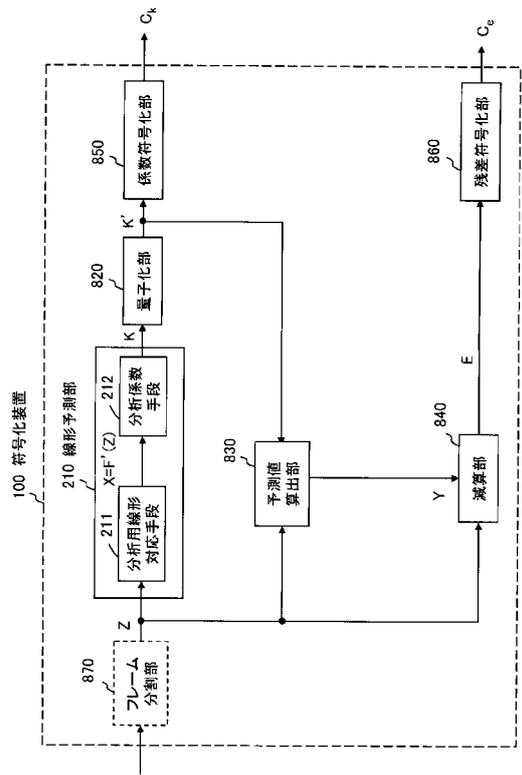


図6

【 図 7 】

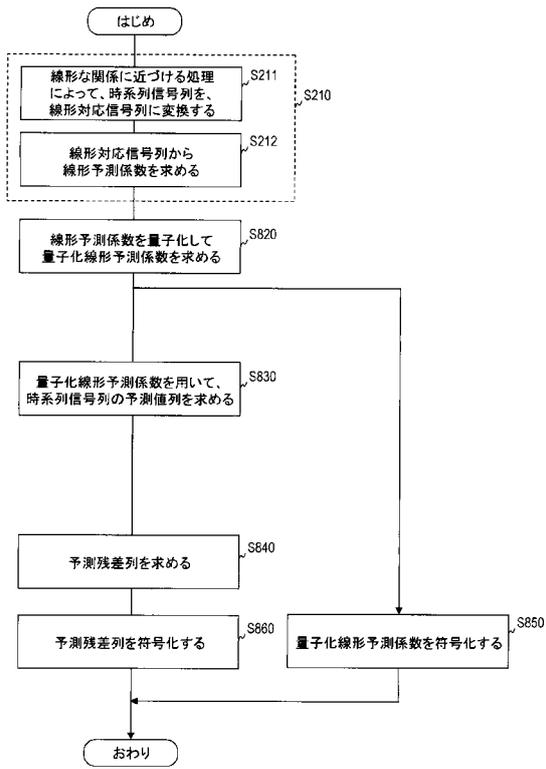


図7

【 図 8 】

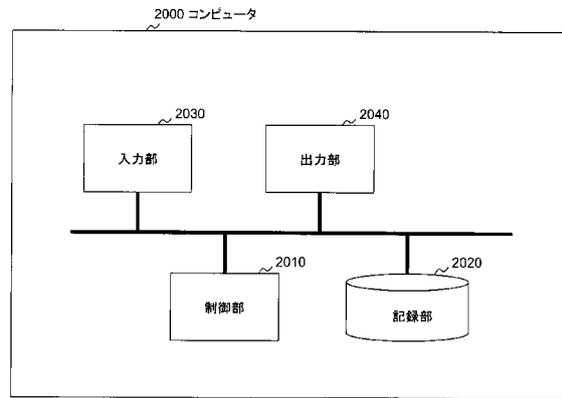


図8

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
- (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
- (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 堀 豊
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 嵯峨山 茂樹
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 小野 順貴
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 山下 剛史

- (56)参考文献 特開平5 - 303399 (JP, A)
特開昭61 - 220000 (JP, A)
特開2007 - 279385 (JP, A)
国際公開第2006 / 019117 (WO, A1)
F.Ghido, I.Tabus, "ACCOUNTING FOR COMPANDING NONLINEARITIES IN LOSSLESS AUDIO COMPRESS
ION", Proc. of ICASSP 2007, IEEE, Vol.1 (2007-04), pp.261-264

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 11/00, 19/00 - 19/14
H04B 14/04
H03M 7/30
IEEE Explore